



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Estudios Superiores Iztacala**  
**Licenciatura en Enfermería**



**Título:**

**“Manual de rehabilitación de lesiones deportivas”**

**Manual de Material Didáctico**

**Para obtener el título de licenciada en enfermería**

**Presenta**

**Adriana Guadalupe Gudiño Camilo**

**Asesor**

**Dr. Erick Alberto Ramírez Alvarado**

**Tlalnepantla de Baz, Edo. México agosto 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
Objetivo General: .....	16
Objetivos Específicos:.....	16
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>UNIDAD I ¿CÓMO FUNCIONA MI ORGANISMO?</b> .....	<b>26</b>
<i>Reparación Tisular: Restablecimiento de la Homeostasis.</i> .....	28
<i>Homeostasis y el Hueso.</i> .....	31
Sistema Esqueletico Axial.....	33
<i>Anatomía Macroscópica de los Huesos:</i> .....	34
<i>Huesos del cuerpo Humano</i> .....	36
<i>Huesos de la cara</i> .....	37
<i>Huesos de la columna vertebral.</i> .....	39
<i>Huesos del Torax.</i> .....	45
El Sistema Esqueletico Apendicular .....	47
<i>Cintura Escapular del Hombro.</i> .....	47
<i>Miembro (Extremidad Superior)</i> .....	51
<i>Cintura Pelviana (Cadera)</i> .....	55
<i>Miembro (Extremidad Inferior)</i> .....	59
<i>Huesos del Tarso, Metatarsianos y Falanges.</i> .....	62
<b>Actividad de Aprendizaje del Sistema Óseo</b> .....	<b>66</b>
Morfología y fisiología Muscular.....	73
Histología de la Fibra Muscular Esquelética .....	76
Unidades Funcionales del Músculo .....	78
Mecanismo de Contracción.....	80
El Ciclo Contráctil:.....	81
<i>Tipos de Contracción Muscular</i> .....	83
Metabolismo Muscular .....	84
Principales Músculos Esqueléticos Superficiales.....	96

<i>Músculos de la Expresión Facial</i> .....	96
<i>Músculos que mueven la mandíbula</i> .....	101
<i>Músculos extrínsecos de la lengua</i> .....	102
<i>Músculos de la región anterior del cuello</i> .....	103
<i>Músculos de la pared abdominal</i> .....	108
<i>Músculos de la ventilación</i> .....	110
<i>Músculos de las extremidades Superiores</i> .....	113
<i>Cuadro 12 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven el húmero</i> .....	115
Músculos de la Columna Vertebral. ....	127
<i>Cuadro 16 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la columna vertebral</i> .....	127
<i>Músculos de las Extremidades Inferiores</i> .....	133
<b>Actividad de aprendizaje del Sistema Muscular</b> .....	<b>139</b>
<b>Sistema Articular</b> .....	<b>151</b>
La Clasificación Estructural de las Articulaciones .....	151
<i>Articulaciones Fibrosas</i> .....	152
<i>Articulaciones Cartilaginosas</i> .....	153
<i>Articulaciones Sinoviales</i> .....	155
Tipos de movimientos en las Articulaciones Sinoviales: .....	157
<i>Movimientos Espaciales</i> .....	160
Articulaciones Seleccionadas del Esqueleto.....	163
<i>Articulación del Hombro</i> .....	165
<i>Articulación del Codo</i> .....	167
<i>Articulación de la Cadera</i> .....	168
<i>Articulación de la Rodilla</i> .....	170
<b>Actividades de Aprendizaje del Sistema Articular</b> .....	<b>171</b>
<b>UNIDAD II CONOCE COMO DIFERENCIAR, PREVENIR Y TRATAR LESIONES DEPORTIVAS</b> .....	<b>178</b>
<b>Lesiones Tendinosas</b> .....	<b>180</b>
Estructura y Función de los Tendones.....	181
<i>Componentes del Tendón</i> .....	184

<i>Respuesta del Tendón al Ejercicio y la Carga</i> .....	186
<i>Respuesta del Tendón a la Lesión y Mecanismos de Reparación</i> .....	186
<i>Los Arrancamientos o Avulsiones</i> .....	187
<i>Las lesiones Intrasustancia</i> .....	187
<i>Fisiopatología de las lesiones Tendinosas</i> .....	187
<i>Cicatrización de un Tendón Recubierto de Paratendón (Proceso Vascular)</i> .....	188
<i>Cicatrización de un tendón envuelto en una vaina (Proceso avascular)</i> .....	189
<i>Tenosivitis y Peritendinitis</i> .....	191
<i>Diagnóstico</i> .....	192
<i>Pruebas Complementarias</i> .....	192
<i>Tratamiento de las lesiones Tendinosas</i> .....	193
<b>Actividad de Aprendizaje de Lesiones Tendinosas</b> .....	<b>195</b>
<b>Lesiones de Ligamentos</b> .....	<b>200</b>
<i>Anatomía</i> .....	200
<i>Estructura Histológica del Ligamento</i> .....	200
<i>Ligamentos Intraarticulares</i> .....	200
<i>Ligamentos Extraarticulares</i> .....	202
<i>Biomecánica de los Ligamentos</i> .....	203
<i>Inervación Articular</i> .....	203
<i>Zonas de Inserción de los Ligamentos</i> .....	205
<i>Ligamentos y Mecánica Articular</i> .....	205
<i>Fisiología</i> .....	207
<i>Cicatrización de los Ligamentos Extraarticulares</i> .....	209
<i>Cicatrización de los ligamentos Intraarticulares</i> .....	210
<i>Clínica</i> .....	211
<i>Esguince</i> .....	211
<i>Esquema 5 Explicación, clasificación del grado y la gravedad de los esguinces</i> . 212	
<i>Inestabilidad Articular</i> .....	212
<i>Esguinces Recidivantes</i> .....	212
<i>Etiopatogenia del Esguince</i> .....	212
<i>Esguinces de Ligamentos Extraarticulares</i> .....	213

<b>Actividad de Aprendizaje de Lesiones Ligamentaria</b> .....	<b>218</b>
<i>Caso Clínico</i> .....	218
Valoración .....	221
<b>Lesiones Óseas</b> .....	<b>224</b>
<i>Tejido Óseo</i> .....	224
<i>Matriz Ósea</i> .....	226
<i>Histiogénesis y Osificación Endocondral</i> .....	226
<i>Definición y Clasificación de las Fracturas:</i> .....	230
<i>Etiología</i> .....	231
<i>Según el Trazo de la Fractura</i> .....	232
<i>Según las Lesiones Asociadas</i> .....	234
<i>El Fenómeno de la Consolidación Ósea</i> .....	235
<i>Clínica de las Fracturas</i> .....	336
<i>Diagnóstico</i> .....	237
<i>Tratamiento</i> .....	237
<i>Reducción</i> .....	238
<i>Métodos de Tratamiento no Quirúrgico</i> .....	240
<i>Métodos de Tratamiento Quirúrgico</i> .....	243
<i>Complicaciones de las Fracturas</i> .....	244
Actividad de Aprendizaje de Lesiones Óseas .....	247
<b>Lesiones Musculares</b> .....	<b>253</b>
<i>Histopatología de las Lesiones Musculares</i> .....	254
<i>Clasificación de las lesiones Musculares</i> .....	257
<i>Cuadro 5 Clasificación de los Trastornos Musculares Agudos y Lesiones</i> .....	259
<i>Cuadro 6 Clasificación integral de la Lesión Muscular: Definiciones Específicas del Tipo y Presentaciones Clínicas</i> .....	260
Pruebas Complementarias.....	263
<i>Cudro 6 Clasificación de lesiones musculares agudas en relación con traumatismos directos</i> .....	265
<i>Laceración Muscular</i> .....	265
<i>Contusión Muscular</i> .....	266

<i>Hematoma Muscular</i> .....	267
<i>Traumatismos Indirectos</i> .....	268
<i>Cuadro 7 Clasificación de lesiones musculares agudas en relación a traumatismo indirecto.</i> .....	268
<i>Cuadro 8 Resumen, Clasificación y características de las principales lesiones Musculares.</i> .....	271
<i>Lesiones Musculares Crónicas</i> .....	272
<i>Cuadro 9 Clasificación de las lesiones musculares crónicas dependiendo del patrón clínico.</i> .....	272
<i>Prevención</i> .....	273
<b>Actividad de Aprendizaje de Lesiones Musculares</b> .....	<b>276</b>
<b>Lesiones Articulares</b> .....	<b>280</b>
<i>Estructura del Cartílago</i> .....	280
<i>Histopatológicamente el cartílago puede dividirse en cuatro zonas</i> .....	281
Movimiento de Producción.....	283
Histopatología .....	284
<i>Lesiones Osteocondrales</i> .....	285
<i>Cuerpos Libres Intraarticulares</i> .....	288
<i>Clínica</i> .....	288
<i>Diagnóstico</i> .....	289
<i>Tratamiento</i> .....	289
<b>Actividad de Aprendizaje de Lesiones Articulares</b> .....	<b>290</b>
<b>UNIDAD III DESCUBRE LAS DISTINTAS TERAPIAS Y TRATAMIENTOS DE REHABILITACIÓN PARA UNA RÁPIDA Y EFICAZ RECUPERACIÓN</b> .....	<b>296</b>
Cinesiterapia .....	297
<i>Movilización Activa Libre</i> .....	300
<i>Principios Generales del Entrenamiento</i> .....	301
Rehabilitación Física.....	302
<i>Esquema 3 Conceptualización de los cuatro principios generales de cualquier programa de ejercicios de rehabilitación</i> .....	303
<i>Fases de los Ejercicios de Rehabilitación</i> .....	303
<i>Desarrollo de la Fuerza Máxima</i> .....	305

<i>Desarrollo de la Fuerza de Impulso o Explosiva</i> .....	305
<i>Trabajo de Resistencia a la Fuerza</i> .....	305
Tipos de Ejercicios para Incrementar la Fuerza.....	306
<i>Cuadro 2 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isométricos.</i> ...	308
<i>Cuadro 2 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isótonicos.</i> .....	309
<i>Cuadro 3 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isocinética</i> .....	310
<b>Actividad de Aprendizaje Cinesiterapia.</b> .....	<b>317</b>
<b>Vendajes Funcionales y Vendajes Enyesados</b> .....	<b>326</b>
<i>Vendajes Enyesados</i> .....	326
<i>Férulas de Yeso</i> .....	331
<i>Controles Posteriores y Seguimiento</i> .....	333
Inmovilizaciones del Miembro Superior .....	334
<i>Fractura de las Falanges de las Mano</i> .....	334
<i>Cuadro 1 Indicaciones y técnicas terapéuticas para colocar un yeso dependiendo de la fractura o superficie anatomía afectada.</i> .....	336
<i>Lesiones del Tobillo y del Pie</i> .....	337
<i>Esquema 2 Descripción de las principales técnicas de enyesado de la región del tobillo y del pie.</i> .....	338
<i>Tratamiento Funcional de las Fracturas de Tibia</i> .....	338
<i>Vendajes Funcionales</i> .....	340
<i>Vendajes Articulares</i> .....	341
<i>Vendajes Músculo-Tendinosos</i> .....	341
<i>Vendajes Preventivos</i> .....	341
<i>Vendajes Rehabilitadores</i> .....	341
<i>Lesiones Crónicas</i> .....	344
<i>Cuadro 5 Indicaciones y explicación para utilizar vendaje funcional en lesiones crónicas.</i> .....	344
<i>Cuadro 6 Listado de materiales utilizados en vendajes funcionales y fundamentación de su uso.</i> .....	344
<i>Un Vendaje Funcional</i> .....	344
<b>Actividades de Aprendizaje de Vendajes Funcionales y Enyesados</b> .....	<b>348</b>
<b>Electroterapia</b> .....	<b>353</b>



Bases Físicas.....	353
Clasificación de la Electroterapia .....	355
<i>Clasificación de los Efectos Terapéuticos</i> .....	357
<i>Corrientes para lograr Modificar la Bioquímica</i> .....	357
<i>Corriente Galvánica</i> .....	358
<i>Iontoforesis</i> .....	360
<i>Corrientes Analgésicas</i> .....	362
<i>Esquema 2 Indicaciones para una correcta aplicación de TENS</i> .....	365
<i>TENS</i> .....	365
<i>Corrientes para lograr un Estímulo Motor</i> .....	369
<i>Corrientes para un Aporte Energético</i> .....	372
<i>Efectos interpolares de la Corriente Galvánica</i> .....	372
<i>Corrientes de alta Frecuencia</i> .....	373
<b>Actividad de Aprendizaje de Electroterapia</b> .....	<b>377</b>
<b>Corrientes de Alta Frecuencia</b> .....	<b>383</b>
<i>Cuadro 1 Clasificación de las corrientes de alta frecuencia.</i> .....	384
<i>Efectos fisiológicos</i> .....	385
<i>Efectos biológicos</i> .....	386
<i>Técnicas de Aplicación</i> .....	386
<i>Dosis</i> .....	388
<i>Indicaciones</i> .....	389
<i>Contraindicaciones</i> .....	389
<i>Onda Corta Pursátil</i> .....	390
<i>Efectos fisiológicos</i> .....	390
<i>Ondas Radar o Microondas</i> .....	391
<i>Clasificación Física y Biofísicas</i> .....	391
Cuadro 4 Descripción de la clasificación físicas y biofósicas de la onda radar o microondas. ....	392
<i>Efectos fisiológicos</i> .....	392
<b>Fototerapia y Ultrasonido</b> .....	<b>398</b>
<i>Radiación infrarroja</i> .....	399

<i>Esquema 3 Clasificación de los tipos de aparatos en relación con la temperatura que funcionan.</i> .....	400
<i>Efectos Fisiológicos</i> .....	400
Radiación ultravioleta.....	402
Radiación Láser .....	403
<i>Producción</i> .....	404
<i>Cuadro 3 Modo de aplicación de la técnica con láser, dependiendo del efecto deseado.</i> .....	407
Terapia ultrasónica .....	408
<i>Frecuencia</i> .....	409
Fonoforesis .....	414
<b>Actividades de Aprendizaje de Fototerapia y Ultrasonido</b> .....	<b>416</b>
<b>Infiltraciones Locales</b> .....	<b>423</b>
<i>Fundamentos</i> .....	423
<i>Fármacos Empleados</i> .....	426
Anestésicos Locales .....	428
<b>Actividad de Aprendizaje de Infiltraciones</b> .....	<b>435</b>
<b>UNIDAD IV APRENDE A PRESCRIBIR Y MINISTRAR CORRECTAMENTE ANALGÉSICOS Y ANTIINFLAMATORIOS EN LESIONES DEPORTIVAS</b> .....	<b>441</b>
<b>Antiinflamatorios no Esteroideos (AINES)</b> .....	<b>443</b>
<i>Salicilatos</i> .....	446
<i>Derivados propiónicos (Ibuprofeno, Naproxeno, Ketoprofeno, Flurbipofeno)</i> .....	446
<i>Derivados pirazolónicos (Dipirona, Fenilbutazano)</i> .....	447
<i>Derivados indólicos (Indometacina, Sulindaco)</i> .....	447
<i>Fenamatos (Flufenámico, Mefenámico, Niflúmico)</i> .....	447
Otros AINES .....	447
<i>Inhibidores de la COX</i> .....	448
<i>Inhibidores de la COX-2 Altamente Selectivos</i> .....	449
<i>Glucocorticoides</i> .....	450
<i>Analgésicos</i> .....	452
<i>Cuadro 5 Clasificación y listados de los principales Analgésicos no narcóticos, Anticonvulsivantes, Analgésicos narcóticos y Antidepresivos Tricíclicos.</i> .....	453

<i>Miorrelajantes</i> .....	453
<i>Anestésias locales</i> .....	454
<i>Rubefacientes y Similares</i> .....	455
<i>Heparinas de bajo peso Molecular</i> .....	455
<i>Farmacoterapia Tópica</i> .....	457
<i>Pomadas definición o Características</i> .....	458
<i>Preparados Dermatológicos con Acción Terapéutica</i> .....	459
<b>Actividad de Aprendizaje de Farmacoterapia.</b> .....	<b>461</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>468</b>
1. DESAFÍA TUS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS COMO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN EL AMBITO DEPORTIVO. ....	468
Hojas de Respuestas de la Unidad I.....	473
Hojas de Respuestas de la Unidad II.....	491
Hojas de Respuestas de la Unidad III.....	503
HOJA DE RESPUESTAS DE LA UNIDAD IV .....	521
<i>HOJA DE RESPUESTA DE LA ÚLTIMA ACTIVIDAD DE ENFERMERÍA EN EL ÁMBITO DEPORTIVO</i> .....	522
<i>Conclusión</i> .....	523
<i>Propuestas.</i> .....	523
<i>Bibliografía</i> .....	524



## INTRODUCCIÓN

En el presente manual se abordara el tema de rehabilitación física, la cual se categoriza como una especialidad médica que surgió de la mano de la gimnasia cuando esta se desarrolló desde una perspectiva científica, centrándonos en los antecedentes históricos, fueron muchos los investigadores que se percataron del potencial del ejercicio físico para preservar la salud, curar la enfermedad y restaurar la capacidad de movimiento, pero fue hasta más tarde que la escuela francesa de neurología desarrolló el concepto de “reeducación locomotriz”, que supuso una revolución en la aplicación de los ejercicios al tratamiento de las enfermedades nerviosas.

El objetivo principal del tratamiento y la rehabilitación de una lesión es la restauración de la función atlética, en el mayor grado posible, en el tiempo más corto posible.

Para analizar más este tema es necesario mencionar que la Organización Mundial de la Salud reporta que a nivel mundial el 10% de la población padece algún tipo o grado de discapacidad. Por lo anterior, se estima que en México existen actualmente un aproximado de 9.5 millones de personas que presentan un tipo o grado de discapacidad. Hablando del ámbito deportivo el 9 de febrero del 2017 la (CONADE) informó, que uno de los riesgos latentes de los deportistas, es sufrir algún percance durante la actividad física, hecho que puede originar una lesión y afectar su rendimiento en competencia, dando a conocer que los estudios del deporte refieren que la lesión más común es la relacionada con el tejido tendinoso, el tejido muscular en segunda posición y en tercera los componentes de la articulación.

Otra cifra alarmante para la elaboración de este manual es que en México solo se cuenta con 10,000 fisioterapeutas, cuando se necesitan 500 mil. Aunado a ello, nueve de cada 10 no tienen los estudios profesionales que se requieren en la materia, lo cual puede agravar un padecimiento, al no hacer de manera adecuada un procedimiento.

Por eso es que la enfermería deportiva en la actualidad tiene un papel fundamental, ya que sus funciones van desde el cuidado antes, durante y después de la práctica deportiva, esto incluye desde la prevención que es un factor clave para disminuir las posibles lesiones ya sea durante la preparación física del deportista o en competición, hasta el adecuado control nutricional, fisiológico y farmacológico, por eso mismo el presente manual esta constituido de cinco unidades, que integran los procedimientos y conocimientos que debe de conocer el profesional de enfermería en en ámbito deportivo los cuales son:

- ✓ Unidad 1. ¿COMO FUNCIONA MI ORGANISMO?. En esta unidad conoceras la anatomía y fisiología del sistema esquelético, muscular, y articular del ser humano.

- ✓ Unidad 2. CONOCE COMO DIFERENCIAR, PREVENIR Y TRATAR LESIONES DEPORTIVAS. Esta unidad abordara definición, clasificación, etiología, mecanismo de producción, diagnóstico y tratamiento de lesiones deportivas por sistemas.
- ✓ Unidad 3. DESCUBRE LAS DISTINTAS TERAPIAS DE REHABILITACIÓN PARA UNA RÁPIDA Y EFICAZ REHABILITACIÓN.
- ✓ Unidad 4. APRENDE A PRESCRIBIR Y MINISTRAR CORRECTAMENTE ANALGÉSICOS Y ANTIINFLAMATORIOS EN LESIONES DEPORTIVAS. Se dara a conocer la farmacología y farmacodinamia de los principales AINES, Inhibidores Selectivos de la COX, glucocorticoides etc, su administración, e indicaciones terapéuticas.
- ✓ ANEXO DESAFÍA TUS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS COMO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN EL AMBITO DEPORTIVO. En esta pequeña unidad formularas Diagnósticos, priorizaras intervenciones y objetivos de enfermería, destinados a prevenir, diagnosticar y tratar lesiones deportivas, con la ayuda de tu NANDA, NICNOC.

Al término de cada tema tendrás que resolver una serie de actividades, las cuales te darán un panorama de lo que puedes enfrentar como profesional de enfermería en el ámbito deportivo, también te ayudara a adquirir los conocimientos esenciales para desvelverte en esta área.

## JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad las lesiones que se producen en la práctica deportiva son un campo de estudio que va en aumento, ocasionando un enorme gasto económico tanto en el sistema sanitario como en los clubes deportivos. Arrojando datos de prevalencia de fracturas que fueron causantes de alrededor de 85,964 hospitalizaciones en hombres y 52,042 en mujeres, sin dejar de lado las lesiones del tejido ligamentario que resulto en 1.068 patologías, de las cuales 936 fueron lesiones traumatológicas, con un índice de lesión de 0,42 cada 1.000 horas de exposición. Los miembros inferiores fueron los más afectados, siendo la rodilla el principal segmento lesionado seguido por el tobillo y el muslo posterior, generando una incidencia de lesiones deportivas de un 30 o incluso hasta un 50%. En deportes que demandan la utilización del miembro superior, el hombro es el principal foco de lesiones, debido a la movilidad extensiva y escasa estabilidad inherente a su estructura. (Olmo, 2000)

Según el Dr. José Gilberto Sánchez, Subdirector de Medicina del Deporte del Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra", una lesión que se atiende enseguida (Máximo una hora después de su accidente), ayuda a la recuperación del atleta en un 40%, por eso mismo el papel del profesional de enfermería en el ámbito deportivo es de vital importancia, como también sus conocimientos en esta área para desarrollar estrategias preventivas y de tratamiento con la finalidad de disminuir la incidencia de lesiones. (Olmo, Arbor, 2000) Demostrando que los procedimientos e intervenciones integrados en este manual son los conocimientos esenciales que debe adquirir el profesional de enfermería en el ámbito deportivo para desarrollarse dentro de esta especialidad, cubriendo todas aquellas necesidades de salud que pueda presentar el deportista dentro de todo su proceso de preparación física, constituyendo el antes, durante y después de la competición.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Conocer las principales lesiones deportivas, causas, diagnóstico y tratamiento.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar el grado y el tipo de lesión o estructura anatómica que se ve afectada, tras el accidente o traumatismo.
- Definir la rehabilitación y tratamiento correcto dependiendo de la lesión que se está tratando.
- Priorizar intervenciones de enfermería para un rápido regreso al juego, y una completa restauración del rendimiento funcional del atleta.



## MARCO TEÓRICO

La historia médica antigua hace mención al uso empírico de agentes físicos para mantener y mejorar la salud. En la antigua Grecia, los escritos de Hipócrates (460 AC) daban gran importancia terapéutica a la dieta, los ejercicios corporales, masajes y baños de mar. (Castiglioni, Terapéutica hipocrática, 1941)

En 1960 terapeutas manuales como los noruegos Gustavson y Evjenth se plantearon cuáles podrían ser las medidas para complementar un tratamiento de lesiones y evitar así la invalidez prematura de deportistas profesionales. Entonces el sistema sanitario sólo era eficaz en sectores parciales. Muchos de los deportistas no recuperaban el rendimiento pleno después de las intervenciones quirúrgicas, pues a éstas no les seguía una fase postoperatoria de entrenamiento muscular de rehabilitación. Por ello. Los expertos pasaron a eliminar las largas fases de inmovilización. Pocos días después de la operación las lesiones de los tejidos musculares, tendinosos, ligamentosos y cartilagosos son tan importantes, que ya no es posible recuperar estos déficits en posteriores fases del tratamiento. Este problema se reconoció sobre todo en Suecia y como solución se desarrolló en el tratamiento activo, que poco tiempo después también fue adoptado por fisioterapeutas alemanes.

En los años 1970 se creó una asociación de entrenadores de rehabilitación que derivaron métodos a partir de la ciencia del entrenamiento que, en la mayoría de los casos, garantizaban una recuperación completa. Con el paso de los años las experiencias adquiridas pasaron a convertirse en conceptos terapéuticos que, hasta 1983, fueron soportados económicamente por el Verband der Berufsgenossenschaften. Este modelo estaba destinado sobre todo a la rehabilitación de deportistas profesionales. Durante más de diez años se utilizó con el nombre de “tratamiento especialmente indicado”.

Los responsables de las mutuas sanitarias llegaron a la conclusión de que lo que ayuda a los deportistas a volver lo más rápido posible al entrenamiento también puede servir a la recuperación de la capacidad laboral de los trabajadores. De esta forma, a partir de 1 de enero de 1994 se creó la fisioterapia ambulatoria ampliada (FAA). Desde entonces, un equipo interdisciplinario formado por ortopedistas, terapeutas deportivos, licenciados en ciencias de la actividad física y el deporte, fisioterapeutas, etc se ocupa de atender de manera ambulatoria los cuadros patológicos cardiológicos y del aparato locomotor. A raíz de ello todo el territorio federal alemán empezaron a proliferar los centros de rehabilitación. Sin embargo, este desarrollo se ha visto frenado por la restricción de las prestaciones y la reorganización dentro de la reforma sanitaria reciente. No se autoriza la apertura de nuevos centros de FAA y se han limitado considerablemente los periodos de tiempo de las diferentes medidas de rehabilitación.

La RHB ha pasado por diversas fases hasta su consolidación. Estos periodos históricos se han asociado a modificaciones en la interpretación del significado del término “rehabilitación” y a cambios en la praxis de la actividad clínica.

Su definición surgió de la mano de la gimnasia cuando esta se desarrolló desde una perspectiva científica. Fueron muchos los investigadores que se percataron del potencial del ejercicio físico para preservar la salud, curar la enfermedad y restaurar la capacidad de movimiento. Uno de ellos, Sebastián Busqué, fue el primero en utilizar la palabra “rehabilitación” en la bibliografía médica en 1865. Poco más tarde, la escuela francesa de neurología desarrolló el concepto de “reeducación locomotriz”, que se supuso una revolución en la aplicación de los ejercicios al tratamiento de las enfermedades nerviosas. Sobre esta columna gimnástica fueron agregándose otros procedimientos terapéuticos físicos: unos clásicos, como el masaje o el calor, y otros novedosos, como la electroterapia o la mecanoterapia. Cada uno de estos puntuales fue construyendo el edificio de la especialidad, de modo que a finales del siglo XIX ya existían gabinetes de RHB (llamados entonces “institutos de mecanoterapia”) en hospitales, clínicas y fábricas con sistemas asistenciales para trabajadores.

Poco más tarde hubo dos picos definidos de demanda social de atención al discapacitado. El primero fue promovido por los heridos de ambas guerras mundiales, que impulsaron a los Estados occidentales a asumir el compromiso de la RHB. El segundo y definitivo fue causado por las epidemias de poliomielitis del segundo cuarto del siglo XX, que constituyeron una motivación añadida para que muchos Estados creasen redes asistenciales. Sobre esta base, la RHB se reconoció en 1947 como especialidad médica en Estados Unidos. De modo sumario. La RHB evolucionó desde una nueva idea terapéutica a finales del siglo XIX hasta una actividad profesional, que cristalizó en el ecuador del siglo XX.

#### Fases históricas en del desarrollo de la rehabilitación

Fases	Época	Acontecimiento	Significado	Autor
Formulación	1865	Introducción del término “rehabilitación” en la bibliografía médica	Reanudación de una función perdida.	Sebastián Busqué Torró
Aplicación	1896	La reducción motriz como terapia para el sistema nervioso.	Una nueva modalidad de tratamiento físico	Fulgence de Rymond
Expansión	1883-1945	Clínicas de tratamiento de accidentes laborales y heridas de guerra	Actividad clínica en instituciones específicas	Basadas en reformas de Bismark

Especialización	1943	Programas hospitalarios de rehabilitación en Estados Unidos	Especialidad Médica oficial	Howard Rusk
-----------------	------	---	-----------------------------	-------------

### Los primeros testimonios

Aunque no disponemos de ningún documento escrito que atestigüe esta idea, no resulta difícil imaginar al hombre primitivo reaccionando de forma casi instintiva con actuaciones como el frotamiento enérgico de una zona dolorida o la aplicación de forma de calor o frío que la naturaleza ponía a su alcance.

En los primeros años después de Cristo, en Roma el escritor médico latino más importante fue Aulio Cornelio Celso, cuyo libro “De re medica” se cree fue escrito el año 25 o 30 después de Cristo y fue encontrado por el papa Nicolás V (1397-1455). La primera edición fue publicada en 1478 en Florencia y se estudió mucho durante el Renacimiento. En su libro, la hidroterapia es tratada tan extensamente que se piensa que Celso fue el primero en establecer las indicaciones de la hidroterapia. (Castiglioni, Historia de la medicina, 1941)

Los primeros testimonios escritos de la medicina física aparecen en china y datan de más de dos mil años antes de la era cristiana .El Kong-Fuo (año 2700 a.C), practicado por los bonzos del Tao Tse, es el escrito más antiguo conocido acerca del ejercicio terapéutico y el masaje. Está basado en una serie de posiciones y movimientos prescritos por los sacerdotes para aliviar diferentes dolencias, bajo una concepción magicoreligiosa. De igual forma, la terapéutica védica hindú es fundamentalmente mágica; recurre también, a la práctica de masajes y ejercicios (en los orígenes de la doctrina del Yoga).

También los aztecas y los mayas desarrollaron métodos terapéuticos basados en el agua (baños de vapor) (Reyes , 2006).

### El mundo griego

Hacia el año 900 a.C se comienzan a erigir múltiples asklepia, templos dedicados a Asclepio, gran divinidad sanadora, solían erigirse en las proximidades de los manantiales; a su alrededor se disponían las demás instalaciones, compuestas de gimnasio, teatro, baños, jardines y lugares par estancia, reposo y tratamiento de los pacientes. Los médicos griegos, imbuidos aún por el gran contenido espiritual de la curación, enviaban a estos templos a aquellos enfermos en los que habían fallado otros tratamientos. Las medidas terapéuticas en el ejercicio físico, la hidroterapia y el masaje,

no sólo eran utilizadas en forma higiénica o purificadora, sino también como preparación para las competencias atléticas.

Durante la segunda mitad del siglo V y la primera mitad del siglo VI a.C destaca la figura de Hipócrates de Cos (460-380 a.C). Su concepción de la terapéutica se basaba en el empleo de medios físicos, higiénicos y dietéticos. De esta forma el ejercicio físico, la gimnasia, el masaje (anatripsis) y una correcta alimentación eran medios adecuados para mantener y desarrollar la condición saludable del hombre.

En los escritos del Corpus Hipocraticum destaca la importancia del ambiente físico, el clima, el sol y el agua , tanto en la salud como en la enfermedad, y se recomienda el uso del agua fría frente a los dolores articulares de la gota y las contracturas musculares.

#### El mundo romano

En este periodo destacan Asclepiades (Siglo I a.C) y Temisón, creadores de la escuela metódica, la cual rechazaba el empleo de medicamentos y propone la dieta, el masaje , la hidroterapia y los ejercicios físicos –junto con la marcha y la carrera-aunque lejos de la idea de la capacidad sanadora natural.

En los escritos de Galeno (129-201 d.C), cuya obra se encuentran clasificaciones de los ejercicios y del masaje según su vigor, duración y frecuencia, así como descripciones del empleo de aparatos diversos y de la parte del cuerpo que intervienen al utilizarlos. Los romanos llegaron a superar a los griegos en sus prácticas crenoterápicas.

El médico romano Celio Areliano (V d.C), ardiente defensor de la luz solar como agente curativo (helioterapia), enunció algunos conceptos muy parecidos a los modernos acerca del tratamiento físico, incluyendo la hidrogimnasia, la suspensionterapia y la poleoterapia.

#### Edad Media

En esta época, tan sólo persistió la terapia farmacológica y la hidroterapia, mientras que el ejercicio físico era practicado exclusivamente por la nobleza, vuelve a valorarse la práctica de ejercicios físicos y la balneoterapia, y se crean las casas de baños, lugares donde, tras las aplicaciones hidroterápicas, se podían recibir fricciones con lodos y tierras, así como diversas atenciones.

#### El Renacimiento

Con el inicio del renacimiento, se retoma un interés inusitado por la actividad muscular. El gran Leonardo da Vinci estuvo a la cabeza del interés por la anatomía , que llegó a

ser revolucionada por Andreas Vesalius (1515-1564) quien, basándose en la disección de cadáveres humanos, detallada perfectamente la dinámica anatómica en su obra de *humani corporis fabrica libri septem* (1543).

La hidroterapia, la natación y los ejercicios corporales pasaron a formar parte del método pedagógico humanista.

Cabe el honor al médico español Cristóbal Méndez de ser el autor del primer tratado publicado sobre el ejercicio terapéutico, libro del ejercicio (1553) donde se establecen conceptos sobre el modo de realizar correctamente el ejercicio corporal y se valoran las distintas modalidades deportivas relacionadas con la edad, el sexo y condición social.

Pero el primer tratado que revolucionó fue el *Arte Gymnástica*, escrito en el año 1573 por Hieronymus Mercurialis (1530-1606), consta de seis capítulos dedicados a principios médicos, gimnasia del movimiento (lucha y saltos), especialidades como la natación y equitación.

Aunque existen referencias al empleo de las descargas eléctricas del pez torpedo en el tratamiento de algias y especialmente de la gota, la primera aportación conocida como los fenómenos eléctricos se debe a Tales de Mileto (600 a.C).

## Siglo XVII

Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), en su libro *Motu Animalium*, intenta explicar el movimiento de los cuerpos animales basado en principios mecánicos, describiendo el funcionamiento muscular mediante tensiones, fuerzas y las leyes de la palanca.

Con Thomas Sydenham (1624-1689) Notable médico de la medicina inglesa, se recupera el hipocratismo y su fe en la naturaleza como “fuerza vital”, así como en la acción curativa de los agentes físicos naturales y remedios sencillos, reflejados en su obra.

## Ilustración

Los estudios de Borelli influyeron en médicos del siglo XVII. Como Fridericus Hoffmann fue quien más hizo para restablecer la importancia del ejercicio físico en la higiene, en el tratamiento y en la vida diaria.

Nicolas Andry escribió en 1723 su notable tesis con el título *¿Es el ejercicio moderado el mejor medio para conservar la salud?*

Tissot rompió con la tradición de los clásicos, al recomendar la movilización en los pacientes quirúrgicos. En esta obra, el masaje es empleado de modo reglado según las distintas afecciones, se insiste en la necesidad de conocer la anatomía al prescribir

ejercicios terapéuticos y se analizan los movimientos que intervienen en numerosas actividades tanto manuales como artesanales.

La física dio importantes pasos en este siglo. Los nuevos conocimientos en los campos de la acústica, la terminología y los importantes estudios sobre los fenómenos eléctricos tuvieron gran influencia en la medicina de la época; Benjamin Franklin enunció el principio de conservación de la electricidad y descubrió la naturaleza del relámpago, Coulomb establecieron las medidas de la fuerza entre las cargas eléctricas. Pero sin duda, los estudios más relevantes se deben a Luigi Galvani (1737-1798) y a Alessandro Volta (1745-1827), quienes descubrieron diferentes pruebas de que la electricidad podía excitar la contracción muscular. Estos hallazgos, encauzaron la electrología en una dirección muy diferente, y dieron a la medicina muchas posibilidades del conocimiento y tratamiento de los fenómenos patológicos.

Hufeland (1762-1836) médico hipocrático alemán, destacó la importancia de los baños marinos y la helioterapia en el tratamiento de enfermos tuberculosos. En España Pedro Gómez de Bedoya publicó en 1764 otra de las obras fundamentales de la Hidrología médica, *Historia Universal de las fuentes naturales en España*, en las que se enumeran las propiedades de 214 manantiales. En 1778, por encargo de la Academia de Medicina de París, Carrere realizó una magnífica recopilación de todos los conocimientos que hasta el momento se tenían de las aguas mineromedicinales.

## Siglo XIX

La medicina de ese siglo, condujo a un nuevo enfoque, desde una perspectiva diferente, de la utilización de los agentes físicos.

Época de auge de gran parte del desarrollo del movimiento gimnástico acontecido durante el siglo XIX se atribuye a Per Henrik Ling (1776-1839), fundador del Instituto Gimnástico Central de Estocolmo, su gran aportación consistió en introducir la sistemática en el ejercicio: dosificaciones e instrucciones detalladas. Dividió la gimnasia en cuatro ramas: pedagógica, médica, militar y estética.

Liedbeck y Georgii publicó en 1840 su tratado de *Fundamentos generales de la Gimnasia*, en el que aparece el término de "*Kinesiterapia*".

El sistema de ejercicios propuesto por Ling necesitaba la continua atención personal del terapeuta. Gustav Zander llegó a la conclusión de que con palancas, poleas y pesas (mecanoterapia) podía ofrecer a la vez asistencia y resistencia, eliminando al terapeuta, salvo para lograr que el paciente comenzara el tratamiento y para una supervisión periódica. Weir Mitchell fue quien trasladó los conocimientos europeos sobre gimnasia terapéutica a Estados Unidos.

A raíz de los descubrimientos de Galvani y Volta, muchos autores comenzaron a publicar comunicaciones sobre curaciones llevadas a cabo mediante el galvanismo. El descubrimiento de la inducción eléctrica por Michael Faraday en 1831, este nuevo tipo de electricidad se incorporó a las prácticas terapéuticas. Duchene de Boulogne (1806-1875) Subrayó el hecho de que ciertos músculos paralizados conservan la excitabilidad inducida por la corriente farádica, mientras que otros la perdían.

La práctica e masaje resurgió gracias a los resultados obtenidos en Amsterdam por Johan Georg Metzger (1838-1909), quien publicó a finales del siglo XIX los métodos adde Ling aplicados a la medicina. Su libro y técnicas, *Tratado de las luxaciones del pie por medio del masaje*, tuvo en aquella época un enorme éxito. Lucas Championiere (1843-1913) introdujo el masaje y la necesidad de la movilización precoz en el tratamiento de las fracturas y sus secuelas.

La inducción electromagnética de Faraday fue llevada a términos matemáticos por J.C Maxwell (1831-1879), quien enunció las ecuaciones que rigen los fenómenos electromagnéticos y luminosos.

Se establecieron en esta época los términos de la termodinámica y fueron incorporándose a los tratamientos radiaciones electromagnéticas, como la radiación ultravioleta y la infrarroja, producidas de forma artificial.

## Siglo XX

El estallido de la Primera Guerra Mundial determino que se incrementara el empleo de los ejercicios físicos para la rehabilitación en hospitales militares de los países contendientes. En Estados Unidos, W.G. Wright desarrolló muchas técnicas cinesiterápicas, especialmente el entrenamiento de los parapléjicos para deambular sobre muletas valiéndose de las extremidades superiores.

En Alemania, después de la Primera Guerra Mundial, se produjo cierto cambio de actitud hacia los ejercicios, destacándose cada vez más la importancia de la relajación.

Uno de los mayores impulsos para los ejercicios terapéuticos proviene de otro médico estadounidense, Thomas DeLorme, quien ideó un método de dosificación sistémica del esfuerzo, al que denomino “ejercicios de resistencia progresivas” el cual obtuvo una amplia y rápida aceptación.

En 1934 el Dr Frank Krusen en conjunto con otros colegas estableció el Registro de Médicos Técnicos en Terapia Física. (Opitz, 1942)

En junio de 1949 se aprobó una sección permanente de Medicina Física en la Asociación Americana de Medicina. Krusen fue el primer presidente y su representante en la Cámara de Delegados. Krusen jugó un papel primordial en

la fusión de la rehabilitación médica con la medicina física. Su concepto de rehabilitación se enfocó principalmente a mejorar las capacidades físicas y laborales. (Gelfman, 1948)

La medida más revolucionaria fue la movilización Precoz de los pacientes después de una intervención quirúrgica mayor, propuesta por Leithauser. Herman Kabat, quien utilizó el reflejo de extensión, flexión y tónico (entre otros), y dio a su método el nombre de “facilitación propioceptiva”.

Desde principios de siglo, mediante múltiples experiencias y publicaciones de distintas escuelas europeas, americanas y orientales (de China y Japón, principalmente), se establecieron definitivamente las bases actuales del masaje, y se distinguieron diversos métodos y técnicas terapéuticas: masaje terapéutico, reflejo, sobre tejido conjuntivo, acupuntural, quiropráctico, deportivo, automasajes, etc.

En 1917. Langevin construyó el primer equipo de ultrasonidos basado en la piezoelectricidad, observando los primeros efectos biológicos de estas vibraciones de la frecuencia. En 1936, Dolhmann construyó el primer equipo de ultrasonidos aplicable en medicina. Se comenzó a tratar con ultrasonidos a enfermos con otosclerosis, cicatrices cutáneas y neuralgias. Por fin el 1939, tuvo lugar en Erlangen (Alemania) el primer congreso internacional de Ultrasonidos.

En Esau y Schliephake iniciaron la radarterapia y, en 1929, el electrodiagnóstico fue perfeccionando por Adrian y Bronk con la aguja coaxial, base de la electromiografía actual.

Por tanto, la medicina física no sólo encuentra aplicación en las disciplinas y especialidades fundamentales de rehabilitación, medicina interna y cirugía, sino también en otras, como ortopedia, traumatología, reumatología, medicina laboral, medicina deportiva, pediatría, ginecología, geriatría y medicina estética.

Por ultimo debemos recordar que muchas medidas físicas constituyen métodos preventivos y de mantenimiento que pueden estar incluidos en un denominado “régimen de vida saludable.

#### Historia de la Terapia física en México

La educación en fisioterapia inició en México hace ya más de 50 años con la capacitación de personal de enfermería y profesores de educación física, quienes con conocimientos elementales de agente físicos y ejercicios, cumplían con la misión de ayudar en la rehabilitación del paciente que había padecido la poliomielitis. La primera escuela formadora apareció en 1943, en el Hospital Federico Gómez que instrumentaba un curso de 3 a 6 meses, con entrenamiento específico para el cuidado



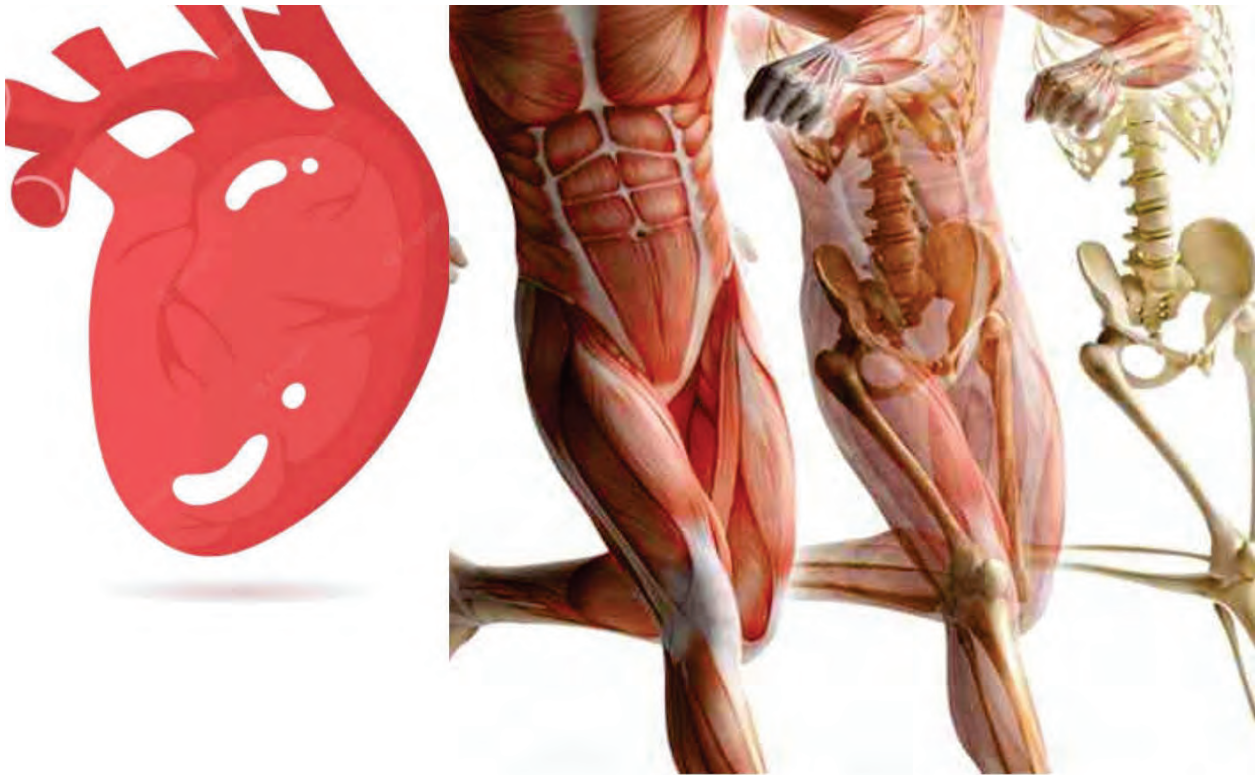
básico de enfermería en rehabilitación para la prevención y tratamiento de contracturas, deformidades, atrofas musculares por desuso y úlceras por decúbito.

En los años 50, y ante el ataque de la poliomielitis, surgió la necesidad de personal con mayor preparación académica para el manejo especializado de la discapacidad. En 1954, ante la demanda de mejor calidad en la atención del discapacitado, hubo la necesidad de incrementar el tiempo de entrenamiento a un año, se creó la escuela del Hospital ABC Adele Ann Yglesias, ampliándose el ingreso para enfermeras y profesores de educación física y buscando el aprovechamiento del ejercicio y la gimnasia en la rehabilitación de los pacientes. Para 1966 ya se había incrementado las escuelas de fisioterapia anexas a los hospitales, con el objetivo de cubrir sus necesidades inmediatas debido al incremento y la exigencia de atención cada vez más especializada por la población de discapacitados.

En la década de los 70, la creciente industrialización y el aumento de accidentes automovilísticos generaron otros tipos de discapacidad, lo que implicó la necesidad de mejorar los programas académicos para una formación profesional de calidad en fisioterapia. Por ello, se estableció como requisito el bachillerato y se incrementó la duración de los programas de estudios a dos años, integrando al currículo de la carrera disciplinas de las ciencias biomédicas, sociomédicas y filosóficas. Bajo este modelo se creó la Escuela del Instituto Mexicanos de Rehabilitación; sin embargo, estas instituciones de salud otorgaban un diploma de reconocimiento sin registro educativo.

En 1975, la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) obtuvo, para su escuela de Técnicos en Rehabilitación, el reconocimiento mediante un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación. En 1980, la escuela Adele Ann Yglesias del Hospital ABC obtuvo el Registro de Validez Oficial REVOE para estudios de fisioterapia, y el primer programa de Licenciatura en Terapia Física en el país. Tiempo después el DIF elevó su curso de técnicos al nivel de la licenciatura y obtiene el REVOE. Sin embargo, fue hasta el 2001 cuando un plan de estudios de licenciatura en Fisioterapia es ofrecida en el nivel universitario, siendo la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla quien lo realiza.

## **UNIDAD I ¿CÓMO FUNCIONA MI ORGANISMO?**



## UNIDAD I ¿COMO FUNCIONA MI ORGANISMO?

### INTRODUCCIÓN

*El cuerpo humano no es una suma de órganos y sistemas, sino una unidad organizada que funciona de forma armónica de acuerdo con las condiciones ambientales e intercambia materia y energía con el medio. Este intercambio es permanente y asegura la supervivencia. En esta unidad conocerás las estructuras anatómicas funcionales del cuerpo humano, comenzando con el sistema esquelético axial y apendicular, seguido por el sistema musculoesquelético y articular, de esta manera reconocerás que estructura anatómica se lesiona con mayor frecuencia, dependiendo del mecanismo de producción de la lesión.*



## Los tejidos y la Homeostasis

Una célula es un conjunto complejo de compartimientos, en cada uno de los cuales se lleva a cabo una gran cantidad de reacciones químicas que hacen posible la vida. Sin embargo, al igual que con las palabras, las células rara vez funcionan como unidades aisladas en el organismo. Generalmente forman agrupaciones llamadas tejidos, de la misma manera que las palabras se unen en oraciones. Un tejido es un grupo de células, similares que suelen tener un origen embrionario común y funcionan en conjunto para realizar actividades especializadas. Como se verá, la estructura y las características específicas de los tejidos dependen de factores como la naturaleza del medio extracelular que rodea las células y las conexiones entre las células que componen el tejido.

Tipos de tejidos y sus orígenes.

1. **Tejido epitelial**, reviste la superficie del cuerpo y tapiza los órganos huecos, cavidades y los conductos. También da origen a las glándulas.
2. **Tejido Conectivo**, protege y da soporte al cuerpo y sus órganos. Varios tipos de tejido conectivo mantienen los órganos unidos, almacenan energía (como el tejido adiposo), y otorga inmunidad contra microorganismos patógenos.
3. **Tejido muscular** genera la fuerza física necesaria para movilizar las estructuras corporales.
4. **Tejido Nervioso** detecta cambios en una gran variedad de situaciones dentro y fuera del cuerpo, y responde generando potenciales de acción (Impulsos nerviosos) que contribuyen en mantener la homeostasis.

### Reparación Tisular: Restablecimiento de la Homeostasis.

La reparación Tisular es el remplazo de las células desgastadas dañadas o muertas. Las células nuevas se originan por división celular del estroma, el tejido conectivo de soporte, o del parénquima, las células que constituyen la parte funcional de un tejido o un órgano. En los adultos, cada uno de los cuatro tipos básicos de tejido (epitelial, conectivo, muscular y nervioso) tiene una capacidad diferente para reemplazar las células parenquimatosas perdidas por la lesión, enfermedad o algún otro tipo de proceso.

Las células epiteliales, que toleran considerable desgaste y tracción (e incluso lesiones) en algunas localizaciones, tiene una capacidad continua de renovación. En algunos casos células inmaduras o indiferenciadas llamadas células madre (stem cells) se dividen para reemplazar a las células pérdidas o dañadas. Por ejemplo, hay células madre en ubicaciones especiales en la piel o en el tubo digestivo que reponen las células descamadas de la superficie apical, y en la médula ósea reponen constantemente los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas, En otros

casos, células maduras o diferenciadas pueden experimentar división celular, son ejemplo los hepatocitos (células hígado) y las células endoteliales de los vasos sanguíneos.

Algunos tejidos conectivos también tienen una capacidad constante de renovación. Como el hueso que está profusamente irrigado. Los tejidos conectivos como el cartílago no pueden proveer nutrientes celulares con tanta facilidad, en parte por su escasa irrigación.

El tejido muscular tiene una capacidad relativamente baja de renovación celular. Aunque el tejido muscular esquelético tiene células madre llamadas *células satélites*, éstas no se dividen con la suficiente rapidez como para reemplazar las fibras musculares dañadas.





La restauración de un tejido u órgano lesionado depende estrictamente de la participación activa de las células parenquimatosas en el proceso. Si las células parenquimatosas llevan a cabo la renovación, la regeneración tisular es posible y puede producirse una reconstrucción casi perfecta del tejido. Sin embargo, si los fibroblastos del estroma son parte activa en la regeneración, el tejido dañado será sustituido por tejido conectivo. Los fibroblastos sintetizan colágeno y otras sustancias de la matriz que se agregan para formar tejido cicatrizal, proceso conocido como **fibrosis**. Como el tejido cicatrizal no está especializado para cumplir las actividades del tejido parenquimatoso, la función original del tejido u órgano se deteriora.

Cuando el daño tisular es extenso, como en las heridas abiertas grandes tanto del tejido conectivo del estroma como las células parenquimatosas son parte activa en la reparación; Los fibroblastos se dividen rápidamente y se producen nuevas fibras colágenas para brindar fuerza estructural. Los capilares sanguíneos también desarrollan nuevas ramas para irrigar el tejido dañado con los elementos necesarios. Todos estos procesos generan un tejido conectivo que crece activamente y se llama **tejido de granulación**. Este nuevo tejido se forma en toda la herida o a la incisión quirúrgica y brinda un marco estroma de sostén a las células epiteliales que migran para cubrir el área abierta. Este nuevo tejido de granulación en formación también secreta líquidos para destruir las bacterias. Tres factores afectan la reparación tisular. La nutrición, la irrigación y la edad. La nutrición es vital por que el proceso exige una gran demanda de nutrientes. Es importante una dieta adecuada en cantidad de proteínas puesto que los componentes estructurales del tejido son proteínas. Varias vitaminas desempeñan también un papel directo importante en la curación de las heridas y la reparación de los tejidos. Por ejemplo la vitamina C afecta de manera directa la producción normal y mantenimiento de los materiales de la matriz, al mismo tiempo que refuerza y promueve la formación de nuevos vasos sanguíneos.

La irrigación adecuada es esencial para transportar oxígeno, nutrientes, anticuerpos y células defensivas hacia la herida. La sangre tiene asimismo un papel importante en retirar líquido tisular, bacterias, cuerpos extraños y detritos, elementos que de otra forma interferirían con la curación de la herida.

### Sistema tegumentario y la HOMEOSTASIS

APARATOS Y SISTEMAS DEL ORGANISMO	CONTRIBUCIÓN DEL SISTEMA TEGUMENTARIO
Para todos los aparatos orgánicos.	La piel y el pelo constituyen barreras que protegen a todos los órganos de agentes nocivos del ambiente externo, las glándulas sudoríparas y los vasos sanguíneos de la piel regulan la temperatura corporal, necesaria para el funcionamiento apropiado de otros sistemas.
Sistema Esquelético. 	En la piel se activa la vitamina D, necesaria para la absorción adecuada del calcio y el fósforo de la dieta que intervienen en la formación y mantenimiento de los huesos.
Sistema Muscular. 	La piel contribuye al aporte de iones de calcio necesarios para la contracción muscular.
Sistema Nervioso. 	Los terminales nerviosos en la piel y en tejido subcutáneo conducen las sensaciones táctiles, de presión, térmicas y de dolor hacia el cerebro.
Sistema Endocrino. 	Los queratinocitos ayudan a convertir la vitamina D en calcitriol, hormona que participa en la absorción de calcio y fósforo de la dieta.
Aparato Cardiovascular. 	Cambios químicos locales en la dermis causan la dilatación o contracción de los vasos sanguíneos de la piel, lo que permite la regulación del flujo sanguíneo.
Sistema linfático o inmunitario. 	La piel es la primera línea de defensa en la inmunidad, ya que presenta barreras mecánicas y secreciones químicas que dificultan la penetración y el crecimiento de microorganismos, las células de Langerhans en la epidermis participan en la respuesta inmune reconociendo y procesando antígenos extraños. Los macrófagos de la dermis los fagocitan microorganismos que

	atravesan la superficie de la piel.
Aparato Respiratorio. 	El pelo de la nariz filtra las partículas de polvo inhaladas en el aire, la estimulación de terminaciones nerviosas de dolor en la piel puede alterar la frecuencia respiratoria.
Aparato Digestivo. 	La piel permite a activar la vitamina D en la hormona calcitriol, que promueve la absorción de calcio y fósforo de la dieta en el intestino delgado.
Aparato Urinario. 	Las células del riñón reciben la vitamina D parcialmente activada se convierten en calcitriol, algunos productos metabólicos se secretan del organismo a través de la piel con el sudor, lo cual completa la excreción por el aparato urinario.
Aparato Reproductivo 	Las terminales nerviosas en la piel y el tejido subcutáneo responde a estímulos eróticos y contribuyen por lo tanto al placer sexual, la succión de la mama por el lactante estimula terminales nerviosas en la piel y lleva eyección de leche, las glándulas mamarias son glándulas sudoríparas modificadas que secretan la leche, la piel se distiende durante el embarazo a medida que el feto crece.

*Tabla 1. Síntesis de la contribución del Sistema Tegumentario en los diferentes aparatos y sistemas del organismo.*

### Homeostasis y el Hueso.

**Remodelación ósea.** Es el reemplazo permanente del hueso viejo por el tejido nuevo. Comprende la resorción ósea resorción de minerales y fibras orgánicas del hueso por los osteoblastos. La resorción de hueso lleva a la destrucción de matriz osteoide mientras que el depósito óseo conduce a formación de matriz. Constantemente se remodela cerca del 55 de la masa total del hueso del organismo. La remodelación se produce en distintas proporción en las diferentes regiones del esqueleto. La porción distal del fémur se reemplaza aproximadamente cada 4 meses. Por el contrario, el tejido óseo en ciertas zonas de la medula del fémur no llega a ser reemplazado por completo durante la vida de un individuo. El proceso de remodelación también remueve el hueso lesionado y lo reemplaza por tejido nuevo. La remodelación puede ser estimulada por factores como el ejercicio, el sedentarismo y los cambios en la dieta. La remodelación tiene varios beneficios adicionales. Ya que la solidez de un hueso se relaciona con el grado de tensión que soporta, si se somete recientemente el hueso recientemente formada a cargas pesadas, tendrá mayor espesor y por lo tanto será mas solido que el

hueso viejo. Por último, el tejido óseo nuevo es más resistente a las fracturas que el viejo.

### **Factores que afectan el crecimiento y la remodelación del hueso**

El metabolismo normal del hueso crecimiento en los jóvenes y remodelación en los adultos depende de varios factores, como la ingesta adecuada de minerales y vitaminas y de las concentraciones suficientes de diversas hormonas.

1. **Minerales.** Para que se produzca el crecimiento del hueso son necesarias grandes cantidades de calcio y fósforo y pequeñas cantidades de flúor, magnesio, hierro y magnesio. Estos minerales resulta indispensables también durante la remodelación ósea.
2. **Vitaminas.** La vitamina C se requiere para síntesis de colágeno principal proteína del hueso y para la diferenciación de los osteoblastos en osteocitos. Para la síntesis proteicas son necesarias también las vitaminas K y B12, mientras que la vitamina A estimula la actividad de los osteoblastos.
3. **Hormonas.** Durante la niñez, las hormonas más importantes para el crecimiento óseo en los factores de crecimiento similares a la insulina *insulin-like-growth factors IGF*, producidos por el hígado y el tejido óseo. Los IGF estimulan a los osteoblastos, promueven la división celular en la placa epifisaria y en el periostio y aumentan la síntesis de proteínas para construir el tejido óseo nuevo. Los IGF son producidos en respuesta a la secreción de la hormona del crecimiento GH por el lóbulo anterior de la hipófisis. Las hormonas tiroideas T1 y T4 secretadas por las glándulas tiroideas inducen también el crecimiento óseo mediante la estimulación de los osteoblastos.



## Sistema Esquelético Axial

El sistema esquelético se desarrolla a partir del mesodermo que aparece durante la tercera semana del desarrollo. El mesodermo es una estructura en bloques a cada lado del tubo neural denominados somitas. Cada somita se diferenciará en una porción ventromedial (esclerotomo) y una dorsolateral (dermomiótomo).

Al final de la cuarta semana, el esclerotomo se convierte en un tejido laxo denominado mesénquima con células capaces de migrar y diferenciarse. En algunas zonas las células mesenquimales se diferencian hacia condroblastos que darán lugar a cartílagos. En otras zonas se diferenciarán hacia osteoblastos, las células formadoras de tejido óseo. La constitución del hueso podrá seguir un proceso de osificación intramembranosa o endocondral.

En la Osificación intramembranosa los osteoblastos depositan matriz intracelular que se calcifican y forma espículas de hueso esponjoso. Los osteoblastos atrapados en la matriz ósea se convierten en osteocitos, mientras que otros osteoblastos depositan sucesivas capas de laminillas óseas. A medida que las espículas se engruesan y fusionan, forman láminas de hueso compacto.

## Funciones y Estructura del Tejido Óseo

El tejido óseo representa un tejido conectivo altamente especializado, que cumple numerosas funciones.

- 1) Proporciona una estructura rígida al organismo, sirviendo de sostén de los tejidos blandos y de palanca que posibilita el movimiento gracias a la acción de los músculos.
- 2) Protege diferentes vísceras como el encéfalo, la médula espinal, el corazón, los pulmones y los órganos alojados en la cavidad pélvica.
- 3) Contiene el tejido hematopoyético (médula ósea roja) encargado de la producción de los elementos formes de la sangre.
- 4) Interviene en la hematopoyesis mineral actuando como reservorio de calcio y fósforo.
- 5) Actúa como almacén de energía gracias a la presencia de la médula ósea amarilla que está constituida fundamentalmente por células adiposas.

El análisis microscópico del tejido óseo permite distinguir entre los **elementos celulares** y el material existente entre ellos que se denomine **matriz intercelular** y que estén constituidos por fibras y sustancia fundamental.

**Elementos Celulares** Se han descrito cuatro tipos de células claramente diferenciadas: células osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos y osteoclastos

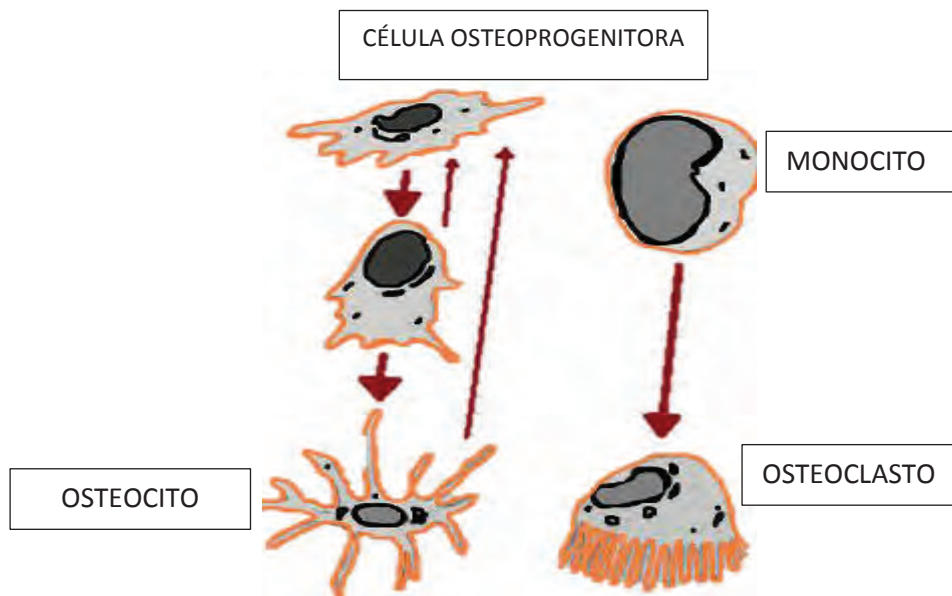


Figura 1. Origen de las células del tejido óseo

**Las células osteoprogenitoras:** Derivan directamente del mecanismo del mesénquima y poseen la capacidad de dividirse y posteriormente diferenciarse hacia unas células óseas denominadas osteoblastos. Se localizan en la porción más interna del periostio, en el endostio y en todos los canales óseos que poseen vasos sanguíneos.

**Los osteoblastos:** Células presentes en las zonas periféricas de los huesos en crecimiento con disposición en capa epitelioide y con forma cúbica, son los encargados de la formación de hueso. Estudios citológicos demuestran su papel en la síntesis de matriz ósea (osteóide) y en su posterior calcificación.

**Los osteocitos:** Son el resultado de la diferenciación de los osteoblastos que quedando rodeados por matriz calcificada, no pueden dividirse ni secretar matriz nueva en cantidades apreciables. No obstante, ha podido ser demostrada la presencia de prolongaciones celulares que ocupan conductos que comunican las lagunas óseas y que permitirán la comunicación entre osteocitos vecinos.

**Los osteoclastos:** Son un tipo de macrófago encargado de erosionar la matriz ósea permitiendo que el hueso esté en un continuo proceso de renovación. Se originan a partir de monocitos procedentes del tejido hematopoyético de la médula ósea que, pasando a la sangre, se fijan en la matriz ósea de la superficie del hueso.

#### Anatomía Macroscópica de los Huesos:

De forma clásica y desde un punto de vista macroscópico, los huesos se han calcificado atendiendo a sus dimensiones en:

**1 Huesos largos:** si predomina una de las dimensiones sobre las otras dos (por ejemplo húmero). En ellos se distinguen anatómicamente tres zonas: diáfisis o parte media, epífisis o extremos del hueso y metáfisis o zona de unión entre las epífisis y la diáfisis.

**2 Huesos cortos:** Son de forma cúbica de similar longitud y anchura. Están formados de hueso esponjoso y tienen una capa fina de hueso compacto.

**3 Huesos planos:** Son finos y formados por placas paralelas de hueso compacto, encierran una capa de hueso esponjoso, proporcionan protección y proveen amplias áreas para la inserción de músculos.

**4 Huesos Irregulares:** Son huesos de formas complejas. Se constituyen con cantidades variables de hueso esponjoso y compacto.

**5 Huesos Suturales:** Pequeños huesos que se encuentran entre las articulaciones de determinados huesos craneales.

**6 Huesos Sesamoideos:** Huesos englobados en los tendones.

## Fisiología Ósea

Para entender la fisiología ósea podemos dividir al hueso en tres partes.

- **Diáfisis:** Parte larga del hueso
- **Epífisis:** Extremos del hueso
- **Metáfisis:** Está situada entre las dos anteriores y es la responsable del crecimiento.

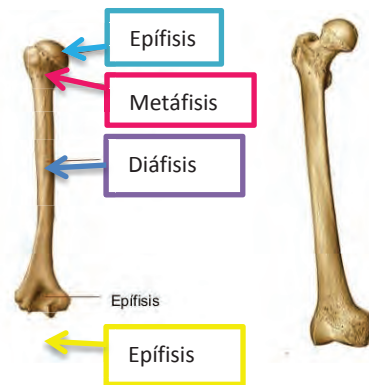


Figura 2. Partes del hueso largo

El cartílago desarrolla un periostio y en el centro se forman los osteoblastos. Después empieza a calcificarse. Simultáneamente a la osificación endocondral que avanza desde la diáfisis hacia las epífisis, provocando el crecimiento del hueso en longitud durante la etapa de la infancia y adolescencia, se le llama placa epifisiaria.

La diáfisis que es una masa sólida de cartílago hialino es sustituida por hueso compacto en el centro del cual la cavidad medular se llena de médula ósea roja.

Cuando los vasos penetran en las epífisis se forma un centro de osificación secundario. Estos aparecen en el momento del nacimiento formados de hueso esponjoso.

### Huesos del cuerpo Humano

Cuadro 1 Descripción de las características del cráneo: suturas, senos paranasales y fontanelas

Cráneo	Número	Fontanelas	Número
Occipital	1	Anterior	1
Parietal	2	Posterior	1
Frontal	1	Anteolateral	2
Temporal	2	Posteolateral	2
Esfenoides	1		
Etmoides	1		

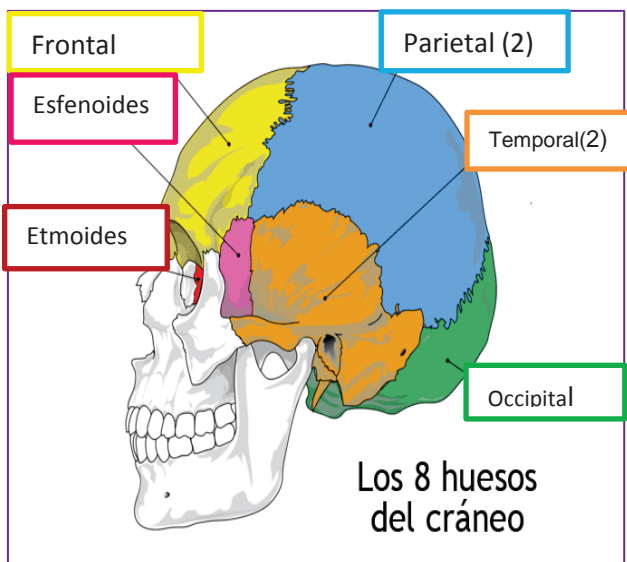


Figura 3. Vista medial de una sección sagital de la cabeza (veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition figura 3-4).

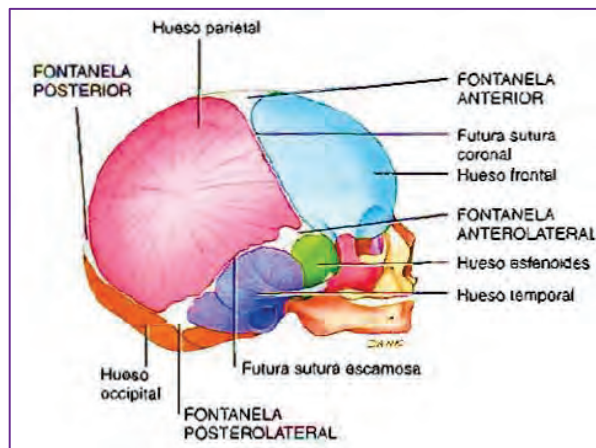


Figura 4. Fontanelas al momento del nacimiento. (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition

**Hueso frontal:** Forma la frente el techo de las orbitas y la mayor parte de la porción anterior de la base del cráneo.

**Huesos Parietales:** Los dos huesos parietales forman la porción más grande de las partes laterales del cráneo así como su techo. La superficie interna presenta numerosas protusiones y depresiones donde se hallan los vasos sanguíneos que irrigan la duramadre, el tejido conectivo superficial que recubre al cerebro.

**Huesos temporales:** Forman la porción inferior y lateral del cráneo y parte de la base del cráneo.

**Hueso Occipital:** Forma la parte posterior y la mayor parte de la base del cráneo.

**Huesos esfenoides:** Yace en la porción media de la base del cráneo. Este hueso es la piedra angular de la base del cráneo ya que se articula con el resto de los huesos craneales manteniéndolos unidos entre sí.

**Hueso etmoides:** Tiene una apariencia esponjosa, se ubica en la línea media en la parte anterior de la base del cráneo por dentro de las orbitas. Se encuentra delante del esfenoides y detrás de los huesos nasales. El etmoides forma 1) forma parte de la porción anterior de la base del cráneo 2) las paredes internas de las orbitas 3) la porción superior del tabique nasal, que divide la cavidad nasal en derecha e izquierda 4) la mayor parte de la pared superior de la cavidad nasal. Este hueso constituye una de las principales de sostén de la cavidad nasal.

#### Huesos de la cara

*Cuadro 2 Morfología y clasificación de los huesos de la cara*

Cara	Número	Oído	Número
Nasal	2	Martillo	2
Vómer	1	Yunque	2
Cornete inferior	2	Estribo	2
Lagrimal	2	Cuello	
Molar	2	Hiodes	1
Palatino	2		
Maxilar superior	2		
Maxilar inferior	1		

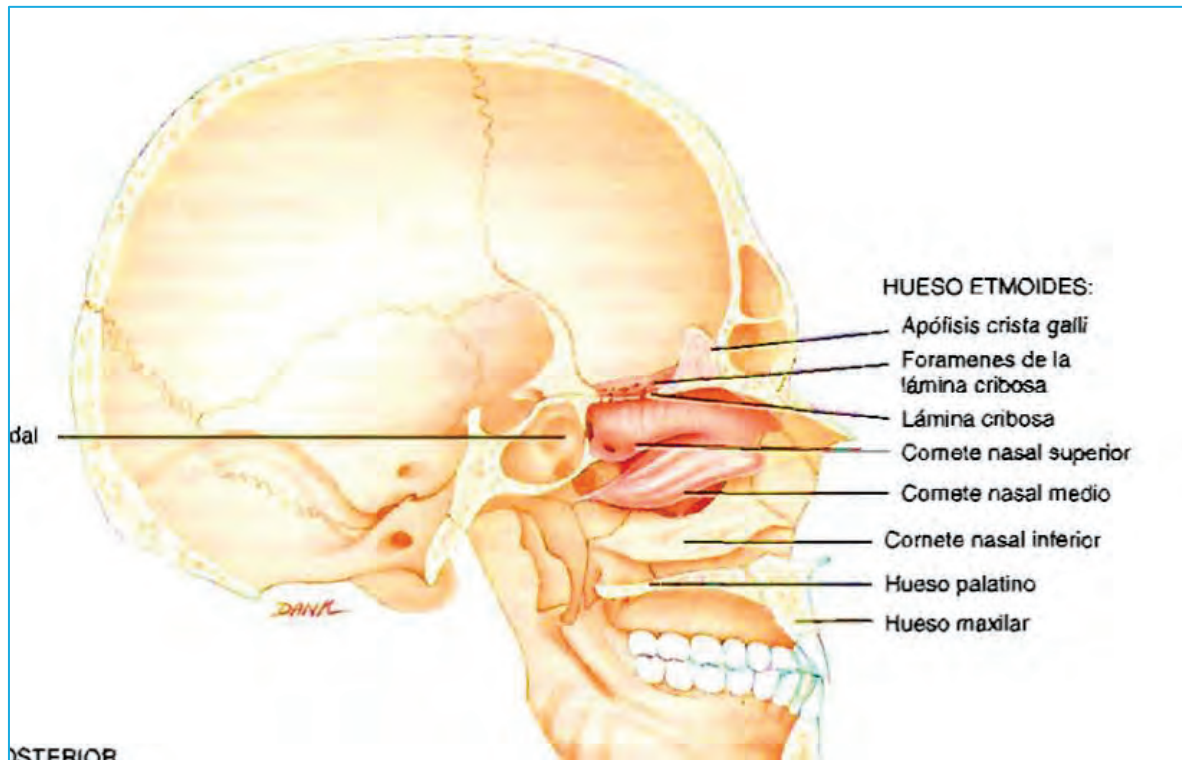


Fig 5. Hueso etmoides Vista medial en sección sagital (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second edition, figura 3-10)

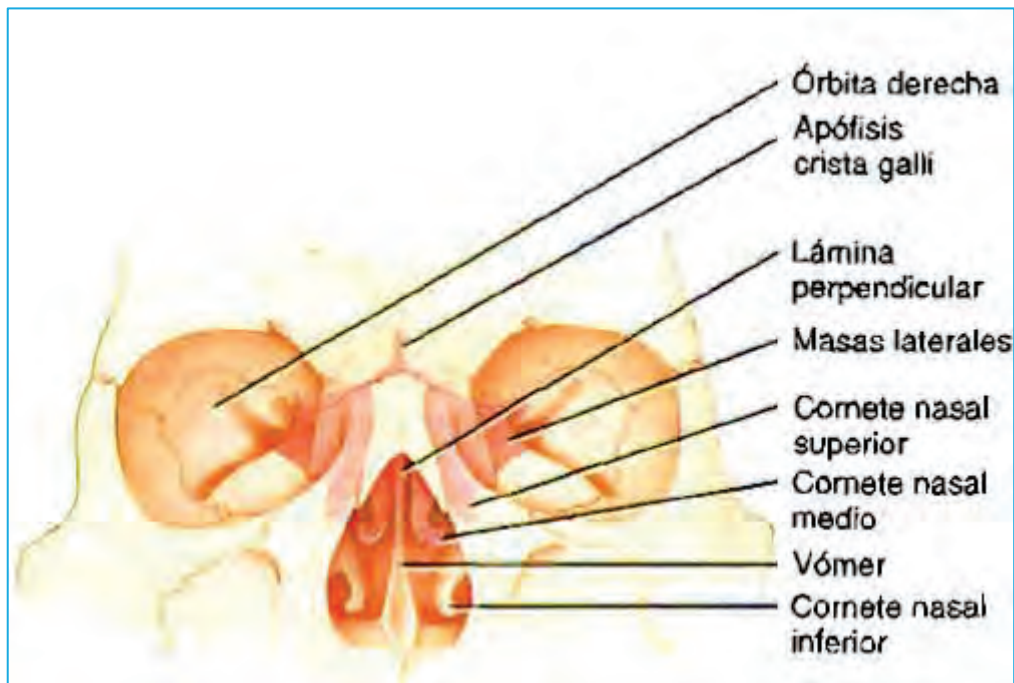


Fig 6. Vista anterior de la posición del hueso etmoides en la cabeza ósea (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second edition, figura 3-10)

**Huesos nasales:** Los dos huesos nasales, se unen en la línea media y forma parte del puente de la nariz el resto del tejido de sostén de la nariz está constituido por cartílago.

**Huesos maxilares:** Ambos huesos maxilares se unen para formar el maxilar superior. Se articula con todos los huesos de la cara excepto con la mandíbula. Los maxilares forman parte del piso de la órbita, de las paredes laterales y piso de la cavidad nasal, y la mayor parte del paladar duro.

**Huesos palatinos:** Es un hueso par con forma de L, que forma la porción posterior del paladar duro, parte del piso y la pared lateral de la cavidad nasal y una pequeña porción del piso de la órbita.

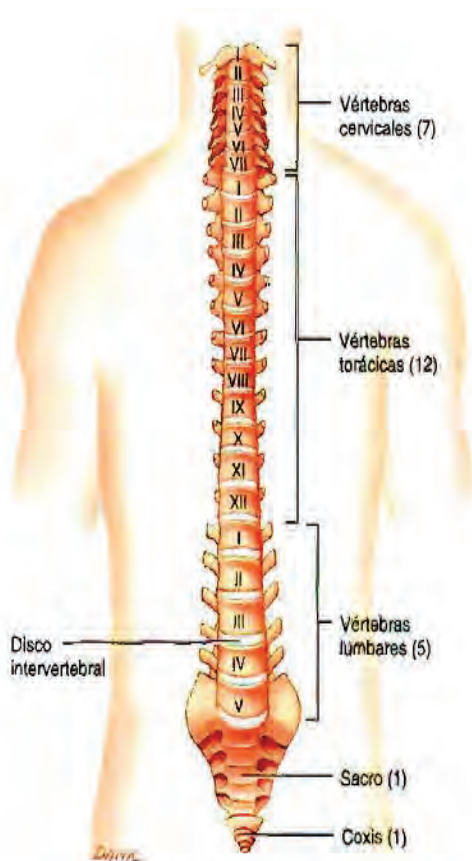
**Cornete nasal inferior:** Los dos cornetes nasales inferiores, ubicados por debajo del cornete nasal medio del hueso etmoides, estos huesos en forma de concha forman parte inferolateral de la cavidad nasal y se proyectan dentro de esta. Los tres pares de cornetes nasales (superior, medio e inferior) Ayuda a general turbulencia y filtrar el aire antes de que este llegue a los pulmones.

**Hueso Vómer:** Es un hueso aproximadamente triangular ubicado en el piso de la cavidad nasal, que se articula por arriba con la lámina perpendicular del etmoides y por debajo con ambos maxilares y huesos palatinos a lo largo de la línea media.

### Huesos de la columna vertebral.

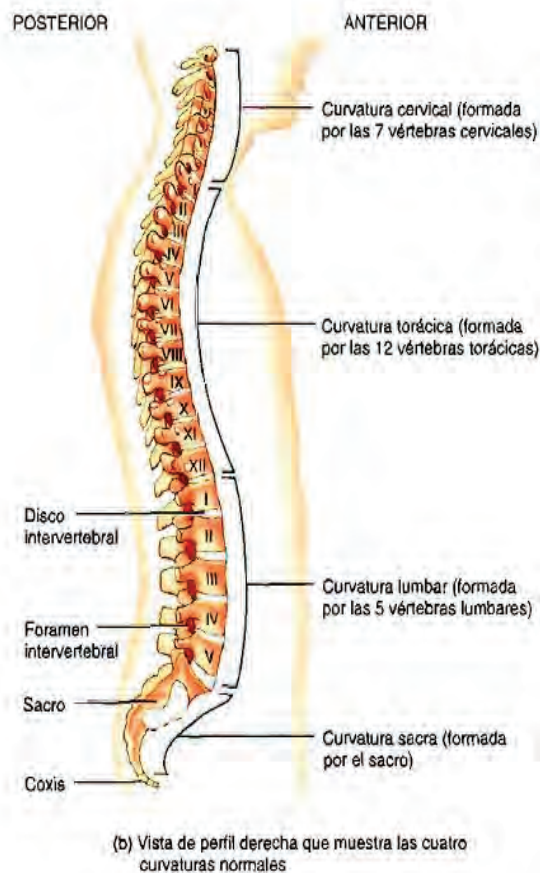
Cuadro 3 Morfología y clasificación de los huesos de la columna vertebral

Vertebras	Adultos	Niños
Cervicales	7	7
Dorsales	12	12
Lumbares	5	5
Sacras	5	1
Coccígenas	4	1



(a) Vista anterior que muestra las regiones de la columna vertebral

La columna vertebral, representa alrededor de dos quintas partes de la longitud del cuerpo. La columna vertebral, el esternón y las costillas forman el esqueleto del tronco. Está constituida por hueso y tejido conectivo que rodea y protege a la médula espinal compuesta por tejido conectivo y nervioso.



**Fig.7 Columna Vertebral.** Los números entre paréntesis en la figura (a) indica el número de vértebras en cada región. En (d), el tamaño relativo de los discos es mayor para enfatizarlo. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human body, Second Edition*, figura 3-15)

Estas contienen la siguiente distribución:

- 7 vértebras cervicales: En la Región del cuello
- 12 vertebras torácicas: Es a región posterior de la caja torácica.
- 5 vértebras lumbares, que son el soporte de la porción inferior de la espalda.
- 1 hueso sacro, formado por 5 vertebras sacras fusionadas.
- 1 hueso coxis, formado por las 4 vértebras coxígeas fusionadas.

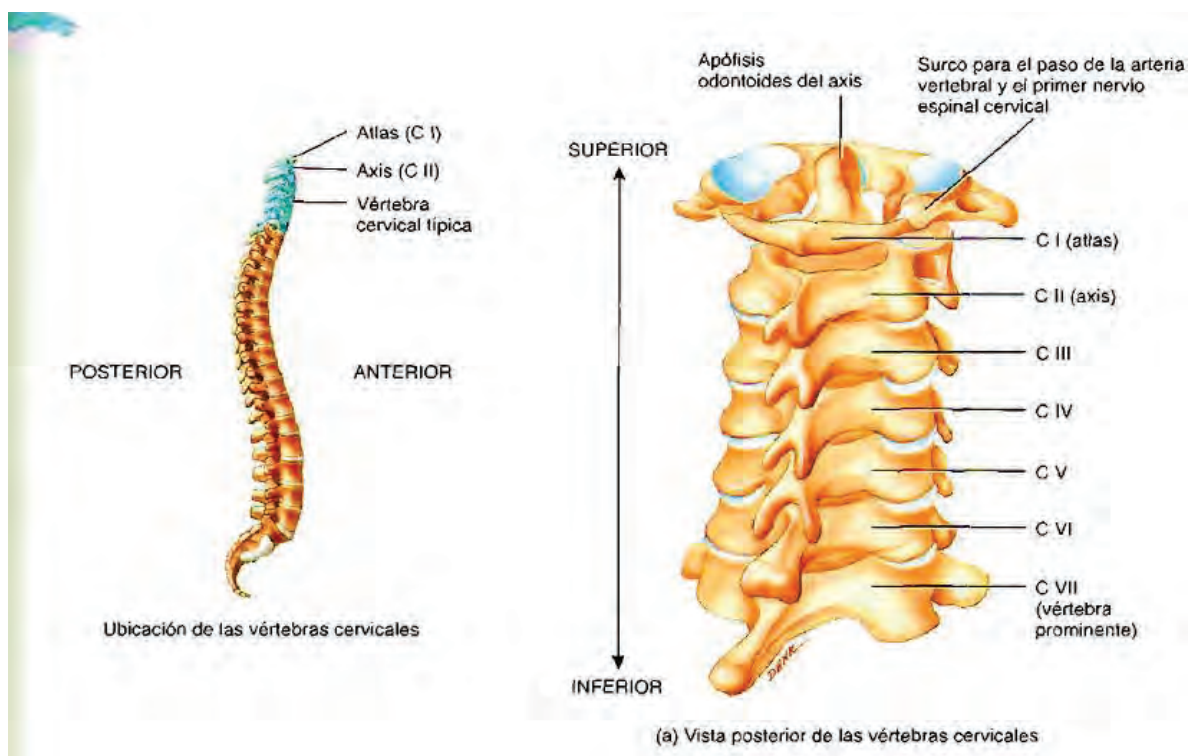
Las vértebras cervicales, dorsales y lumbares son móviles, mientras que el sacro y el coxis son huesos inmóviles.

**Región Cervical:** (C1-C VII) Todas las vértebras cervicales presentan tres fóramenes: el vertebral y dos transversos. El foramen vertebral en este sector es el más grande de la columna vertebral, ya que contiene al ensanchamiento cervical de la medula espinal.



Las dos primeras vértebras cervicales difieren considerablemente al resto. El atlas C1 es un anillo de hueso con dos arcos uno anterior y otro posterior y dos grandes masas laterales.

La segunda vértebra cervical C II, el axis a diferencia de la anterior si presenta un cuerpo. Tiene una apófisis en forma de clavija denominada apófisis odontoides, que se proyecta hacia arriba a través de la porción anterior del foramen vertebral del atlas. La apófisis forma un eje o pivote alrededor del cual rota el atlas como la cabeza. Esta disposición permite el movimiento de la cabeza de un lado a otro. La articulación formada por la cara anterior de la apófisis odontoides y la cara posterior del arco anterior del atlas se denomina articulación atlantoaxoidea. En algunos casos de traumatismo craneoencefálico, la apófisis odontoides puede impactar contra el bulbo raquídeo. Este tipo de lesión es la causa habitual de muerte en las lesiones cervicales por latigazo.



**Fig.8 Vértebras Cervicales.** (Veasé Tortora, *A photographic Atlas of the Human Body*, Second edition, figura 3-17)

La tercera y la sexta vértebra cervical (C III-CVI) Corresponde al patrón estructural ya descrito para una vértebra típica. La séptima vértebra cervical, llamada vértebra prominente, es algo diferente. Se puede ver al palpar su apófisis espinosa en la base del cuello.

**La vértebras Torácicas:** T1-TXI Son consideradas más grandes y resistentes que las vértebras cervicales. Las apófisis espinosas de T1 y TII son largas, aplanadas lateralmente y están dirigidas hacia abajo. En contraste, la apófisis espinosas de TXI a TXII son más cortas, gruesas y se proyectan más hacia atrás. Las características que diferencian a las vértebras dorsales del resto es que se articulan en las costillas. Excepto la TXI Y TXII sus apófisis transversas presentan carillas articulares que se articulan con los tubérculos costales. T1 tiene una carilla articular superior y una hemicarilla articular inferior. TII-TVII tiene hemicarillas superiores e inferiores y TX tiene fositas costales superiores. Los movimientos de la región torácica están limitados por la unión de las costillas al esternón.

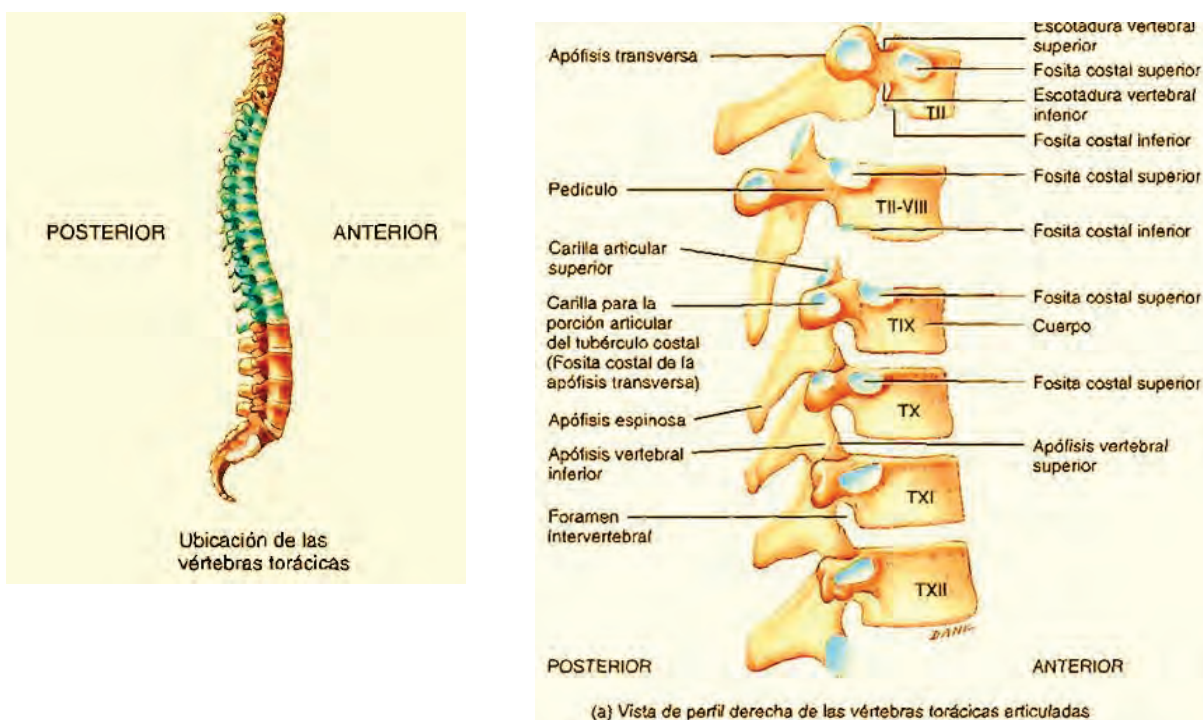


Fig. 9 **Vértebras torácicas.** (Véase en el Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, Figura 3-16*)

**Región lumbar:** LI- LV son las más grandes y fuertes de la columna vertebral, debida a que el porcentaje del peso corporal soportado por las vértebras aumenta hacia la región inferior. Sus proyecciones son cortas y gruesas. Las apófisis articulares superiores se orientan hacia la línea media, y las apófisis articulares inferiores se dirigen más hacia afuera que hacia abajo. Las apófisis espinosas tienen forma de cuadrilátero, son gruesas y anchas y se proyectan casi rectas hacia atrás. Las apófisis

espinosas están bien adaptadas para la inserción de los grandes músculos de la espalda.

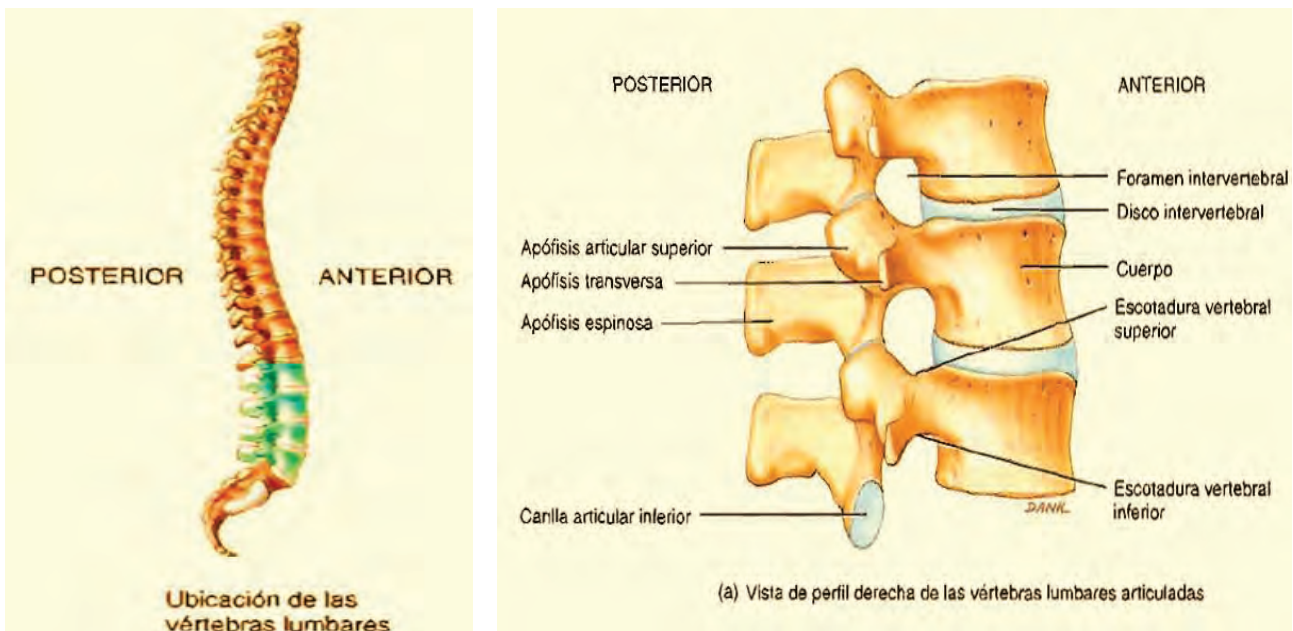


Fig.10 **Vértebras lumbares.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-18*)

**Sacro:** Es un hueso triangular formado por la fusión de las cinco vertebra sacras SI-SV. Las vértebras comienzan a fusionar entre los 16 y 18 años de edad, completándose este proceso alrededor de los 30 años. Colocando en la porción posterior de la cavidad pelviana entre ambos huesos coxales, el sacro sirve de fuerte cimiento de la cintura pelviana. El sacro femenino es más corto, ancho y más curvo entre SII Y SIII.

La concavidad anterior del sacro mira hacia la cavidad pelviana. Presenta una superficie lisa y contiene cuatro líneas transversales que marcan la unión entre los cuerpos vertebrales. A) en la de esas líneas hay cuatro forámenes o agujeros sacros anteriores. La porción lateral de la superficie superior del sacro, tiene una superficie lisa (a la sacra), que está formada por la fusión del proceso transverso de la vértebra sacra S I.

La superficie convexa posterior del sacro contiene la cresta sacra media, formada por la fusión de la apófisis espinosa de las vértebras sacras superiores; la cresta sacra lateral, fusión de las apófisis trasversal de las vértebras sacras, y cuatro forámenes sacros posteriores. Estos últimos se comunican con los forámenes sacros anteriores y

permiten el pasaje de nervios y vasos sanguíneos. El conducto sacro es una continuación del conducto vertebral. Las láminas de la quinta vértebra sacra, y a veces de la cuarta, fallan en su fusión. Esto deja una entrada inferior en el conducto vertebral denominado hiato sacro. A cada lado del hiato se encuentran las astas del sacro, las apófisis articulares inferiores de la quinta vértebra sacra. Éstos están conectados por ligamentos al coxis.

**Coxis:** Al igual que el sacro, tiene forma triangular. Generalmente está formado por la fusión de las cuatro vértebras coxígeas como Co I – Co IV. Las vértebras coxígeas más tardíamente que las sacras, entre los 20 y 30 años de edad. La superficie dorsal del cuerpo del coxis contiene dos astas coxígeas que se conecta a través de ligamentos con las astas del sacro. Las astas del coxis están formadas por los pedículos y las apófisis articulares superiores de la primera vértebra coxígea. Sobre las superficies laterales del coxis hay una serie de apófisis transversales de las cuales el primer par es el más grande. El coxis se articula por arriba con el vértice del sacro. En las mujeres el coxis apunta más hacia abajo para permitir el pasaje del bebe durante el parto.

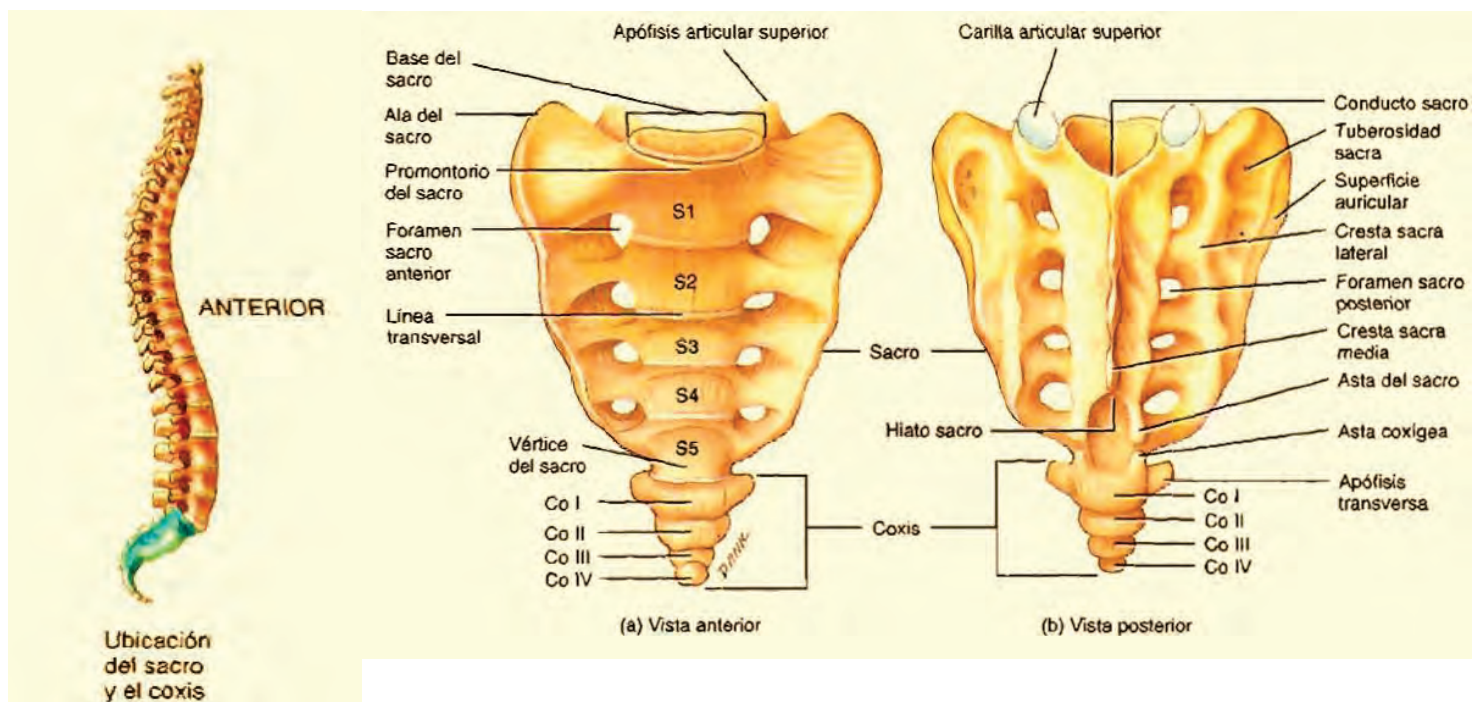


Fig.11 **Sacro y Coxis.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, Figura 3-19*)

*Cuadro 4 Comparación de las principales características entre las vértebras cervicales, torácicas y lumbares*

Características	Cervical	Torácicas	Lumbar
➤ Estructura completa.	Pequeño	Más grande que el anterior	El más grande
➤ Cuerpo.	Uno vertebral y dos transversos	Uno vertebral	Uno vertebral
➤ Forámenes.	Delgado y usualmente bífido (CII- CVI)	Largo y considerablemente grueso (proyectado hacia abajo)	Corto y sin punta (proyectado más hacia atrás que hacia abajo)
➤ Apófisis esponjosa.	Pequeño	Considerablemente largo.	Largo y sin punta
➤ Apófisis transversa	Ausente	Presente	Ausente
➤ Carillas articulares para las costillas (fositas costales)	Posterosuperior	Posterolateral	Medial
➤ Dirección de las carillas articulares	Anteroinferior	Anteromedial	Lateral
➤ Superior	Grueso en comparación con el tamaño de los huesos vertebrales	Fino en relación con el tamaño de los cuerpos vertebrales	El de mayor tamaño
➤ Inferior			
➤ Tamaño de los discos intervertebrales			

#### Huesos del Torax.

*Cuadro 5 Morfología y clasificación de los huesos del Torax*

Tórax	Número
Costillas	24
Esternón	1

**Tórax:** El término se refiere a todo el pecho. Es una caja ósea formada por el esternón, los cartílagos costales, las costillas y los cuerpos de las vértebras torácicas. Encierra y

protege a los órganos del tórax y de la región superior del abdomen y provee soporte para los huesos de la cintura escapular y los miembros superiores.

**Esternón:** Es un hueso plano, delgado, localizado en el centro de la pared anterior del tórax, que mide alrededor de 15 cm y está constituido por tres partes. La porción superior es el manubrio, la media y la más larga es el cuerpo y la inferior y la más chica es el apéndice o apófisis xifoides. Los segmentos del esternón se encuentran completamente fusionados para los 25 años de edad y los puntos de fusión están marcados por líneas transversales.

**Costillas:** Doce pares de costillas otorgan soporte estructural a ambos lados de la cavidad torácica. Las costillas incrementan su longitud desde la primera hasta la séptima y luego son más cortas hasta llegar en la duodécima. Cada costilla se articula en el extremo posterior con su correspondiente vértebra torácica.

Los primeros siete pares de costillas se insertan directamente en el esternón a través de una tira de cartílago hialino denominado cartílago costal. Los cartílagos costales contribuyen a la elasticidad de la caja torácica y evitan la fractura del esternón y las costillas en caso de traumatismo torácico. Las costillas que tienen cartílagos costales y se insertan directamente en el esternón reciben el nombre de costillas verdaderas (vertebroesternales). Las articulaciones entre las costillas verdaderas y el esternón se denominan costoesternales. Los restantes cinco pares de costillas se llaman costillas falsas, ya que sus cartílagos costales se insertan indirectamente con el esternón o no se insertan en él. Los cartílagos de la octava, la novena y la décima costilla se unen entre ellos y con el cartílago de la séptima costilla. Estas costillas falsas también se llaman vertebrocondrales. Los pares de costillas once y doce son costillas falsas denominadas costillas flotantes ya que sus cartílagos costales no tienen inserción de ningún tipo de esternón. Estas costillas se articulan solo su región posterior con las vértebras torácicas.

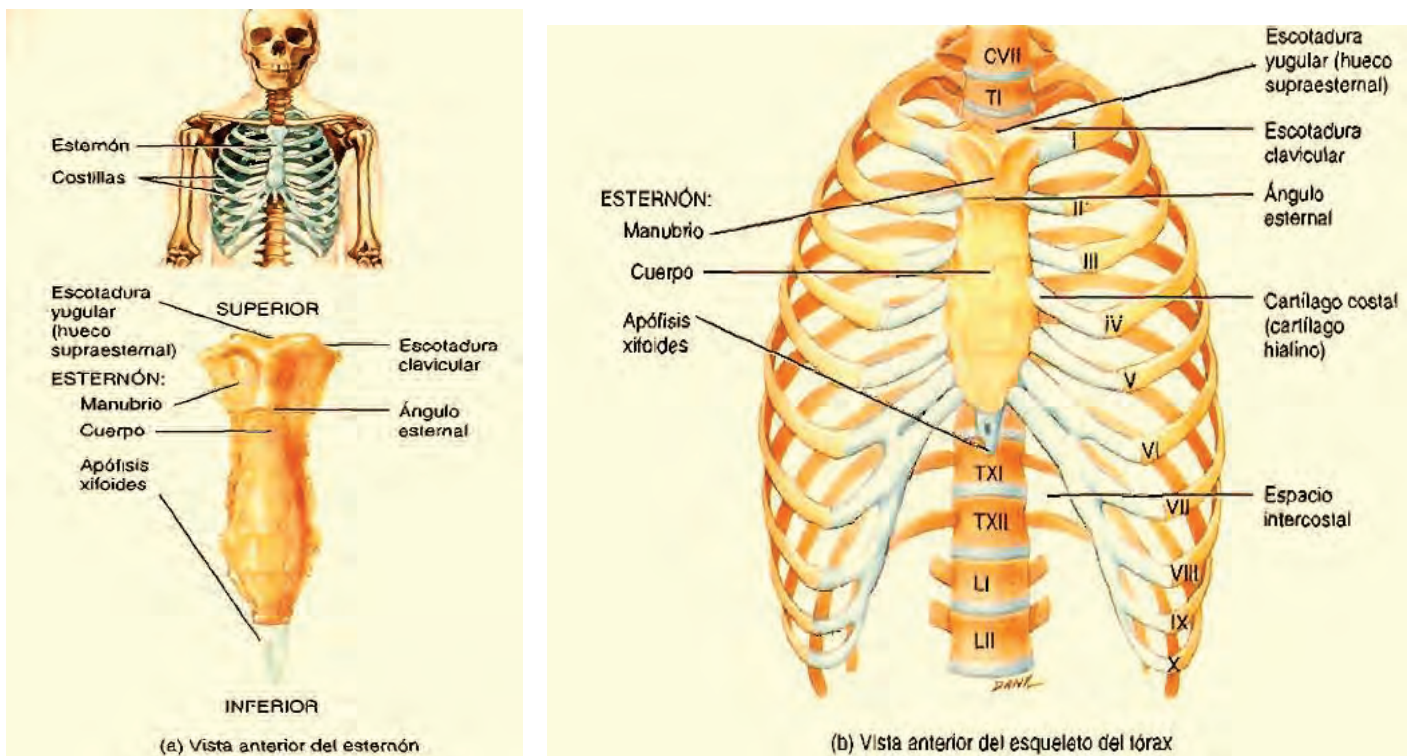
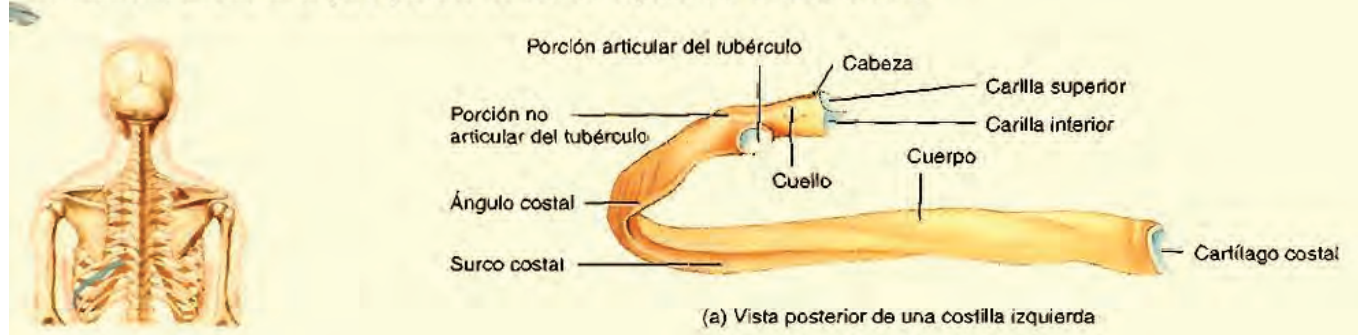


Fig 12. Esqueleto del tórax. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body*,

Cada costilla se articula en su parte posterior con su correspondiente vértebra torácica.



second Edition, figura 3-20)

Fig 13. Estructuras de las Costillas. Cada costilla tiene cabeza, un cuello y un cuerpo (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body*, Second Edition, figura 3-21)

## El Sistema Esqueletico Apendicular

### Cintura Escapular del Hombro

El cuerpo humano presenta dos cinturas escapulares que tienen los huesos de los miembros superiores al esqueleto axial. Cada una de las cinturas escapulares consta de una clavícula y una escápula. La clavícula se encuentra por delante y se articula con

el manubrio del esternón formando la articulación esternoclavicular. La escápula se articula con la clavícula en la articulación acromioclavicular y con el húmero en la articulación glenohumeral (u hombro). La cintura escapular no se articula con la columna vertebral y se mantiene en una posición gracias a la acción de las inserciones musculares.

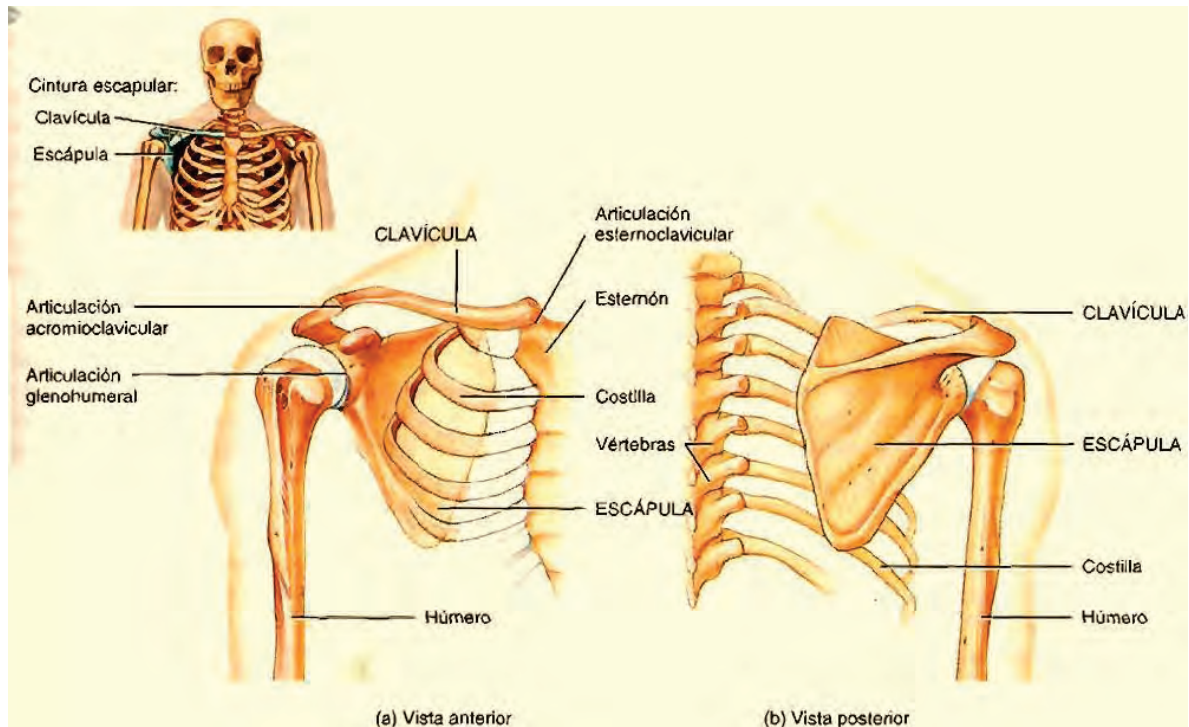


Fig.13 **Cintura escapular (hombro) derecha.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, Figura 3-1*)

### Clavícula

Hueso fino en forma de “S”, yace en forma horizontal a lo largo de la región anterior del tórax, por encima de la primera costilla. El extremo medial, llamado extremidad esternal, es redondeado y se articula con el manubrio del esternón para formar la articulación esternoclavicular. El extremo lateral ancho y plano, o extremidad acromial, se articula con el acromion de la escápula para formar la articulación acromioclavicular. El tubérculo conoideo en la cara inferior de su porción lateral es el sitio de inserción del ligamento homónimo, que une la clavícula con la escápula. La impresión del ligamento costoclavicular en la cara inferior del extremo esternal ofrece la inserción del ligamento costoclavicular el cual une la clavícula con la primera costilla.



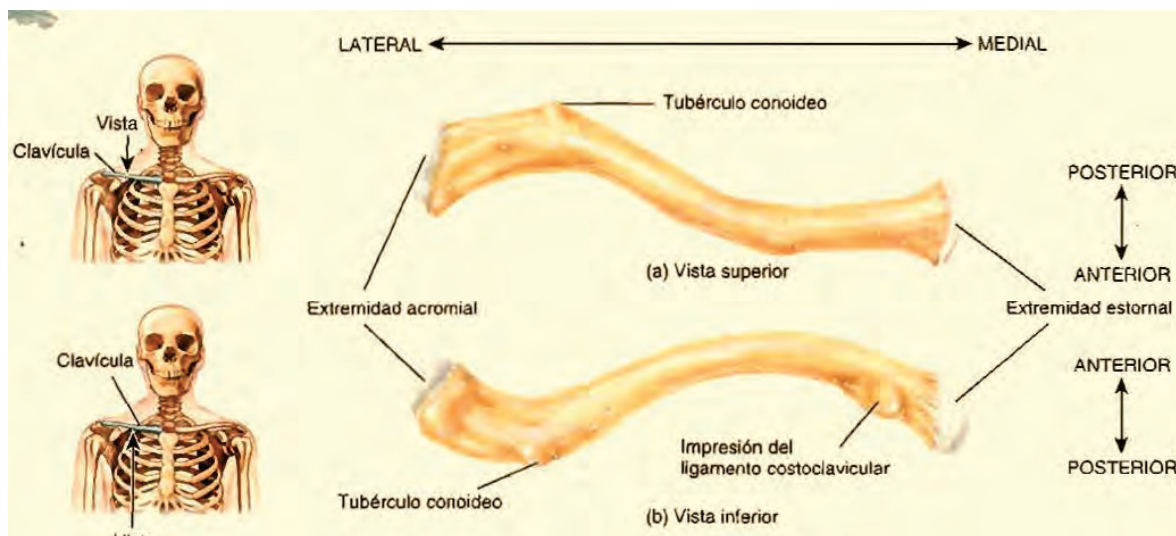


Fig 14 **Clavícula Derecha** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Escapula:** Cada escápula u omóplato es un hueso grande, triangular y plano, situado en la parte posterior del tórax en la región comprendida entre la segunda y séptima costilla. Una cresta denominada espina atraviesa diagonalmente la cara posterior del cuerpo triangular y angosto de la escápula. El extremo lateral de la espina se continúa como una expansión plana denominada acromion, que puede palpase fácilmente en el extremo superior del hombro. Por debajo del acromion hay una depresión poco profunda, la cavidad glenoidea, donde se articula la cabeza del húmero (hueso del brazo) para formar la articulación glenohumeral.

En el extremo delgado de la escapula cercano a la columna vertebral se denomina borde medial. El extremo fino de la escápula próximo al brazo se le llama borde lateral (o axilar). Los bordes medial y lateral se unen en el ángulo inferior. El extremo superior de la escapula se llama el borde superior, el cual se une al borde medial en el ángulo superior.

En el extremo lateral del borde superior de la escapula hay una proyección de la cara denominada apófisis coracoides, en la cual se insertan músculos (pectoral menor, coracobraquial y bíceps braquial) y ligamentos (coracoacromial, conoide y trapezoide). Por arriba y por debajo de la espina en la cara posterior de la escapula, se ven dos fosas: la fosa supraespinosa y la fosa infraespinosa, respectivamente. Ambas actúan como sitio de inserción para los tendones de los músculos supraespinoso e infraespinoso del hombro. En la cara anterior de la escapula hay una zona levemente excavada llamada fosa subescapular.

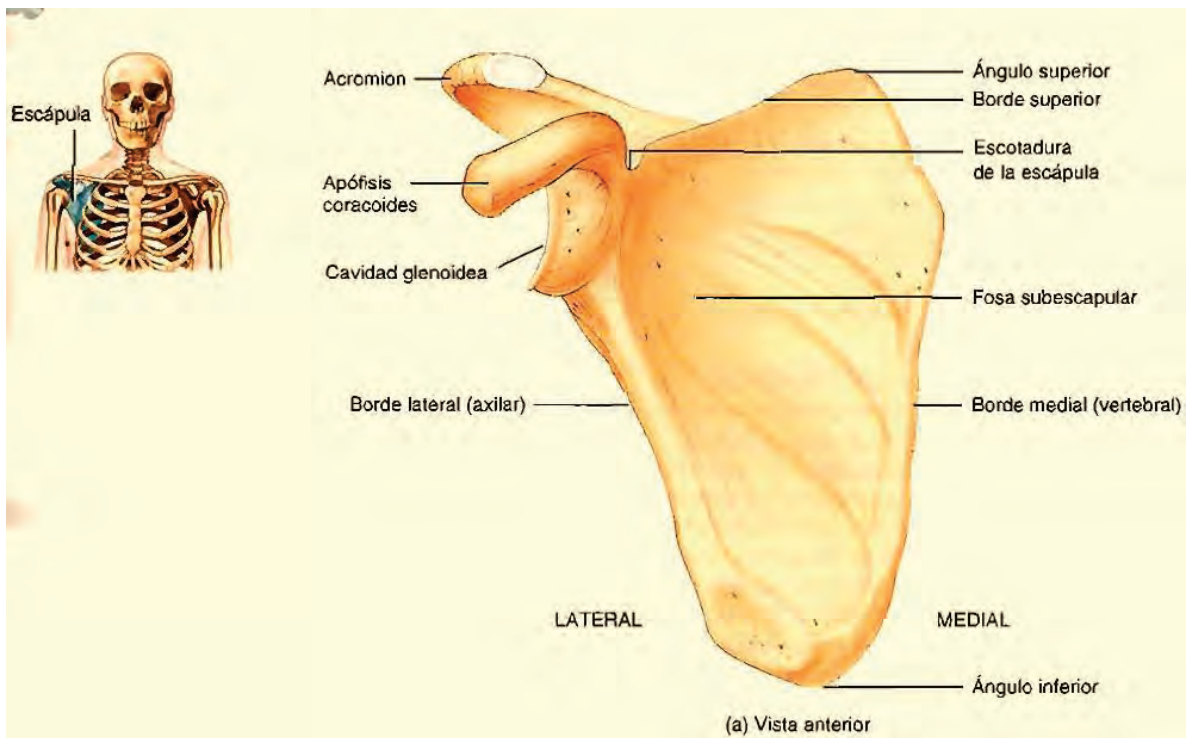


Fig 14 **Escápula Derecha.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-22*)

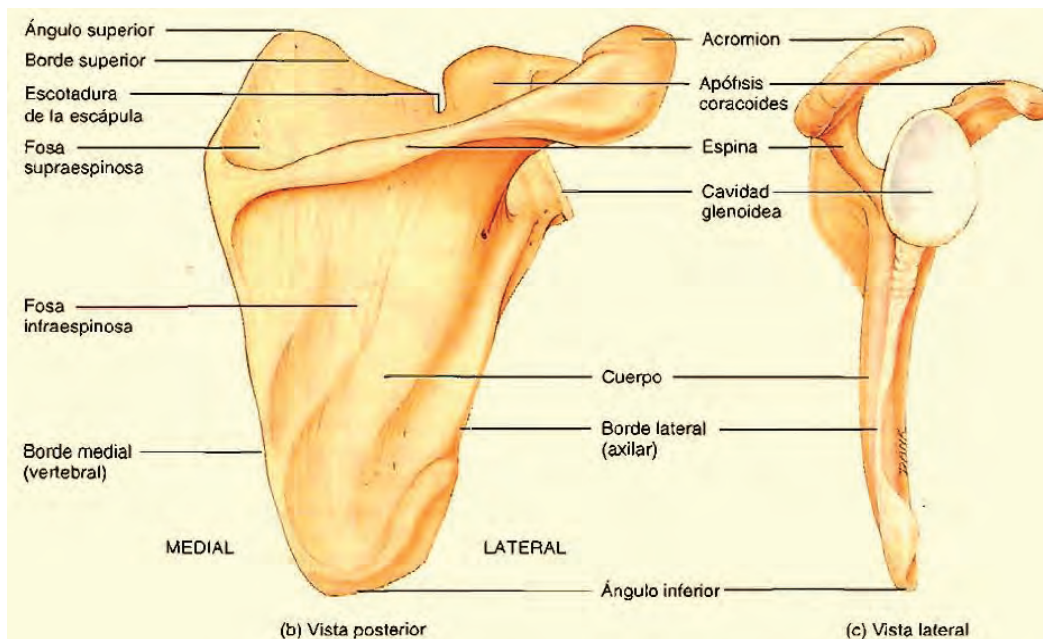


Fig 15 **Escápula Derecha.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-22*)

### **Miembro (Extremidad Superior)**

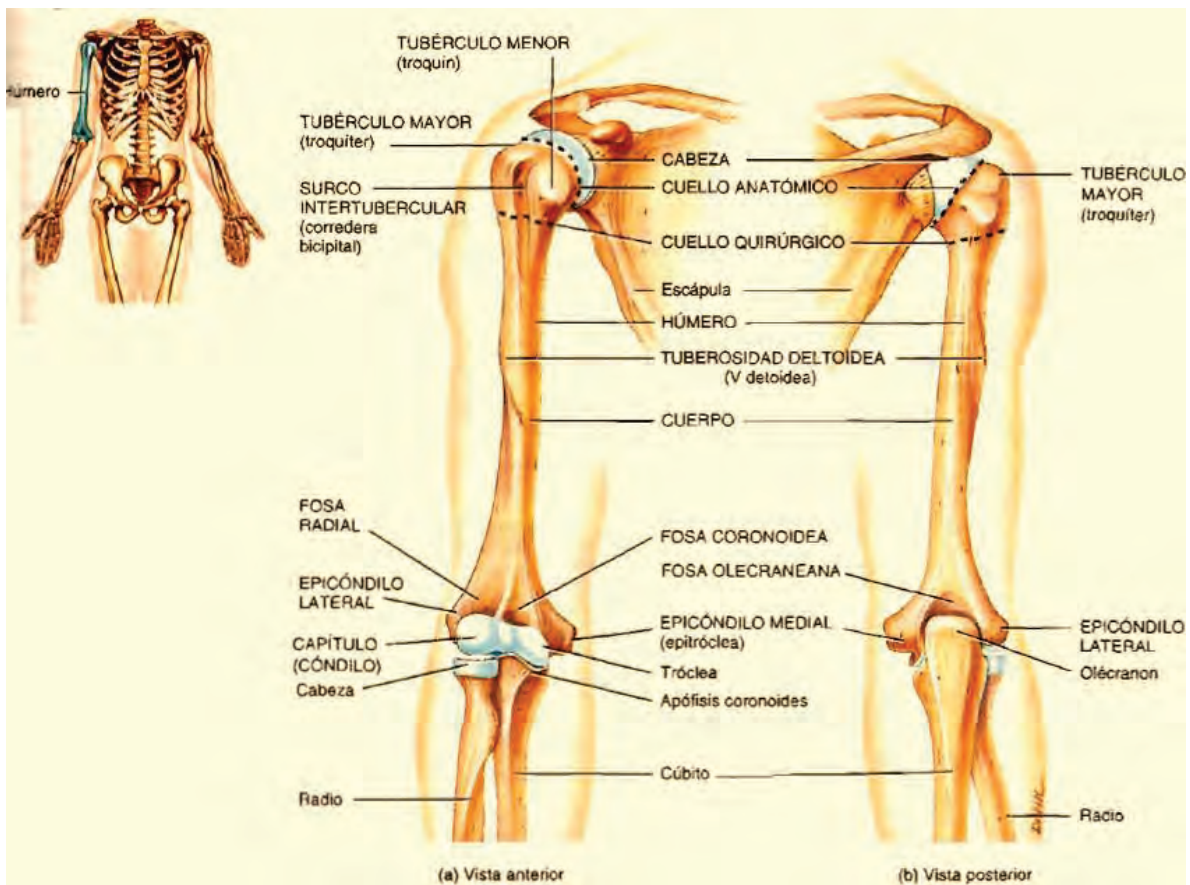
Cada miembro superior (extremidad superior) presenta 30 huesos en tres locaciones distintas: 1) El húmero en el brazo; 2) el cúbito y el radio en el antebrazo; 3) los 8 carpianos en el carpo (muñeca); los 5 metacarpiano en el metacarpo (palma) y las 14 falanges (huesos de los dedos) en la mano.

**Húmero:** Hueso del antebrazo, el más grande y largo del miembro superior. Se articula en el extremo proximal con la escapula y a nivel distal, en el codo, con dos huesos, el cúbito y el radio. El extremo proximal del húmero tiene una cabeza redondeada que se articula con la cavidad glenoidea de la escapula formando la articulación glenohumeral. Distal a la cabeza se encuentra el cuello anatómico que tiene un surco oblicuo. El tubérculo mayor (troquíter) es una proyección lateral y distal al cuello anatómico. Entre los dos tubérculos se encuentra un canal denominado surco intertubercular-

(Corredderabicipital).

El cuerpo del húmero es aproximadamente cilíndrico en un extremo proximal, pero se torna triangular en forma gradual hasta volverse plano y ancho hacia su extremo distal. Lateralmente, en la porción medial del cuerpo, se encuentra una zona rugosa en forma de "V" llamada tuberosidad deltoidea. Esta área actúa como sitio de inserción para los tendones del musculo deltoideos.

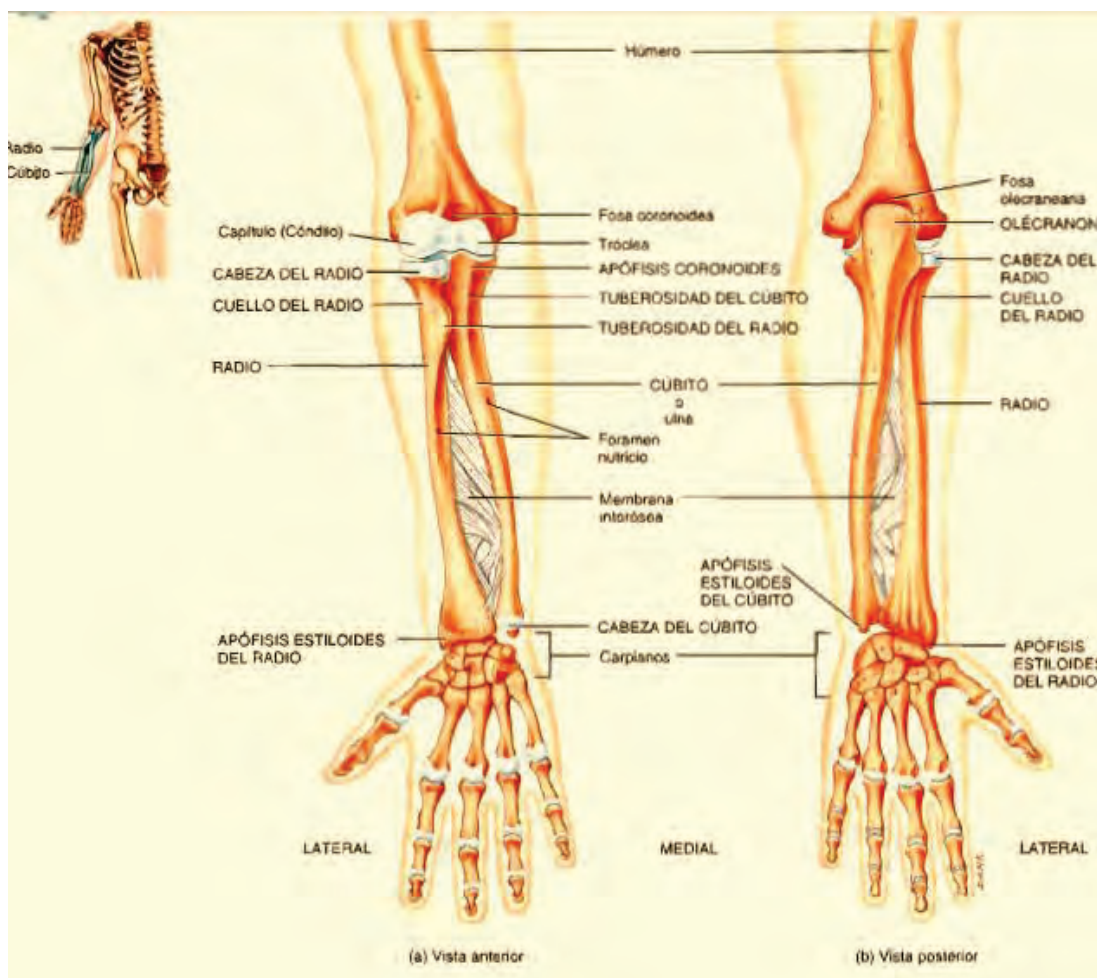
En el extremo distal del húmero, La fosa radial es una depresión anterior que se aloja la cabeza el radio, cuando el antebrazo se encuentra totalmente flexionado. La tróclea, de localización medial al cóndilo medial, presenta forma de carrete y se articula en el cúbito. La fosa coronoidea es una depresión anterior que recibe la apófisis coronoides del cúbito cuando el antebrazo se encuentra completamente flexionado. La fosa olocraneana es la depresión posterior que aloja al olecranon del cubito cuando el antebrazo se encuentra extendido. Los epicóndilos medial y lateral son proyecciones presentes en ambos lados del extremo distal del húmero y proveen sitio de inserción a la mayoría de los tendones de los músculos del antebrazo. El nervio cubital, puede palpase fácilmente al mover un dedo sobre la piel que cubre la superficie del epicóndilo medial y epitróclea.



**Fig.16 El húmero derecho y sus relaciones con la escapula, el cúbito y el radio.**  
*(Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-23)*

**Cúbito y Radio:** El cúbito se encuentra localizado en la región medial (del lado del meñique) del antebrazo y es más largo que el radio. En el extremo proximal de cúbito puede observarse el olecranon, que forma la prominencia del codo. Junto al olecranon, el hueso presenta una proyección anterior denominada apófisis coronoides que recibe la tróclea del húmero. La escotadura troclear es una gran área curvada entre el olecranon y la apófisis coronoides que forma la parte de la articulación del codo. La cara lateral de la apófisis coronoides presenta una depresión, la escotadura radial, que se articula con la cabeza del radio. Debajo de la apófisis coronoides se encuentra la tuberosidad del cúbito, donde se inserta el bíceps braquial. El extremo distal del cúbito está formado por la cabeza, que está separada de la muñeca por un disco fibrocartilaginoso. En la parte posterior del extremo distal del cúbito se observa una pequeña apófisis estiloides. Esta actúa como sitio de inserción para el ligamento colateral de la muñeca. El **radio** se encuentra en la región lateral (del lado del pulgar) del antebrazo. Su extremo proximal presenta una cabeza con forma de disco que se

articula con el cóndilo del húmero y con escotadura radial del cúbito. Por debajo de la cabeza hay una región más estrecha, el cuello. Por debajo de éste, hacia el extremo medial del hueso, se observa un área rugosa denominada tuberosidad del radio, punto de inserción para los tendones del músculo bíceps braquial. El cuerpo del radio se ensancha distalmente hasta formar una apófisis estiloides en la porción lateral del hueso, que puede palparse cerca del pulgar. La apófisis estiloides actúa como punto de inserción tanto para el músculo braquiorradial (supinador largo) como para el ligamento colateral radial de la muñeca. El cúbito y el radio forman, junto al húmero la articulación del codo. Esta es una articulación doble formada por la cabeza del radio que articula con el cóndilo humeral y por la escotadura troclear del cúbito, que articula con la tróclea del húmero.



**Fig. 17 El cúbito y el radio derecho y sus relaciones con el húmero y los huesos del carpo.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, figura 3-24)

**Carpiano y metacarpianos y falanges:** El carpo (muñeca) es la región proximal de la mano y se encuentran formada por ocho pequeños huesos, denominados carpianos, unidos entre sí a través de diversos ligamentos. Las articulaciones entre los huesos carpianos y se denominan intercarpianas. Los huesos carpianos se disponen en dos filas de cuatro huesos cada una. Sus nombres reflejan su forma. En la fila proximal se encuentran, de lateral a medial, el escafoides (con forma de barco), el semilunar (con forma de medialuna), el piramidal y el pisiforme (se asemejan a un guisante). Los que pertenecen a la fila distal son, también de lateral a medial, el trapecio, el trapecoide, el grande y el ganchoso.

El hueso más grande de todos los huesos del carpo, se articula con el semilunar. El ganchoso se denomina de esta forma por su protuberancia en forma de gancho en su forma anterior.

El espacio cóncavo formado por los huesos pisiforme y ganchoso (en el lado cubital de la muñeca) y por el escafoides y el trapecio (el lado de la región radial) junto al retináculo flexor (bandas fibrosas de la fascia profunda) se denomina túnel carpiano. Los tendones de los músculos flexores largos de los dedos y el pulgar, atraviesan el túnel carpiano junto con el nervio mediano.

El **metacarpo o palma**, es la región intermedia de la mano y está constituido por cinco huesos denominados metacarpianos. Cada hueso metacarpiano presenta un hueso proximal, un cuerpo intermedio y una cabeza distal. Los huesos metacarpianos se enumeran de I a V (o de 1 a 5) desde el pulgar, de lateral a medial. Sus bases se articulan con los huesos de la fila distal del carpo formando las articulaciones carpometacarpianas. Sus cabezas se unen con las falanges proximales formando las articulaciones metacarpofalángicas.

Las **falanges**, huesos de los dedos, conforman la parte distal de la mano. Hay catorce falanges en cada mano, y, al igual que los huesos metacarpianos, se enumeran de primera a quinta, comenzando por el pulgar de lateral a medial. Cada hueso del dedo se denomina falange. Cada una presenta una base proximal, un cuerpo intermedio y una cabeza distal. El pulgar consta de dos falanges, mientras que los cuatro dedos restantes cuentan con tres falanges cada uno. La primera fila de falanges, o fila proximal, se articula con los huesos del metacarpo y con la segunda fila de falanges. La segunda fila de falanges, o fila media, se articula con la primera y con la tercera fila, La tercera es la fila distal. Las articulaciones entre las falanges se denominan interfalángicas.

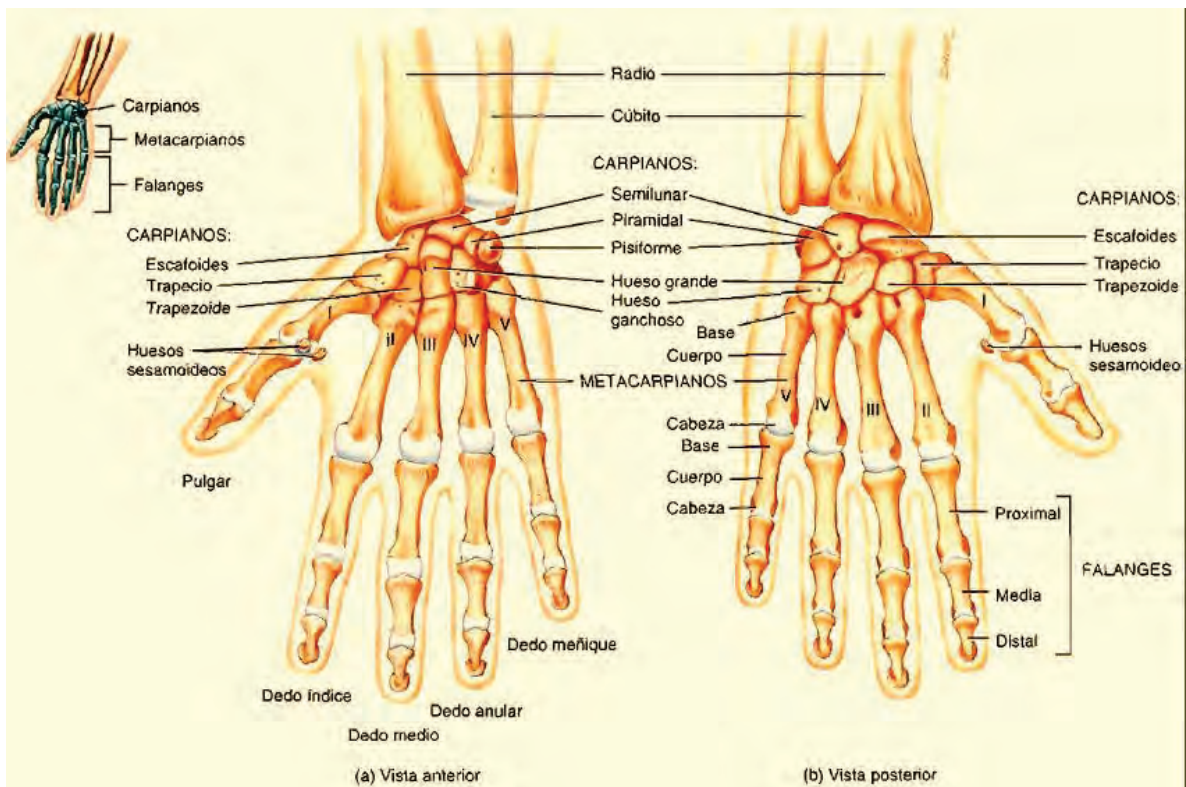


Fig 18 Muñeca y mano derecha y sus relaciones con el cúbito y el radio (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Cintura Pelviana (Cadera)

Consta de dos huesos de la cadera o coxales. Los dos huesos coxales se unen por delante a través de la sínfisis del pubis. Por detrás se unen al sacro y forman la articulación sacroiliaca. Este anillo completo formado por el hueso coxal, la sínfisis del pubis y el sacro forman la pelvis. Ésta provee un soporte sólido y estable a la columna vertebral o a los órganos de la pelvis. Además, la cintura de la pelvis ósea conecta el esqueleto axial con los huesos del miembro inferior. Cada uno de los huesos coxales está formado, en el recién nacido, por tres huesos separados por el cartílago: la porción superior es el ilion, la inferior y anterior es el pubis, y la inferior y posterior es el isquion.

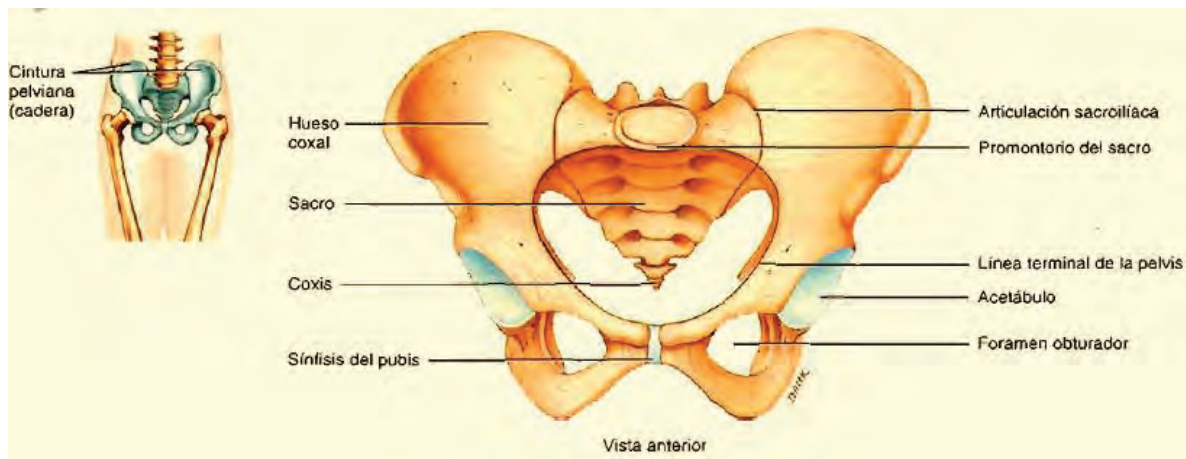


Fig. 19 **Pelvis ósea. Se muestra la pelvis ósea femenina** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-27*)

**Ilión:** Es el más grande de los componentes del hueso coxal, está formado por un ala superior y un cuerpo inferior. El cuerpo ayuda a formar el acetábulo, cavidad donde se articula la cabeza del fémur. La cresta iliaca, el borde superior del ilion, terminan hacia adelante presentado una saliente, la espina iliaca anterior superior. Por debajo de esta se encuentra la espina iliaca anterior inferior. De la misma manera, el ángulo posterior de la cresta iliaca, la espina iliaca (posterior superior). Debajo de la espina iliaca anterosuperior se observa la espina iliaca posterior inferior. Las espinas sirven como sitio de inserción a numerosos tendones de músculo del troco, la cadera y los muslos. Por debajo de la espina iliaca posterior inferior, la escotadura ciática mayor, permite el paso del nervio ciático, el nervio más largo del cuerpo.

La cara interna del Ilión presenta una porción cóncava, la fosa iliaca, sitio de inserción para los tendones de los músculos iliacos. Posterior a la fosa iliaca se encuentra la tuberosidad del ilion, donde se fija el ligamento sacroiliaco y la cara auricular, que junto al sacro forma la articulación sacroiliaca. Proyectándose en el anterior e inferior desde la cara auricular se encuentra la línea arcuata redonda.

La cara externa del ilion presenta otras tres marcas denominadas líneas glúteas anterior, posterior e inferior, entre las que se insertan los tendones de los músculos glúteos.



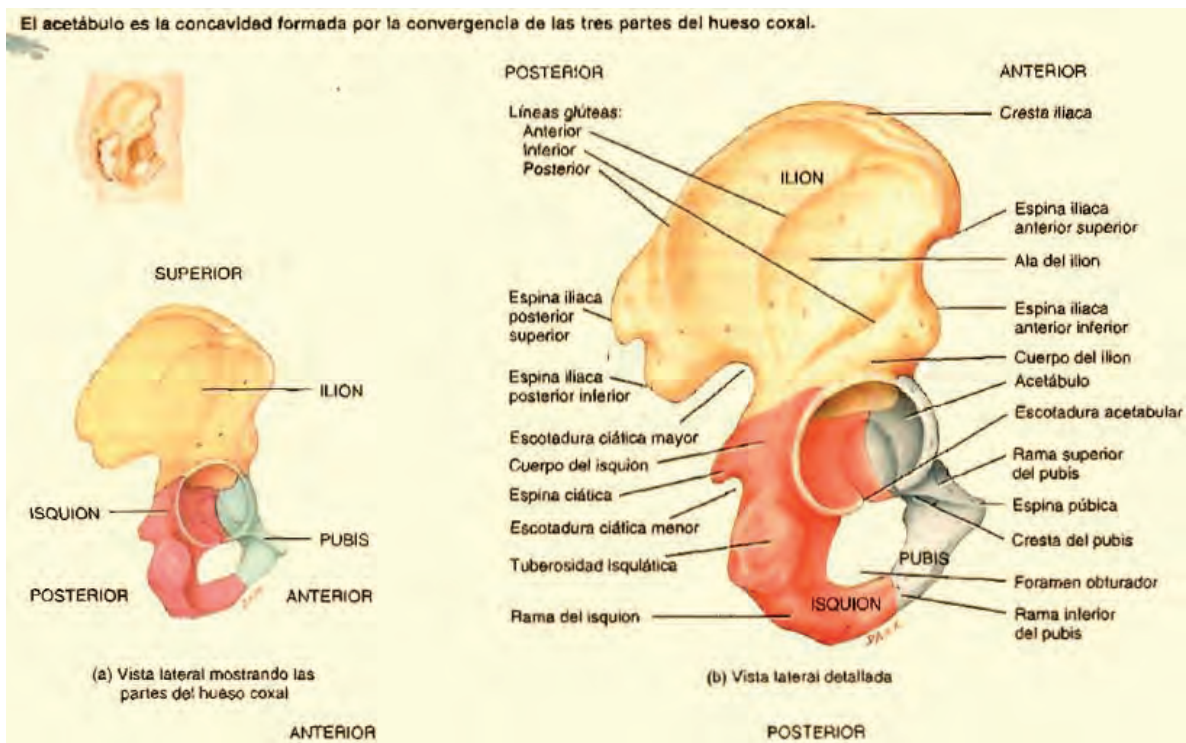


Fig 20 **Hueso coxal derecho.** Las líneas de unión entre el ilión, isquion y pubis siempre visibles en el adulto (*Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition figura 3-26*)

**Isquion:** Comprende la porción inferior y posterior del hueso coxal; está compuesto por el cuerpo, y la rama, inferior, que se fusiona por el pubis. La prominente espinal ciática, la escotadura ciática menor por debajo de la espina ciática; y una tuberosidad isquiática rugosa y engrosada. En su conjunto, el ramo del isquion y el pubis rodean el foramen obturador (u orificio isquipubiano), el mayor foramen del esqueleto.

**El pubis** se encuentra en la parte superior y anterior del hueso coxal. Se divide en dos ramas, superior e inferior, unidas por el cuerpo. El borde anterior del cuerpo del pubis se denomina cresta del pubis y su extremo lateral presenta una proyección denominada espina púbica. Esta espina es el inicio de una línea elevada, la cresta pectínea, que se extiende en sentido superolateral a lo largo de la rama superior para continuarse con la línea arcuata del ilion. La sínfisis del pubis es la articulación de los dos huesos coxales. Está formada por un disco fibrocartilaginoso. Por debajo de esta unión, las ramas inferiores de los huesos pubianos convergen formando el arco del pubis.

El acetábulo es una fonda profunda formada por el ilion, el isquion y el pubis. Funciona como un receptáculo que aloja la cabeza redondeada del fémur. La unión de ambos, el acetábulo y la cabeza del fémur, forma la articulación de la cadera (o coxofemoral). La

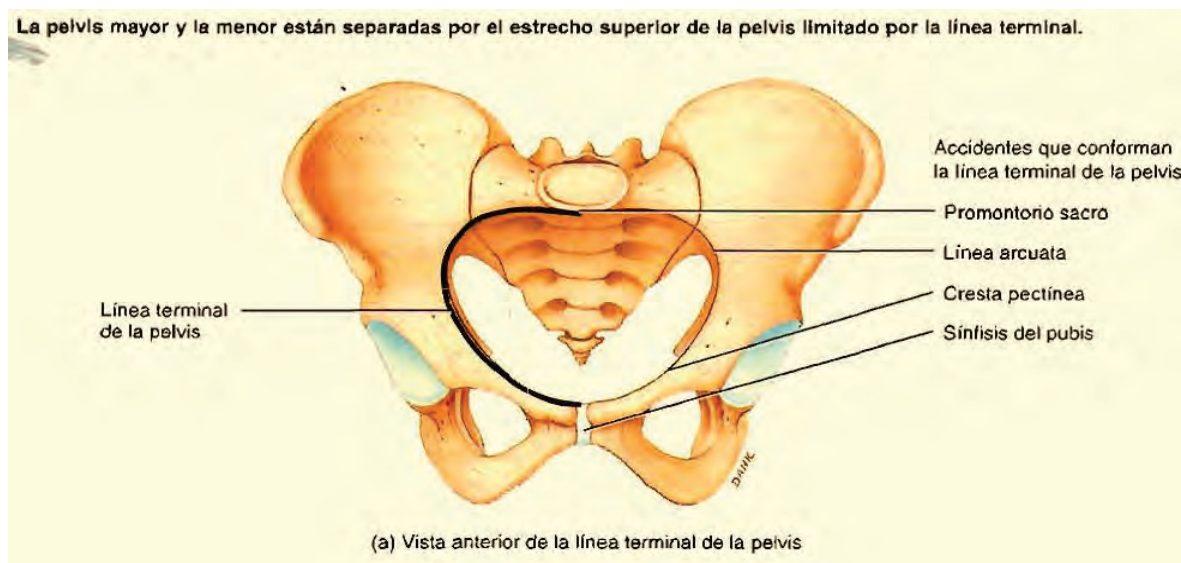
porción inferior del acetábulo es una indentación profunda. La escotadura acetabular. Éste es atravesado por vasos sanguíneos y nervios, y permite la inserción a diversos ligamentos del fémur (entre ellos al ligamento de la cabeza del fémur).

**Pelvis mayor y pelvis menor:** La pelvis ósea se divide en una porción superior y en una inferior a través del límite marcado por la línea terminal. Esta puede trazarse siguiendo los accidentes de las diferentes porciones de ambos huesos coxales, que forman el contorno de un plano oblicuo. Comienza por detrás en el promontorio del sacro en el hueso y continúa hacia afuera y abajo por la línea arcuata del ilion. Sigue hacia abajo por la eminencia iliopúbica y la cresta pectínea.

Finalmente, se dirige hacia adelante por la porción superior de la sínfisis del pubis. Estos puntos forman todos juntos un plano oblicuo que es más alto por detrás que por adelante. La circunferencia que rodea este plano es el anillo pelviano.

La porción de la **pelvis ósea superior** al estrecho superior se conoce como pelvis mayor o pelvis falsa. Se encuentra delimitada por la porción lumbar de la columna vertebral por detrás, por la porción superior de los huesos coxales hacia lateral y por la pared abdominal hacia adelante.

La porción de la pelvis ósea inferior del anillo pelviano se denomina pelvis menor o pelvis verdadera. Se encuentra delimitada por el sacro y el coxis por detrás, por las porciones inferiores de los isquiones e iliones lateralmente y por el pubis por delante. La pelvis menor rodea la cavidad pelviana. La apertura superior de la pelvis menor, circunscripta por el anillo pélvico se denomina estrecho superior; la apertura inferior de la pelvis menor es el estrecho inferior. El eje de la pelvis es una línea imaginaria que atraviesa la pelvis desde el centro del plano del estrecho inferior. Es la vía por donde pasa la cabeza del bebe a medida que desciende por la pelvis durante el parto.



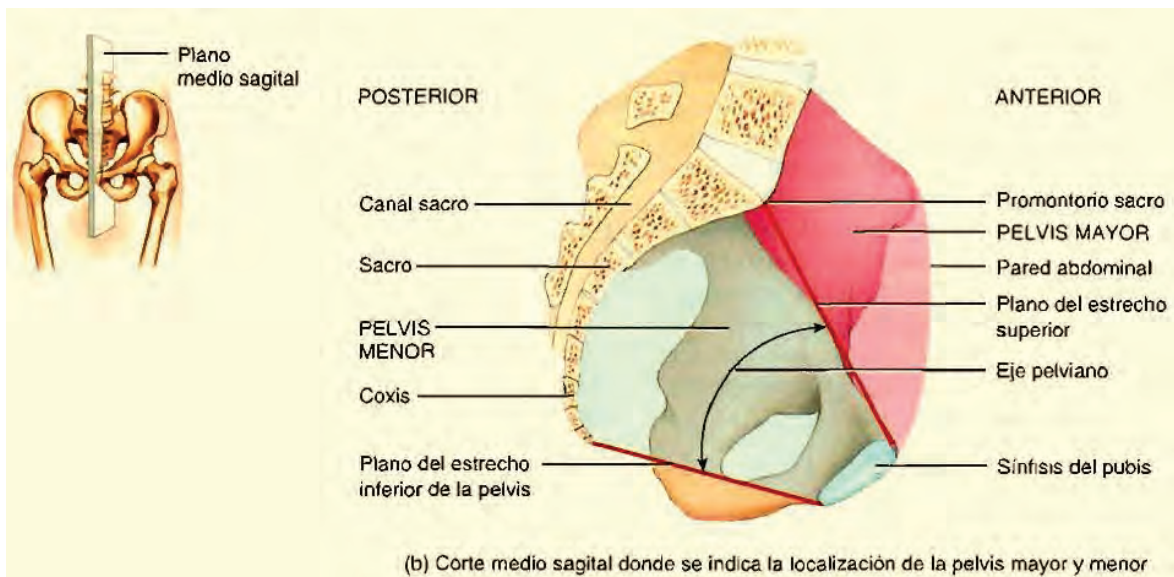


Fig 22 **Pelvis mayor y pelvis menor.** Pelvis femenina. Con fines didácticos, en la parte (a) se muestran los accidentes que conforman la línea terminal de la pelvis en la porción izquierda de la cadera, y se marca la línea terminal en la porción derecha. La línea terminal puede verse en su totalidad en la fig. 8-9 ((Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-27*)

**Miembro (Extremidad Inferior)**

Cada miembro inferior presenta 30 huesos en cuatro sitios: 1) el fémur en el muslo; 2) la rótula; 3) La tibia y el peroné en la pierna; 4) los 7 tarsianos del tarso (tobillo); 5) los 8 metatarsianos en el metatarso y las 14 falanges (huesos de los dedos) en el pie.

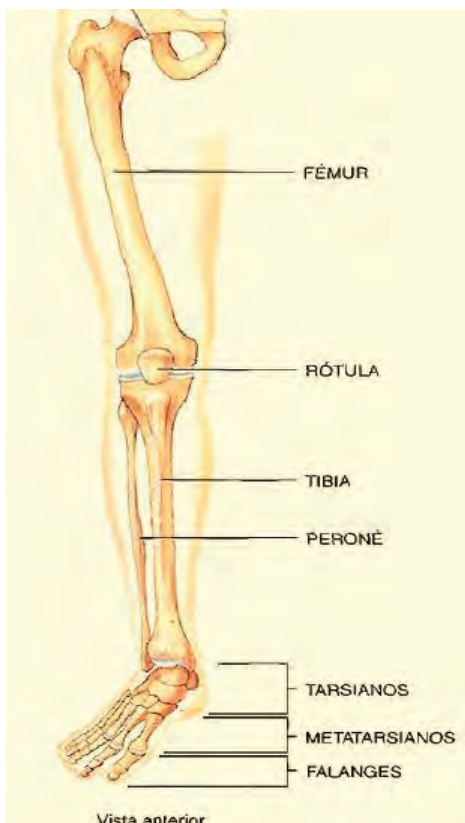


Fig 23 **Miembro inferior derecho.** Cada miembro inferior presente de los huesos fémur, rótula, tibia, peroné, tarsianos (huesos del tobillo), metatarsianos, y falanges (huesos de los dedos) ((Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**El fémur:** El hueso del muslo, es el más largo, más pesado y más resistente de todos los huesos del cuerpo. Su extremo proximal se articula con el acetábulo formando la articulación de la cadera. Su extremo distal se articula con la tibia y la rótula. El cuerpo (diáfisis) del fémur se inclina hacia medial, por lo que las rodillas se encuentran cerca de la línea media del cuerpo. El extremo proximal del fémur tiene la forma de una cabeza redondeada, que se articula con el acetábulo del hueso coxal, formando la articulación de la cadera (o coxofemoral). La cabeza presenta una depresión central denominada fosita de la cabeza femoral o del ligamento redondo. Este ligamento conecta la cabeza del fémur con el acetábulo.

El trocánter mayor y el trocánter menor son proyecciones surgidas de la zona de unión del cuello con el cuerpo y actúan como sitio de inserción para diferentes tendones de músculos del muslo y de la región glútea.

El Extremo inferior del fémur contiene al cóndilo medial y al cóndilo lateral. Estos se articulan con los cóndilos medial y lateral de la tibia. Por encima de los cóndilos se encuentran los epicóndilos medial y lateral, en los que se insertan ligamentos de la rodilla. Entre los cóndilos en la parte posterior del extremo del fémur, se encuentra un área deprimida, la fosa intercondílea. La carilla rotuliana se localiza entre ambos cóndilos, en la porción inferior.

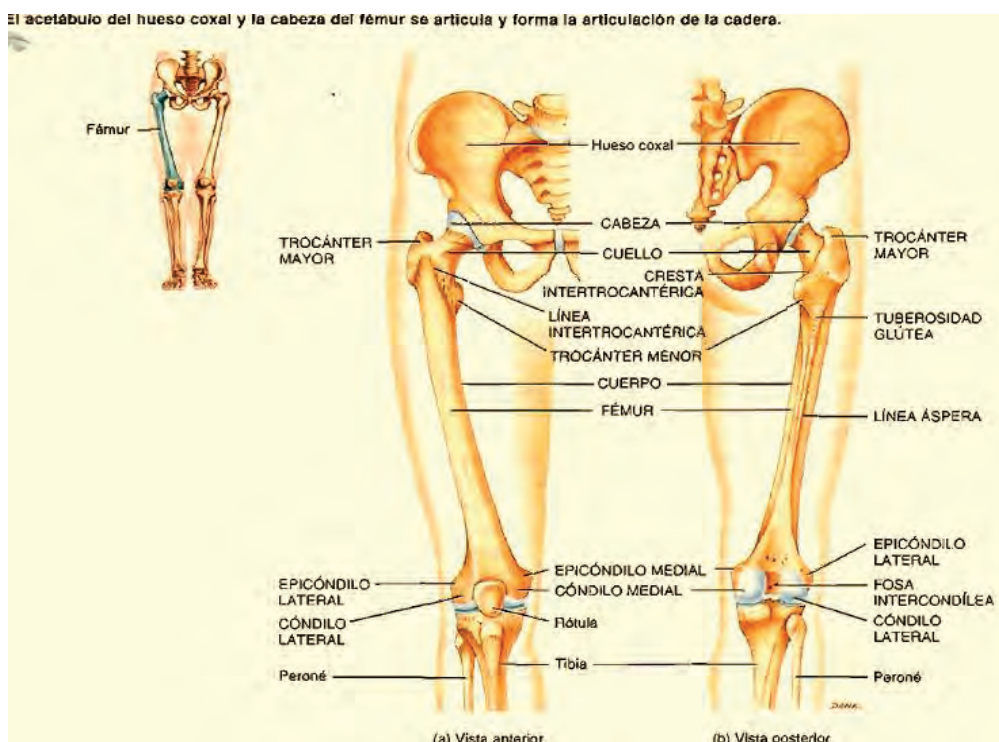


Fig.24 Fémur derecho y su relación con los huesos coxales, rótula, tibia y peroné. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-27*)

**Rótula:** Es un hueso pequeño, triangular y aplanado, situado en la parte anterior de la rodilla. El ancho borde superior de este hueso sesamoideo, que se desarrolla a partir del tendón del músculo cuádriceps femoral se llama base; en el angostado extremo inferior se denomina vértice. La cara posterior del hueso presenta dos carrillas articulares, una para el cóndilo medial del fémur y otra para el cóndilo lateral. El ligamento rotuliano une la rótula a la tuberosidad de la tibia. La articulación femorrotuliana, entre la cara posterior de la rótula y la cara rotuliana del fémur, es el componente intermedio de la articulación tibiofemoral (o rodilla). La rótula mejora la acción de palanca por parte del tendón del músculo cuádriceps femoral, mantiene la posición del tendón cuando la rodilla se encuentra flexionada y protege a la rodilla.

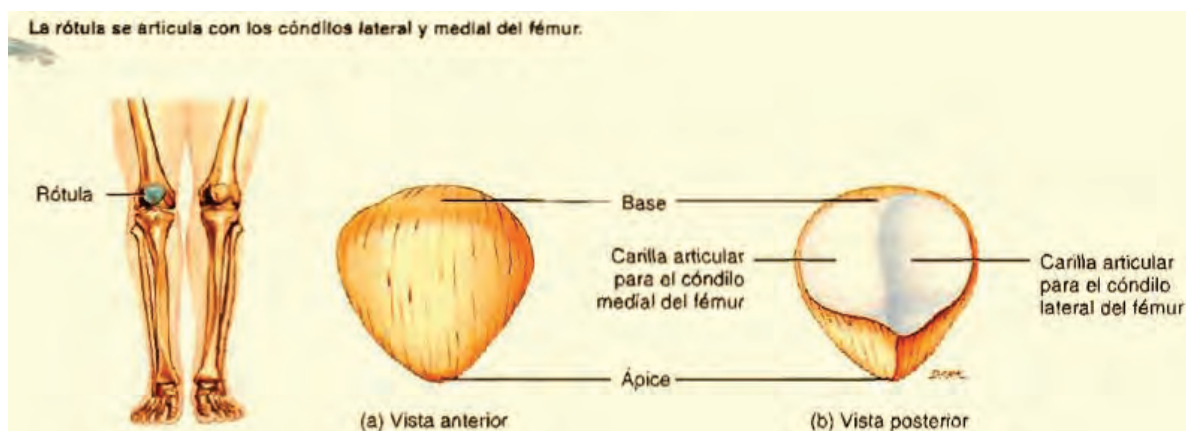


Fig.25 **Rótula derecha.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Tibia y peroné:** La tibia o hueso de la canilla es el más largo, el medial y el que soporta el peso de los dos huesos de la pierna. La tibia se articula por su extremo proximal con el fémur y el peroné y con su extremo distal con el peroné y con el astrágalo del tobillo. La tibia y el peroné, así como el cubito y el radio, están unidos por una membrana interósea.

El extremo proximal lateral de la tibia presenta un cóndilo medial y un cóndilo lateral. Éstos se articulan con los cóndilos del fémur para formar las articulaciones tibiofemorales (de la rodilla). La superficie inferior del cóndilo lateral se articula con la cabeza del peroné. Los cóndilos levemente cóncavos se encuentra separados por una proyección ascendente, la eminencia intercondílea.

La tuberosidad tibial en el borde anterior es el sitio de inserción del ligamento rotuliano. La tuberosidad tibial se continua hacia abajo a través de un borde afilado, que puede sentirse por debajo de la piel, denominado borde o cresta anterior. La superficie medial

del extremo distal de la tibia presenta el maléolo interno. Éste se articula con el astrágalo en el tobillo y juntos forman una prominencia que puede palparse en la cara medial del tobillo. La escotadura peroneal se articula con el extremo distal del peroné formando la articulación tibioperonea distal. De todos los huesos largos del cuerpo, la tibia es la que se fractura con mayor reiteración y, además es que se presenta con mayor frecuencia fractura expuesta.

**Peroné:** Es paralelo y lateral a la tibia, pero es considerablemente más pequeño. La cabeza del peroné, su extremo proximal se articula con la superficie inferior del cóndilo lateral de la tibia por debajo del nivel de la rodilla, formando la articulación tibioperonea proximal. El extremo distal presenta forma de punta de flecha y presenta una proyección llamada maléolo externo que se articula con el astrágalo del tobillo. Como se ha dicho anteriormente, el peroné también se articula con la escotadura peroneal de la tibia, formando la articulación tibioperonea distal.

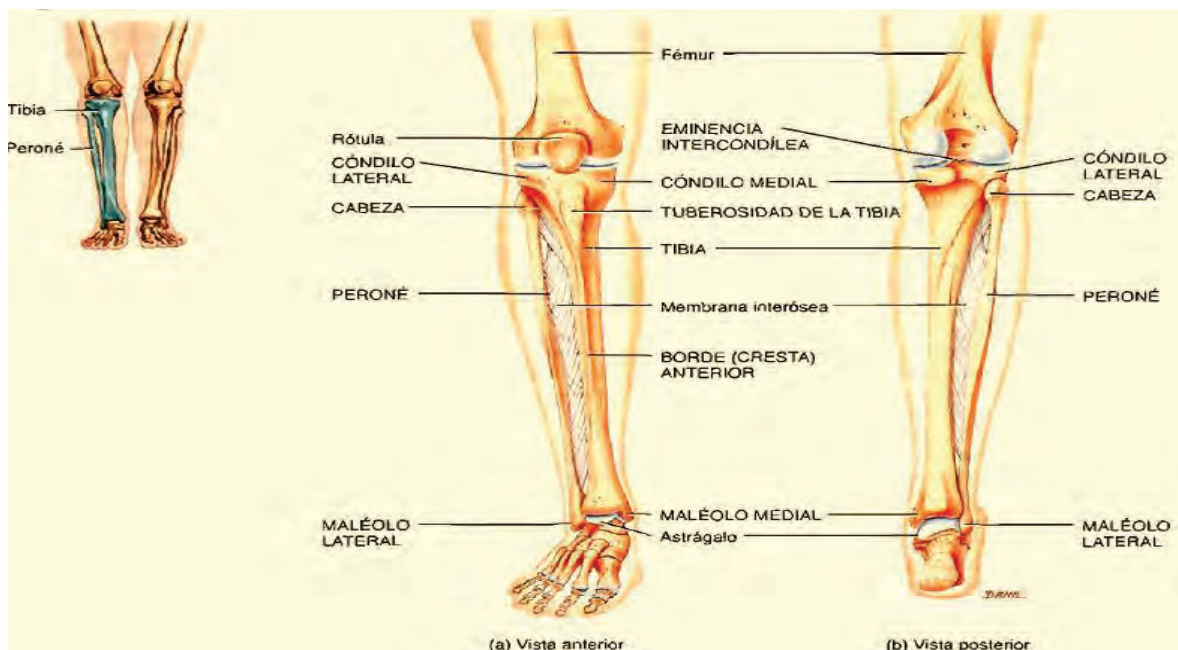


Fig.26 **Tibia y peroné derechos, y su relación con el fémur, la rótula y al astrágalo.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, figura 3-30)

### Huesos del Tarso, Metatarsianos y Falanges

El tarso (tobillo) es la región proximal del pie y está compuesto por los siete huesos tarsianos. Esto incluyen el astrágalo (talón) y al calcáneo, en la parte posterior del pie. El calcáneo es el más grande y fuerte de los huesos del pie. Los huesos tarsianos anteriores son el navicular escafoides (forma de bote pequeño), tres huesos cuneiformes (forma de cuña), denominadas cuñas tercera (medial), segunda (intermedial) y primera (lateral), y hueso cuboides (forma de cubo). Las articulaciones

entre los huesos del tarso se denominan intertarsianas. El astrágalo, el más superior de los huesos del tarso, es el único hueso del pie que se articula con la tibia y el peroné.

**Metatarso**, la región intermedia del pie, se encuentra conformado por los 5 huesos metatarsianos que se enumeran del I al V, de medial a lateral. Cada metatarsiano presenta una base proximal, un cuerpo intermedio, y una base distal. Los metatarsianos se articulan aproximadamente con las tres cuñas y con el hueso cuboides, conformando la articulación tarsometatarsiana. Distalmente, se articulan con las falanges proximales para formar las articulaciones metatarsofalángicas. El primer metatarsiano es más grueso que el resto ya que soporta mayor peso.

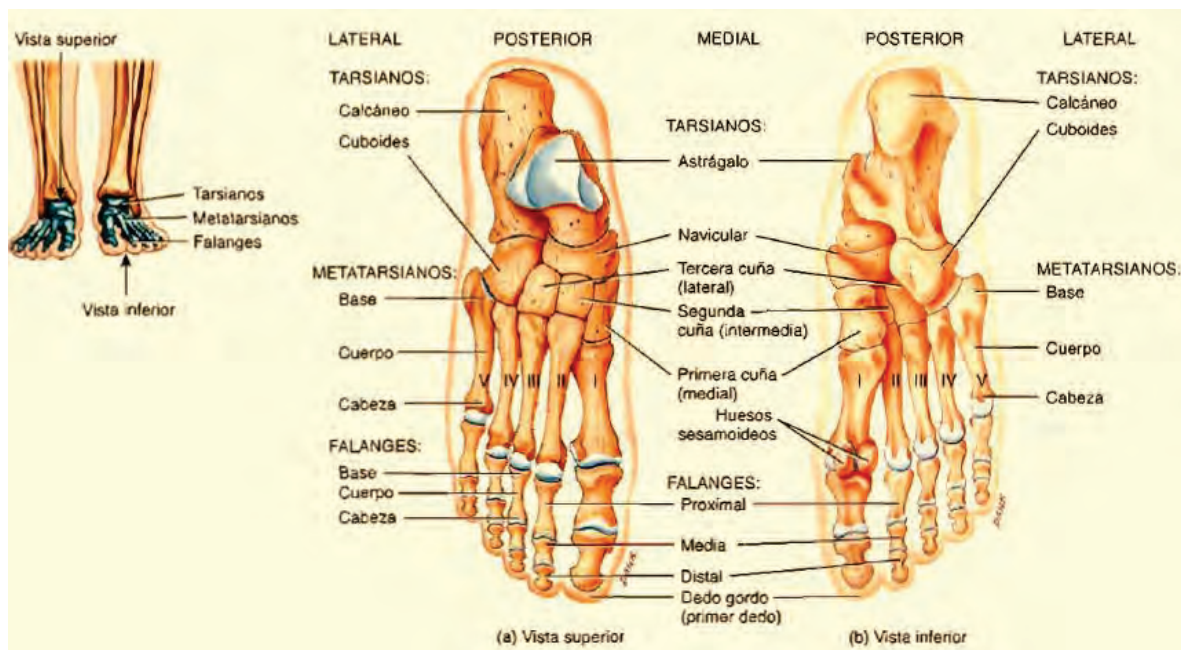


Fig.27 **Pie derecho.** . (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, figura 3-31*)

**Arcos del pie:** Los huesos del pie se disponen de forma tal que conforman dos arcos que se mantienen en su posición gracias a la acción de ligamentos y tendones. Estos arcos permiten que el pie soporte el peso del cuerpo, brindando una distribución ideal del peso corporal sobre los tejidos blandos y duros del pie, y facilitando la acción de palanca y caminar.

El **arco longitudinal** presenta dos partes, ambas formadas por huesos del tarso y del metatarso dispuestos en forma de arco, desde la región anterior a la posterior del pie. La porción medial del arco longitudinal, que comienza en el calcáneo, se eleva por el astrágalo y luego desciende a través del hueso navicular, de las tres cuñas y de la cabeza de los tres metatarsianos mediales. La porción lateral del arco longitudinal también empieza en el calcáneo. La porción medial del arco longitudinal se encuentra

tan elevada que la parte medial del pie entre el talón y el punto de apoyo anterior no toca el piso al caminar sobre una superficie dura.

El **arco transverso** atraviesa el pie medial a lateral y está formado por el navicular, las tres cuñas y la base de los cinco metatarsianos. Como se menciona una de las funciones de los arcos es la de distribuir el peso del cuerpo sobre los tejidos blandos y duros del pie. Normalmente los metatarsianos soportan el 40% del peso del cuerpo, y el talón el 60%. El punto de apoyo anterior del pie es la porción de la planta del pie correspondiente a la cabeza de los metatarsianos.



Fig.28 **Arcos del pie derecho.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Hueso y ejercicio

La tensión mecánica ejercida sobre el hueso provoca un aumento del depósito de sales minerales, producción de fibras de colágeno, y aumento en la producción de fibras de colágeno, y aumento en la producción de calcitonina, que inhibe la resorción ósea. Las principales tensiones óseas en condiciones normales son ejercidas por músculos esqueléticos y por la gravedad. Cuando falta esta actividad el hueso no sufre un proceso normal de remodelación ya que la resorción supera la formación de nuevo tejido óseo.

La falta de movilización, por diferentes circunstancias, puede conllevar una pérdida espectacular de sales minerales y fibras de colágeno en el tejido óseo. Por contra, las elevadas y repetitivas tensiones que sufren los atletas hacen que sus huesos sean más gruesos que los del resto de las demás personas.





## Actividad de Aprendizaje del Sistema Óseo

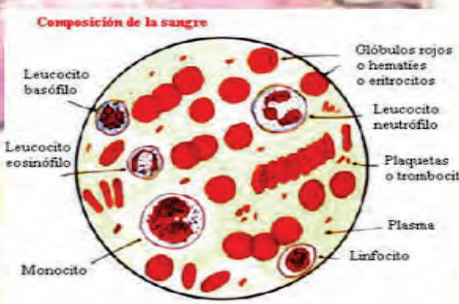
**1. Morfología y fisiología del Sistema esquelético.**  
Indica si las siguientes afirmaciones son falsas o ciertas

a) El sistema esquelético se desarrolla a partir del mesodermo que es una estructura en bloques a cada lado del tubo neural . R=

a) Los osteoblastos atrapados en la matriz ósea se convierten en osteoclastos. R=

c) El esclerotomo se convierte en un tejido laxo denominado mesénquima con células capaces de migrar y diferenciarse.  
R=

**2. Funciones del tejido y estructura del tejido óseo.**  
Conforme a las siguientes imágenes, describe en cada una de ellas las principales funciones del Sistema Óseo



### 3. Elementos celulares

Identifica y anota en el siguiente esquema el nombre de cada una de las células en el recuadro que le corresponde.



**Elige cuál de las siguientes opciones describe correctamente el origen de cada una de las células del tejido óseo, su función, y localización,**

- 1) Son células presentes en las zonas periféricas de los huesos en crecimiento con disposición en capa epitelioide, son los encargados de la formación de hueso.
- 2) Son un tipo de macrófago encargado de erosionar la matriz ósea permitiendo que el hueso esté en un continuo proceso de renovación. Se originan a partir de monocitos procedentes del tejido hematopoyético de la médula ósea.
- 3) Derivan directamente del mecanismo del mesénquima y poseen la capacidad de dividirse y posteriormente diferenciarse hacia unas células óseas denominadas osteoblastos. Se localizan en la porción más interna del periostio, en el endostio y en todos los canales óseos que poseen vasos sanguíneos.
- 4) Son el resultado de la diferenciación de los osteoblastos que quedando rodeados por matriz calcificada, no pueden dividirse ni secretar matriz nueva en cantidades apreciables .

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| A) Células progenitoras. | a) 1 A, 2C, 3D ,4C  |
| B) Osteoblastos          | b) 1 D , 2A, 3B, 4D |
| C) Osteocitos            | c) 1B , 2D, 3A, 4C  |
| D) Osteoclastos          | d) 1B, 2D , 3C, 4A  |

#### 4. Sistema esquelético Axial (Huesos del cráneo)

Completa los espacios en blanco de las siguientes afirmaciones

1) Los huesos que conforman el cráneo son \_\_\_\_\_

2) Los huesos parietales forman \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ del cráneo así como su techo

3) Los huesos esfenoides yacen en la porción media de la base del cráneo. Este hueso es la \_\_\_\_\_

huesos craneales manteniéndolos unidos entre sí.

#### 5. Sistema esquelético Axial (huesos de la cara)

Completa la siguiente tabla con el número correcto de huesos que le corresponde.

CARA	Número	OÍDO	Número
Nasal Vómer Cornete inferior Lagrimal Molar Palatino Maxilar superior Maxilar inferior		Martillo Yunque Estribo Cuello Hiodes	

#### 6. Sistema esquelético Axial (huesos de la columna vertebral)

Escribe al finalizar de cada afirmación, las iniciales de la región de la columna vertebral, que le corresponde.

Ejemplo:

- 1)Región Cervical= R.C
- 2)Región Torácica= R.T
- 3)Región Lumbar= R.L
- 4)Sacro= S
- 5)Coxis= C

1-Son consideradas más grandes y resistentes que las vértebras cervicales=

2- Su séptima vértebra, es llamada vertebra prominente y se puede ver al palpar su apófisis espinosa en la base del cuello=

3- Son las más grandes y fuertes de la columna vertebral=

4- Su apófisis articulares superiores se orientan hacia la línea media, y las apófisis articulares inferiores se dirigen más hacia afuera que hacia abajo=

5. Está región contiene un hueso con dos arcos uno anterior y uno posterior y dos grandes masas laterales=

6- Sus apófisis transversas presentan carillas articulares que se articulan con los tubérculos costales=

7- Sirve de fuerte cimiento de la cintura pelviana=

8- Su porción lateral de su superficie superior, tiene una porción lisa, que está formada por la fusión de un proceso transversal de la vértebra=

9- Estas vértebras se fusionan entre los 20 y 30 años=

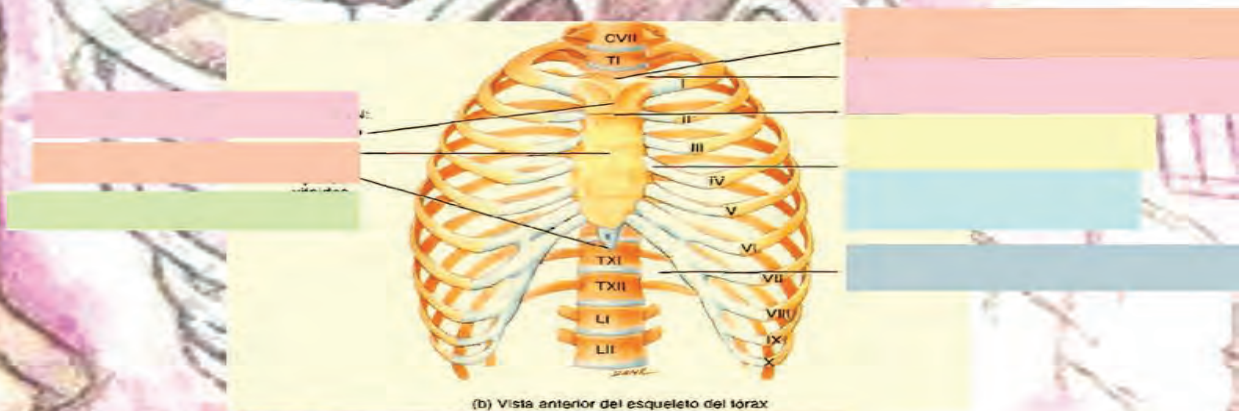
10- Sus astas están formadas por los pedículos y las apófisis articulares superiores de su primer vértebra=

11- Contiene la cresta sacra media, formada por la fusión de la apófisis espinosa de las vértebras=

12- Sus movimientos de esta región están limitados por la unión del esternón y las costillas=

13- Su apófisis forma un eje o pivote alrededor del cual rota el atlas como la cabeza=

7. Identifica en el siguiente esquema las partes del Tronco humano



(b) Vista anterior del esqueleto del tórax

8. Miembro de la extremidad superior  
Une correctamente (algunas respuestas pueden usarse más de una vez)

a) Región proximal de la mano, se encuentra formado por ocho pequeños huesos, sus articulaciones se denominan intercarpianas.

1) Húmero

b) Es el más grande y largo del miembro superior, se articula con la cavidad glenoidea de la escápula.

c) Su extremo proximal tiene una cabeza redondeada que se articula con la cavidad glenoidea de la escápula formando la articulación glenohumeral.

d) Su hueso más grande se articula con el semilunar.

e) Se encuentra localizado en la región medial (del lado del meñique) del antebrazo y es más largo que el radio. En el extremo proximal de cúbito puede observarse el olecranon, que forma la prominencia del codo.

f) Región intermedia de la mano y está constituido por 5 huesos.

g) Conforman la parte distal de la mano, y hay catorce de ellos en cada una.

h) Su extremo distal, está formado por la cabeza, que está separada de la muñeca por un disco fibrocartilaginoso.

i) El pulgar cuenta con dos de ellas, mientras que los cuatro dedos restantes cuentan con tres cada uno.

j) Su extremo proximal presenta una cabeza con forma de disco que se articula con el cóndilo del húmero.

- 2) Cúbito
- 3) Radio
- 4) Carpo
- 5) Metacarpo
- 6) Falanges

### 9. Contesta correctamente:

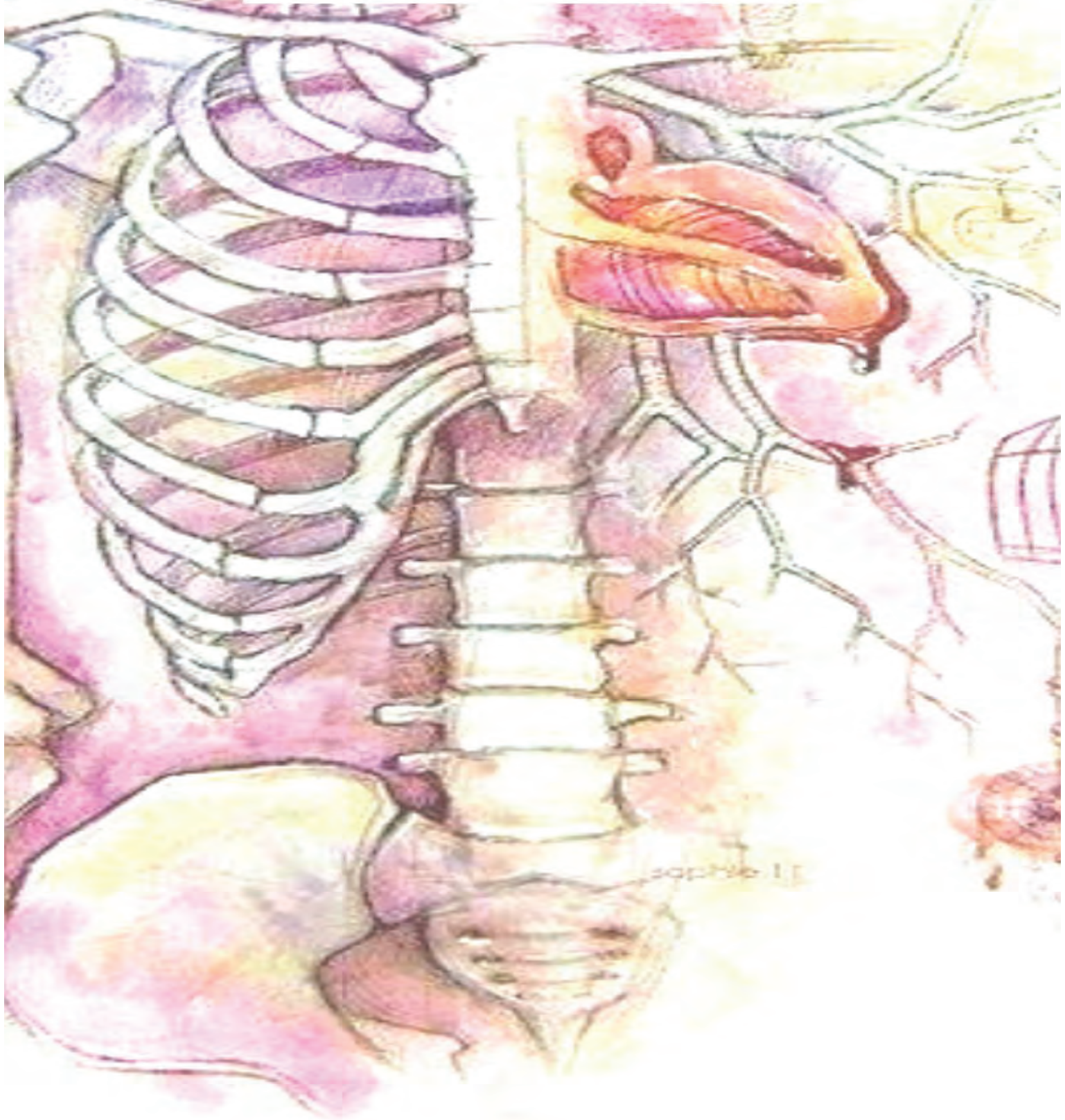
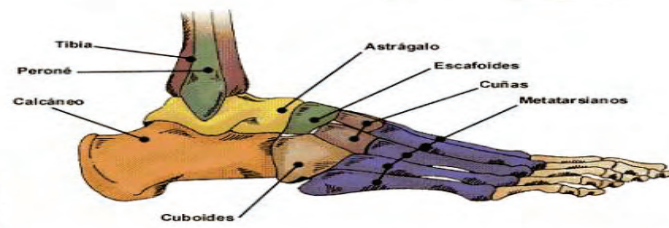
a) El hueso más grande y duro del tarso. R=

b) Hueso más medial de la fila distal del carpo: presenta una proyección en forma de gancho en su cara anterior. R=

c) El hueso más medial de la fila proximal del carpo. Tiene forma de habichuela. R=

d) Se articula con los metatarsianos I-III y con los cuboides  
R=

**10. En el siguiente esquema marca los arcos del pie y describe brevemente su función**







## Morfología y fisiología Muscular

Los seres vivos se relacionan con el medio que les rodea mediante diversos tipos de movimiento de complejidad variable. Por término medio un mamífero posee unos 400 músculos, lo que se supone casi el 50% del peso corporal.

En todas sus variedades las fibras musculares pueden ser:

### Fibra muscular estriada

Debe su nombre a las bandas alternantes que se aprecien al observar una fibra muscular al microscopio, subdividiéndose a su vez en dos tipos:

- Fibra muscular esquelética, que va formar la musculatura voluntaria.
- Fibra muscular cardíaca: se diferencia de la esquelética fundamentalmente en que las células musculares se agrupan formando sincitios, es decir, células que se fusionan entre sí, de manera que, si una fibra muscular esquelética se excita, al contraerse sólo lo hace ésta, mientras que si se estimula una fibra muscular cardíaca, la contracción se propagará en las células vecinas.

### Fibra muscular lisa

Se encuentra en la pared de las estructuras huecas internas; como los vasos sanguíneos, las vías aéreas y en el aparato digestivo entre otras localizaciones, y su funcionamiento está regulado por sistema nervioso autónomo. También puede hallarse en la piel, asociado en los folículos pilosos. Al microscopio, este tejido carece de estriaciones de los tejidos musculares esquelético y cardíaco; por este motivo se le denomina liso. Su acción puede ser involuntaria, y ciertos tejidos musculares lisos, como los músculos que propulsan el alimento del tubo digestivo.

### Músculo Estriado

El músculo estriado está formado por fibras musculares individuales que son los “bloques de contracción” del sistema muscular en el mismo sentido que las neuronas son los bloques de contracción del sistema nervioso. La mayoría de los músculos comienzan y terminan en tendones, y las fibras musculares están dispuestas en forma paralela entre los extremos tendinosos, por lo que la fuerza de contracción de las unidades es aditiva. Cada fibra muscular es una sola célula multinucleada, larga, cilíndrica, rodeada por una membrana celular: el **sarcolema**. No hay puentes sincitiales entre las células. Las fibras musculares están formadas por miofibrillas, las cuales se dividen en filamentos individuales. Estos miofilamentos contienen varias proteínas que en conjunto conforman la maquinaria contráctil del músculo estriado.

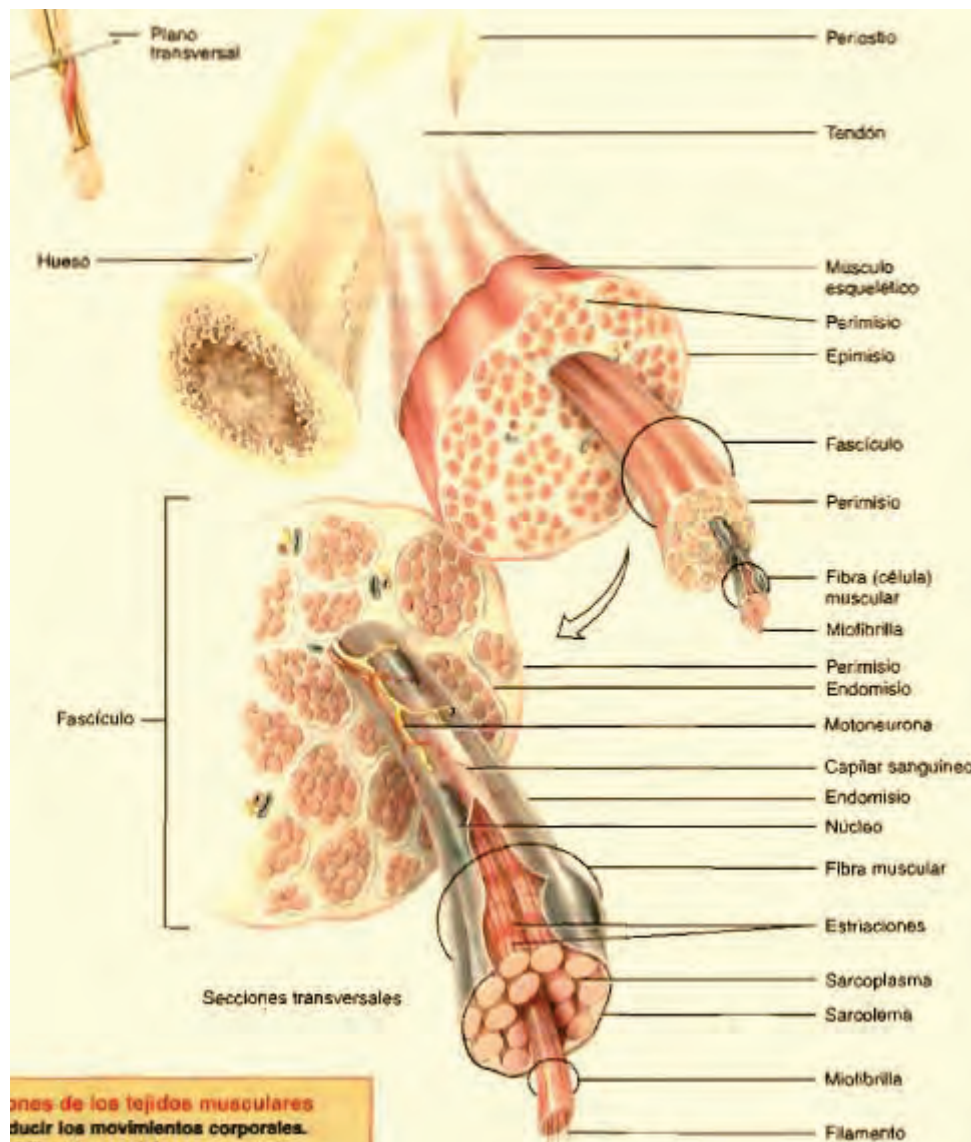


Fig.1 Organización del músculo esquelético y sus envolturas de tejido conectivo. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

El mecanismo contráctil del músculo estriado depende sobre todo de las proteínas **miosina II, actina, tropomiosina, y troponina**. La troponina está formada por tres subunidades: **troponina I, troponina T y troponina C**. Otras proteínas importantes del músculo se encargan de mantener a las proteínas que participan en la contracción es una relación estructural apropiada entre sí y con la matriz extracelular.

### **Estriaciones:**

Las diferencias en los índices de refracción de las diversas partes de la fibra muscular son las causantes de las estriaciones transversales características del músculo estriado cuando se ve al microscopio. Con frecuencia, las partes de las articulaciones

transversales se identifican con letras. La banda clara I está dividida por la línea oscura Z, y la banda oscura A tiene la banda H más clara en un centro. Se observa una línea M Transversal en la parte intermedia de la banda H; esta línea más las áreas claras estrechas a ambos lados a veces se llama zona pseudo-H. El área entre dos líneas Z adyacentes se llama sarcómera

## Composición

Consta de células alargadas llamadas fibras, con sustancia intercelular entre ellas. Posee tejido conjunto que es la trama de sostén. Tiene en abundancia riego sanguíneo y linfático, cuantiosa inervación, todo el músculo está rodeado, excepto en la unión musculotendinosa, por tejido conjuntivo denso.

## Características

- **Excitabilidad:** es la capacidad de este tejido para recibir y responder a estímulos mediante la producción de potenciales de acción.
- **Contractibilidad:** Capacidad de acortarse y engrosarse (contraerse)
- **Extensibilidad:** es la propiedad para ser estirados (distenderse)
- **Elasticidad:** Capacidad de recuperar la forma original, después de contraerse o distenderse.

## Funciones

- 1) **Producir movimientos corporales:** Los movimientos de todo el cuerpo, como caminar y correr, los localizados: como asir un lápiz o negar con la cabeza, depende de la función integrada de huesos, articulaciones y músculos.
- 2) **Estabilizar las posiciones corporales:** Las contracciones del tejido esquelético estabilizan las articulaciones y ayudan a mantener las posiciones corporales, como pararse o sentarse. Los músculos se contraen continuamente cuando uno está despierto: por ejemplo, la contracción sostenida de los músculos del cuello, mantener la cabeza erguida.
- 3) **Almacenar y movilizar sustancias del organismo:** El almacenamiento se logra a través de la contracción sostenida de bandas anulares del músculo liso, llamados esfínteres, los cuales impiden la salida del contenido del órgano hueco. Las contracciones del músculo cardiaco bombea sangre a través de los vasos sanguíneos del organismo. La contracción y relajación del músculo liso de la pared de los vasos ayuda a ajustar el diámetro, con lo que se regula el flujo sanguíneo. También movilizan alimentos y sustancias como la bilis y las enzimas a través del tubo digestivo. Las contracciones del músculo esquelético promueven el flujo linfático y contribuyen al retorno de la sangre al corazón.

- 4) **General calor:** El tejido muscular al contraerse produce calor; en este proceso se denomina termogénesis. La mayoría del calor generado por el músculo se utiliza para mantener la temperatura normal del organismo. Las contracciones involuntarias del musculo esquelético, conocidas como escalofríos, pueden aumentar la tasa de producción de calor.

### **Irrigación e Inervación**

Los músculos esqueléticos tienen una irrigación y una inervación muy buenas. Por lo general, una arteria y una o dos venas acompañan a cada nervio que penetra en el músculo. Las neuronas encargadas de estimularlo se llaman neuronas motoras somáticas (motoneuronas). Cada una de ellas posee un largo axón que se extiende desde el encéfalo a la médula espinal hasta un conjunto de fibras musculares esqueléticas. Estos axones suelen ramificarse muchas veces, destinando cada una de los ramos a la inervación de una fibra.

Ciertos vasos sanguíneos microscópicos, los capilares, son muy abundantes en el tejido muscular; cada fibra se encuentra en íntimo contacto con uno o más de ellos. Brinda oxígeno y nutrientes, y liberan de calor y los productos de desecho del metabolismo muscular. Especialmente durante la contracción, una fibra muscular sintetiza y utiliza cantidades considerables de ATP (adenosín trifosfato). Estas reacciones, requieren oxígeno, glucosa, ácidos grasos y otras sustancias que la sangre se encarga de transportar hacia la fibra muscular.

### **Histología de la Fibra Muscular Esquelética**

Los componentes más importantes de un músculo esquelético son las fibras musculares que lo constituyen. El diametro de una fibra madura es de 10 a 100  $\mu\text{m}$ . La longitud normal se ubica alrededor de los 10 cm, a pesar de que algunas alcanza los 30 cm. Dado que cada fibra surge de la fusión de cientos de pequeñas celulas mesodermicas llamadas mioblastos durante el desarrollo embrionario, cada fibra madura del músculo esquelético posee cientos de núcleos, Una vez que concluyo la fusión, la fibra muscular pierde la capacidad de realizar mitosis. De esta manera el número de miositos se establecen antes del nacimiento, y la mayor parte de ellos duran para toda la vida.

El espectacular crecimiento muscular que tiene lugar tras el nacimiento, se produce principalmente por hipertrofia, un aumento del tamaño de las fibras existentes, más hiperplasia un aumento de la cantidad de fibras. Durante la infancia, tanto la hormona de crecimiento humana como otras hormonas estimulan el incremento del tamaño de las fibras musculares.

Pocos mioblastos persisten en el músculo esquelético como células satélite. Estas células conservan la capacidad de fusionarse entre ellas o con fibras dañadas para regenerar las fibras musculares funcionales. Sin embargo, el número de fibras musculares formadas no es suficiente para compensar pérdidas importantes de tejido por lesión o degeneración. En tales circunstancias el músculo esquelético experimenta fibrosis, un remplazo de fibras por tejido fibroso cicatrizal. Por dicho motivo, dicho tejido fibroso puede regenerarse, pero sólo hasta un determinado límite.

### **Sarcolema, Túbulos Transversales y Sarcoplasma**

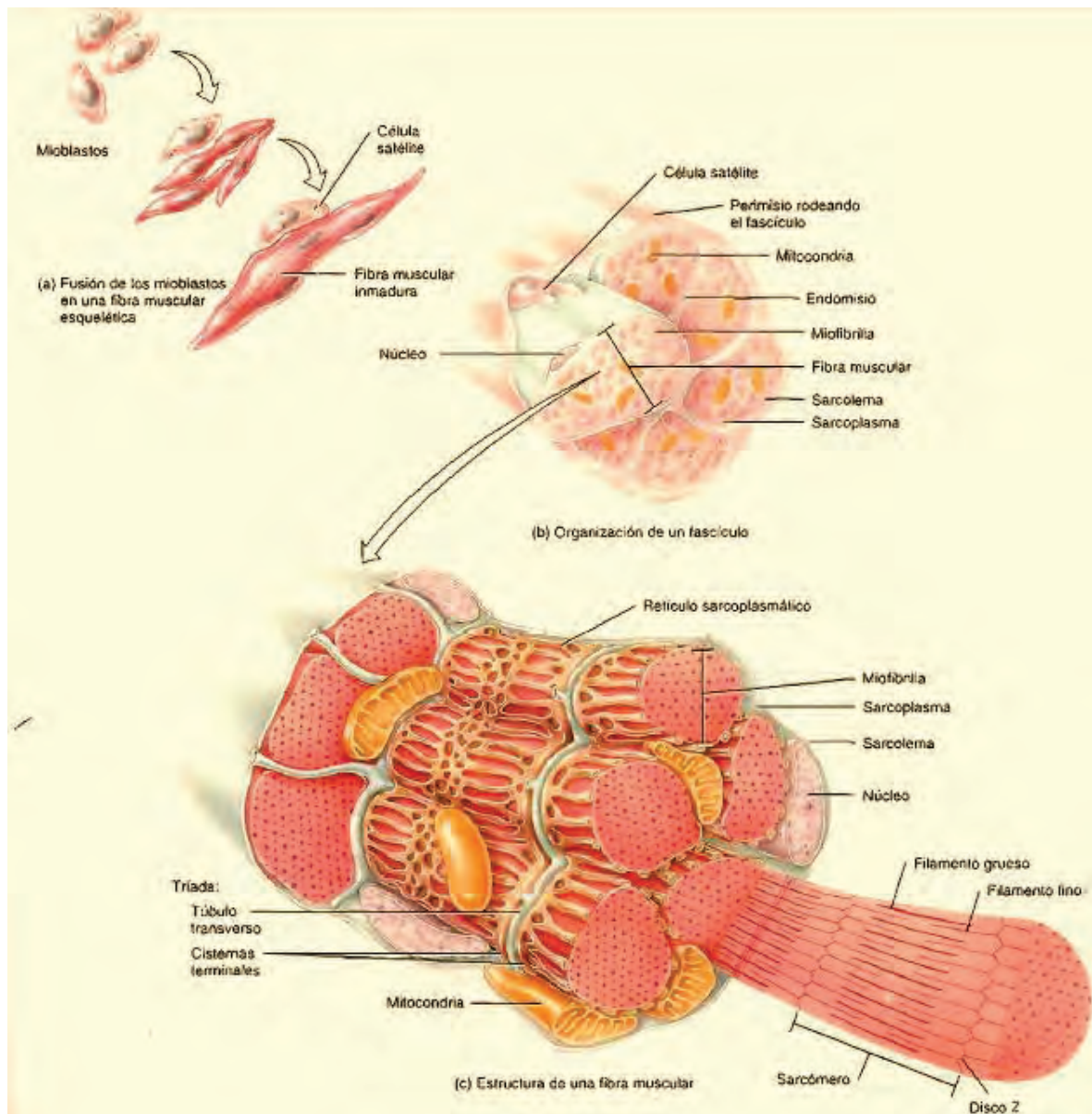
Los múltiples núcleos de una fibra muscular esquelética se localizan justo debajo del sarcolema (sarco-, de sarkós, carne, y lema, de lémma vaina), la membrana plasmática de una célula muscular. Miles de pequeñas invaginaciones del sarcolema, llamadas túbulos transversos (Túbulos T), penetran desde la superficie hacia el centro de cada fibra. Los túbulos T se abren al exterior, llenándose con líquido intersticial. Los potenciales de acción musculares viajan a lo largo del sarcolema y a través de los túbulos T se abren al exterior llenándose con el líquido intersticial. Esta disposición asegura que el potencial de acción generado excite todas las porciones de la fibra aproximadamente en forma simultánea.

Dentro de sarcolema se encuentra el sarcoplasma, el citoplasma de la fibra. Éste posee una cantidad sustancial de glucógeno, una micromolécula compuesta por muchas moléculas de glucosa. El glucógeno puede ser utilizado para la síntesis de ATP. Además, el sarcoplasma posee una proteína denominada mioglobina. Esta proteína, que tan sólo se encuentra en el músculo, se combina con las moléculas de oxígeno que difunden hacia las fibras musculares desde el líquido intersticial.

### **Miofibrillos y Retículo Sarcoplasmático**

A gran aumento, el sarcoplasma se presenta colmado de pequeños haces. Estas estructuras son las miofibrillas, los orgánulos contráctiles del músculo esquelético. Su diámetro es de alrededor de 2  $\mu\text{m}$  y se extienden a lo largo de toda la fibra muscular. Sus prominentes estraciones hacen que toda la fibra parezca estriada.

Un sistema de sacos membranosos con contenido líquido llamado retículo sarcoplasmático o RS rodea cada miofibrilla. Este complejo sistema es similar al retículo endoplasmático en las células no musculares del organismo. Las dilataciones saculares terminales del retículo sarcoplasmático, las cisternas terminales, abultan en los túbulos T de cada lado. Un túbulo T y las dos cisternas terminales ubicadas en cada una de sus caras forman una tríada (de irás, conjunto de tres). En la fibra en reposo, el retículo sarcoplasmático almacena iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). La liberación de  $\text{Ca}^{2+}$  desde las cisternas terminales del retículo dispara la contracción muscular.



**Fig.2 Organización microscópica del músculo esquelético. a)** durante el desarrollo embrionario, muchos mioblastos se fusionan para formar una fibra muscular esquelética. Al pasar esto, la fibra pierde la capacidad de realizar mitosis (división celular), no así las células satélite b) y e) El sarcoma de la fibra encierra al sarcoplasma y a las miofibrillas, las cuales son estriadas. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

## Unidades Funcionales del Músculo

### Unidad Motora

- Una neurona motora y las fibras musculares a las que estimula forman una unidad motora.

- Una sola unidad motora pueden tener 2 o hasta 2000 fibras musculares.

### Unión Neuromuscular

- Una neurona motora transmite un impulso nervioso a una unión neuromuscular.
- La unión neuromuscular se forma por la terminal axonal de una neurona motora y la posición de sarcolema de la fibra muscular, la cual se encuentra cercana a la placa motora terminal.
- La acción liberada por la neurona motora, difunde a través de la hendidura sináptica y desencadena un potencial de acción muscular.

### Sarcolema

- Unidad funcional del tejido muscular. Formada por:
  - 1) Filamentos grueso y oscuros de miosina, formada por dos partes:
    - a) Meromiosina ligera (cuerpo de dos tiras enrolladas en hélice de polipéptidos)
    - b) Meromiosina pesada (Cabeza también con doble hélice con actividad enzimática)
  - 2) Filamento delgados y claros de actina, dos cadenas de unidades globulares, contiene:
    - a) Tropomiosina (filamentos largos situados en el surco que se encuentra entre las dos cadenas de actina.
    - b) Troponina (unidades globulares localizadas o intervalos de tropomiosina, y que posee tres tipos de afinidad, tropomiosina y calcio).

Regiones estrechas de material denso en forma de placa, denominadas líneas Z, separa el sarcómero del siguiente.

Los filamentos gruesos y finos se superponen en mayor o menor medida, dependiendo de si el músculo está contraído, relajado o distendido. El patrón de superposición, consistente en una diversidad de zonas y bandas, da origen a las estriaciones que pueden verse tanto en la miofibrilla como en las fibras completas. La oscura porción del sarcómero es la banda A, que recorre toda la longitud de los filamentos gruesos. La banda I es un área clara y de menor densidad, que contiene la porción restante de los filamentos finos, pero no los gruesos. Una línea o disco Z pasa por el centro de cada banda I. Una fina o banda H en el centro de cada banda A contiene sólo filamentos gruesos en el medio de cada zona H forman línea M, cuya denominación se debe a su ubicación medial en el sárcomero.

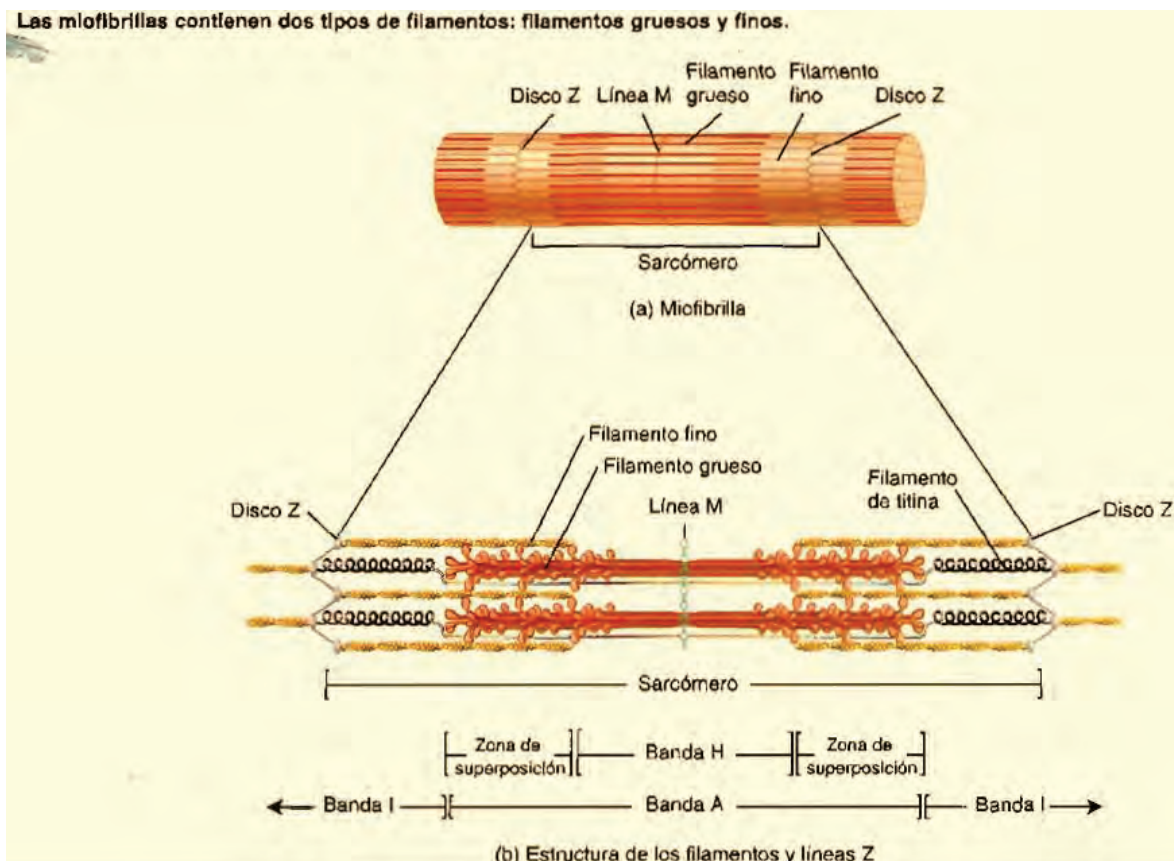


Fig.3 **Disposición de los filamentos dentro de un sarcómero.** Un sarcómero se extiende desde una línea Z hasta la siguiente. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*,

### Mecanismo de Contracción

**Contracción:** Desplazamiento de los filamentos de actina sobre los de miosina, el ancho de las bandas A permanece constante, mientras que las líneas Z se juntan. Secuencia de contracción muscular.

### Mecanismo de Deslizamiento de los Filamentos

La contracción muscular se lleva a cabo gracias a que las cabezas de miosina se adhieren y “caminan” a lo largo de los filamentos finos a ambos lados del sarcómero, atrayéndolos progresivamente hacia la línea M. Como resultado se deslizan hacia el interior, encontrándose en el centro del sarcómero. Este movimiento puede llegar al punto de provocar la superposición de sus extremos internos. El deslizamiento de los filamentos finos provoca el acercamiento de las líneas Z y, por ende, el acercamiento del sarcómero. No obstante, las longitudes de los filamentos finos y gruesos en forma individual no varían. El acortamiento de los sarcómeros provoca el acortamiento de toda la fibra muscular y, de esta manera, de la totalidad del músculo.



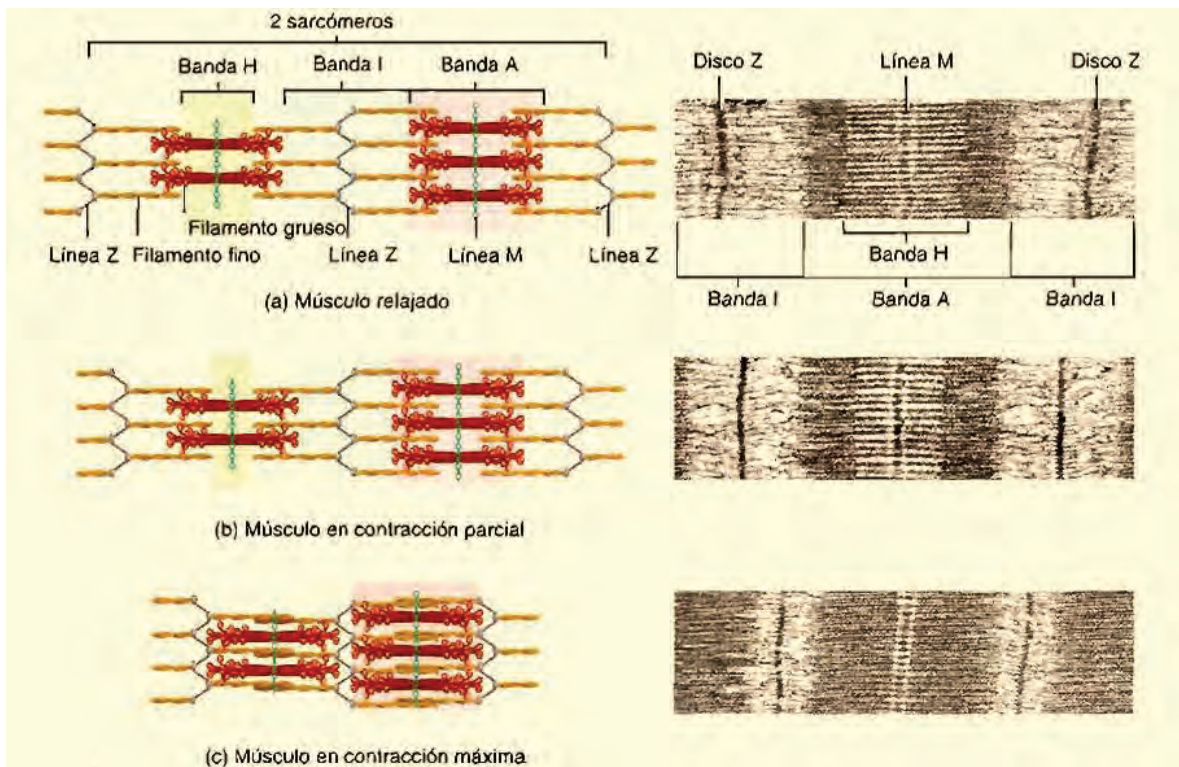


Fig.4 **Mecanismo de deslizamiento de los filamentos en la contracción muscular, como sucede en dos sarcómeros adyacentes.** . (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### El Ciclo Contráctil:

Al inicio de la contracción, el retículo sarcoplasmático libera iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) hacia el citosol. Allí se unen a la tropina, lo que provoca la separación de los complejos troponina-tropomiosina, separándolos de los sitios de unión a la miosina de la molécula de actina. Una vez que estos sitios se liberan, el ciclo contráctil- la secuencia repetida de fenómenos que da origen al deslizamiento de los filamentos comienza el ciclo contráctil consta.

- 1) **Hidrólisis del ATP:** La cabeza de miosina posee un sitio de unión al ATP a ADP (adenosín difosfato). Esta reacción reorienta y carga de energía a la cabeza de miosina. Nótese que los productos de la hidrólisis Del ATP-ADP y un grupo fosfato-siguen adheridos a la miosina.
- 2) **Acoplamiento de la miosina a la actina para formar puentes cruzados:** La cabeza de miosina, carga de energía, se adhiere al sitio de unión a la miosina de la actina y libera el grupo fosfato previamente hidrolizado. Cuando se produce esta unión entre miosina y actina durante la contracción, se refiere a ellas como puentes cruzados o puentes de unión.

- 3) Fase de deslizamiento: Tras la formación de los puentes, se lleva a cabo la fase de deslizamiento. Durante ella, el sitio del puente donde el ADP sigue unido se abre. En consecuencia, el puente cruzado rota y libera al ADP. La fuerza se genera con la rotación de dicho puente hacia el centro del sarcómero, deslizando a los filamentos finos sobre los gruesos, hacia la línea M.
- 4) Desacoplamiento de la miosina de la actina: Finalizando el movimiento, los puentes permanecen firmemente acoplados a la actina hasta que se les une otra molécula de ATP. La unión del ATP a su respectivo sitio de unión en la cabeza de miosina hace que ésta se desacople de la actina.

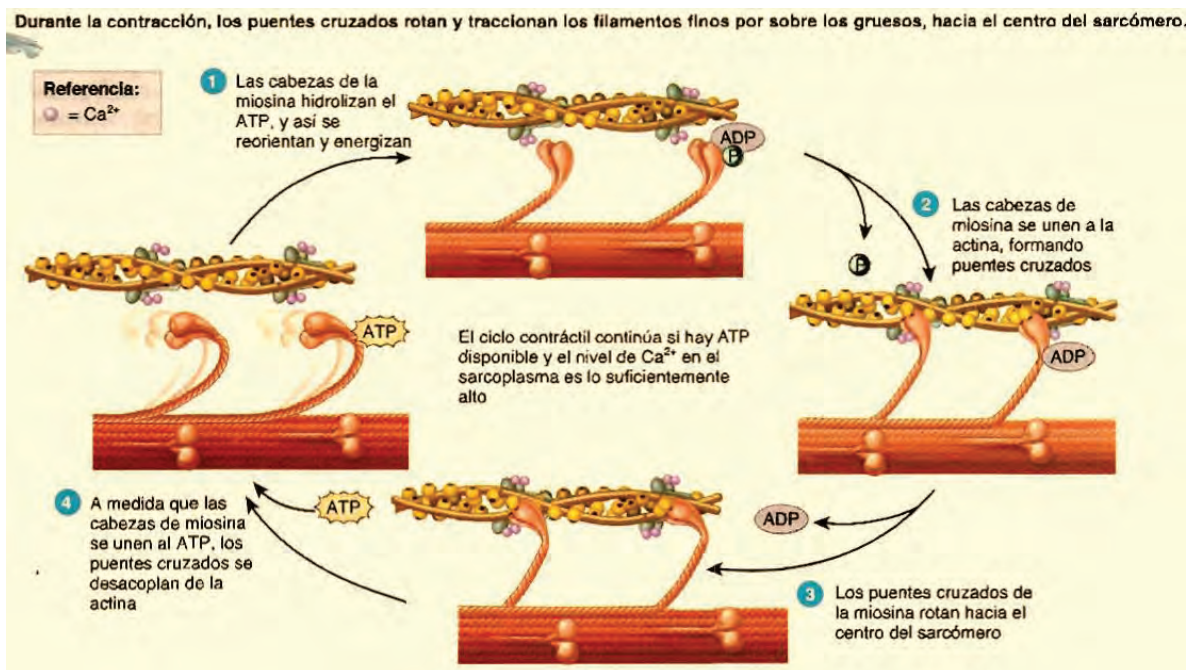
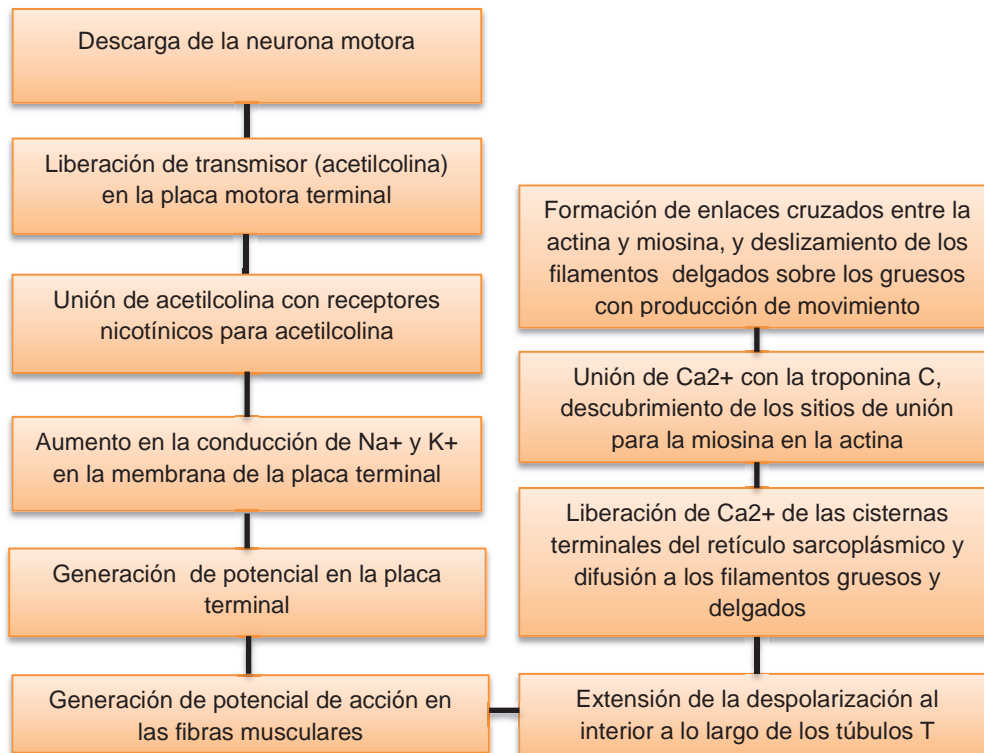


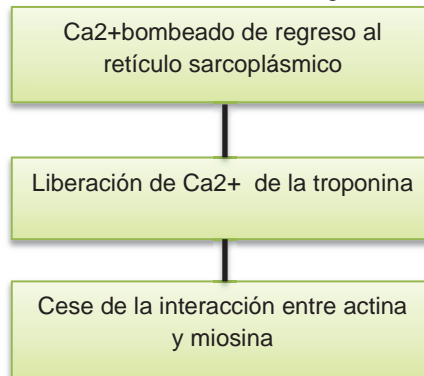
Fig.5 **El ciclo contráctil.** Los sarcómeros ejercen fuerza y se acortan a través de ciclos repetitivos durante los cuales las cabezas de miosina se acoplan a la actina (puentes cruzados), rotan y se desacoplan. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Editio*)

El retículo sarcoplásmico comienza a reacumular  $\text{Ca}^{2+}$  y a almacenarlo, una vez que las cantidades de  $\text{Ca}^{2+}$  han descendido fuera del retículo, la acción entre actina y miosina cesa y se da la relajación.

### Pasos de la contracción:



### Pasos de la relajación



*Esquema 1 Resumido de Descripción y Clasificación del proceso de contracción y relajación de los músculos*

#### Tipos de Contracción Muscular

**Involuntarias:** Se les conoce también como contracciones reflejas. Son reacciones por movimientos o reflejos rápidos producidos por un fuerte estímulo como un mecanismo de defensa, por ejemplo; un susto, al momento de quemarse, cortadura entre otros.

**Voluntarias:** Es la fuerza aplicada al ejercicio y existen diferentes formas de realizarlas, por ejemplo:

- **Isométricas:** Tienen lugar cuando existe una fuerza sin realizar movimiento, es decir, que la resistencia sobre la cual se ejerce la fuerza permanece inmóvil, estática. En este caso, la resistencia es mayor a la fuerza. Un ejemplo de contracción isométrica sería empujar una pared durante un tiempo determinado.
- **Isotónicas:** La fibra muscular modifica su longitud y realiza un movimiento. El ejercicio isotónico consiste en la contracción contra una resistencia externa constante. La resistencia puede ser manual o mecánica. En este caso la fuerza es mayor que su resistencia, existen dos variantes:
  1. **Concéntrica:** Fuerza isotónica en la cual el músculo se acorta. Por ejemplo, al peinarse, con el hecho de llevar el peine en la cabeza, el bíceps braquial se acorta; está es una fuerza concéntrica.
  2. **Excéntrica:** Fuerza isotónica en la cual el músculo se alarga. En el ejemplo anterior se produciría una contracción excéntrica si el peine se lleva a la mesa, es decir, cuando se estira el brazo.
- **Auxotónicas:** Significan la unión de la isotónica y de la isométrica.
- **Isocinéticas:** Se refiere a mantener la resistencia y la velocidad de acortamiento en todo el recorrido del movimiento. Si se intenta empujar un vehículo con ruedas, en el arranque será cuando más cueste. Una vez que está en movimiento, se moverá con menos empuje. Esto correspondería a una fuerza isotónica. La isocinética se daría si el empuje, fuera el mismo, tanto al comienzo como al final.
- **Pliométricas:** Consiste en una carga excéntrica rápida seguida de una contracción concéntrica explosiva. Corresponden a una fuerza donde actúa en un primer momento una acción amortiguadora mediante un estiramiento muscular. En un salto pliométrico se realiza una contracción muscular al momento de tomar contacto con el piso (los tobillos, rodillas y las caderas se encuentran relativamente contraídos). Para realizar esta contracción se efectúa una extensión o estiramiento de esos mismos grupos musculares en el momento de obtener flexión.
- **Biomecánicas:** Existen tres tipos de poleas:
  1. **Fijas:** Cambian la dirección de una fuerza (ejemplo: el olécranon es polea fija del tríceps braquial). Mejoran la acción del músculo con el cambio de dirección.
  2. **Móviles:** Tienen la ventaja mecánica de que la fuerza utilizada en ella puede doblar la magnitud final.
  3. **Semimóviles:** Es el caso de la rótula.

## Metabolismo Muscular

### Producción de ATP en las Fibras Musculares

A diferencia de la mayoría de las células del organismo, las fibras musculares esqueléticas suelen alternar entre una tasa de actividad baja cuando están relajadas, con empleo de sólo pequeñas cantidades de ATP, y un alta al contraerse y hacer uso de grandes cantidades de ATP a una tasa elevada. Se necesitan grandes cantidades de ATP para impulsar el ciclo contráctil, para bombear el  $\text{Ca}^{2+}$  Hacia el retículo sarcoplasmático y para realizar otras reacciones metabólicas involucradas en la contracción muscular. Sin embargo, el ATP contenido en las células es suficiente para realizar la contracción por tan sólo unos segundos. Si el ejercicio extenuante continúa por encima de ese límite, las fibras musculares necesitan generar más ATP. Tienen tres formas de producir ATP: 1) Mediante la fosfocreatina, 2) Por medio de la respiración celular anaeróbica, y 3) por medio de la respiración celular aeróbica. La utilización de la fosfocreatina para la producción de ATP se limita a las fibras musculares, mientras que los dos recursos restantes son propios de todas las células del organismo. Aquí se consideraran brevemente las etapas de la respiración celular.

### **Fosfocreatina**

Cuando las fibras musculares están relajadas, producen más ATP del necesario para su metabolismo basal. El exceso de ATP se usa para sintetizar fosfocreatina, un compuesto de alta energía que solo se encuentra en las fibras musculares. La enzima creatincinasa (CK) cataliza la transferencia de uno de los grupos fosfato de alta energía del ATP a la creatina, formando fosfocreatina y ADP. La creatina es una pequeña molécula aminoacídica sintetizada en el hígado, riñones y páncreas, para ser después transportada a las fibras musculares. La fosfocreatina es entre seis y diez veces más abundante que el ATP en el sarcoplasma de una fibra relajada. Cuando comienza la contracción asciende el nivel de ADP, la CK cataliza la transferencia de un grupo fosfato desde la fosfocreatina de vuelta al ADP. Esta reacción de fosforilación directa genera nuevas moléculas de ATP rápidamente. En un conjunto, la fosfocreatina y el ATP proveen suficiente energía a los músculos para contraerse en forma máxima por alrededor de 15 segundos. Esta cantidad de energía es suficiente para breves e intensos estallidos de actividad; por ejemplo una carrera de 100 metros planos.

### **Respiración Celular Anaeróbica**

Consiste en una serie de acciones productoras de ATP que no requieren la presencia de oxígeno. Cuando la actividad corporal continúa y el suministro de fosfocretina en la fibra se agota, el catabolismo de la glucosa es el medio de producción de ATP. La glucosa se transporta fácilmente de la sangre a los músculos en actividad por difusión facilitada, y también se obtiene del desdoblamiento de glucógeno muscular. Luego, una serie de diez reacciones conocidas como glucólisis rompe cada una de las moléculas de glucosa en dos de ácido pirúvico. Estas reacciones utilizan dos moléculas de ATP.

Por lo general, el ácido pirúvico formado por la glucólisis en el citosol ingresa a la mitocondria, donde se somete a una serie de reacciones dependientes del oxígeno denominadas respiración celular aeróbica, que produce una gran cantidad de moléculas de ATP. Sin embargo, durante ciertas actividades no hay suficiente oxígeno disponible. En estos casos, las reacciones anaeróbicas convierten la mayoría del ácido pirúvico en ácido láctico en el citosol. Alrededor del 80% del ácido láctico producido por esta forma difunde hacia afuera de las fibras musculares esqueléticas, a la sangre. Las células hepáticas pueden convertir parte del ácido láctico otra vez en glucosa. Además de proveer nuevas moléculas de glucosa, esta conversión reduce la acidez de la sangre. La respiración celular anaeróbica puede proveer suficiente energía durante cerca de 30 a 40 segundos de actividad muscular máxima. En conjunto, la conversión de fosfocreatina y la glucólisis pueden abastecer del ATP necesario para correr una carrera de 400 metros.

### **Respiración Aeróbica:**

La actividad muscular de duración superior a medio minuto depende cada vez más de la respiración aeróbica. Si hay oxígeno suficiente, el ácido pirúvico ingresa a dichas estructuras, donde se oxida completamente en reacciones que generan ATP, Dióxido de carbono, agua y calor. Si bien la respiración celular aeróbica es más lenta que la glucólisis, produce una cantidad mayor de ATP. Cada molécula de glucosa rinde alrededor de 36 moléculas de ATP; la molécula de un ácido graso común rinde más de 100 moléculas de ATP a través de la respiración celular aeróbica.

La respiración celular aeróbica suministra suficiente ATP para realizar una actividad prolongada, en el caso de que haya suficiente oxígeno y nutrientes disponibles. Estos últimos incluyen el ácido pirúvico obtenido de la glucólisis de la glucosa, ácidos grasos provenientes de la ruptura de los triglicéridos en los adipocitos y aminoácidos por degradación de proteínas. En las actividades cuya duración excede los 10 minutos, el sistema aeróbica provee más del 90% del ATP requerido. Al final de una actividad de resistencia como un maratón, casi el 100% del ATP se produce por medio de la respiración celular aeróbica.

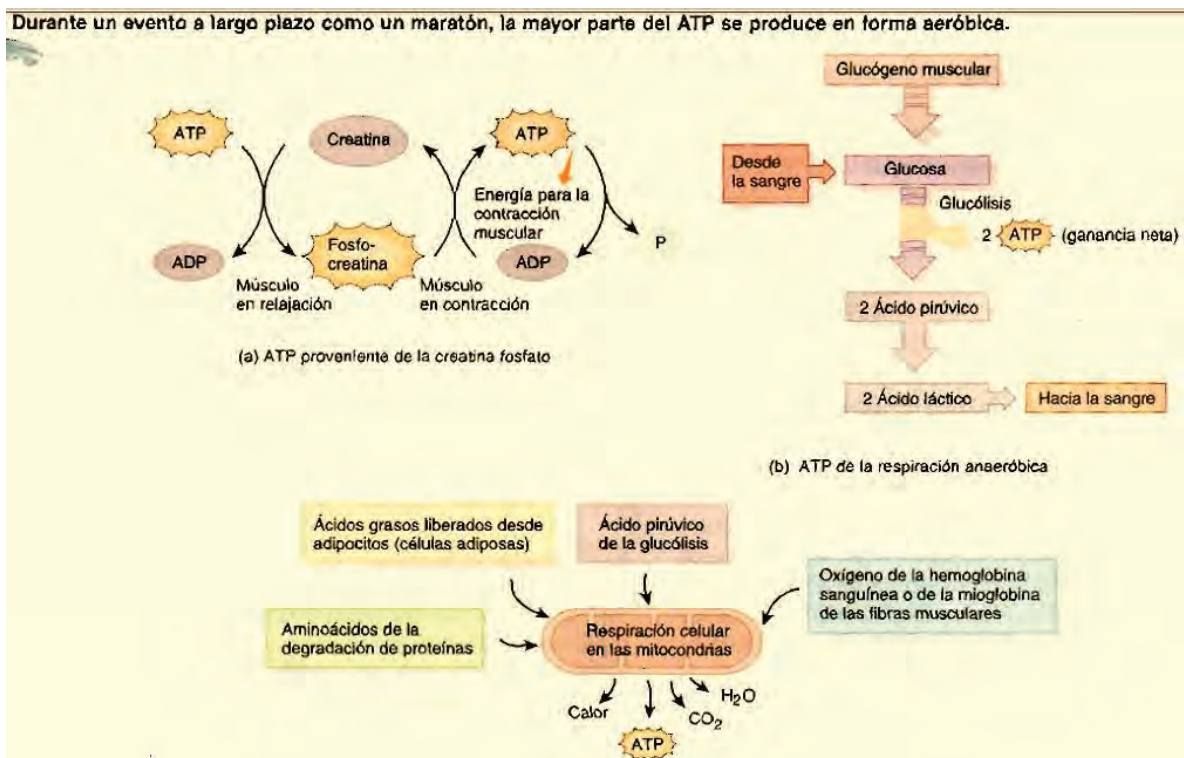


Fig.6 **Producción de ATP para la contracción muscular.** a) la fosfocreatina, que se forma a partir del ATP mientras el músculo está e relajación, trasfiere el grupo fosfato de alta energía al ADP, durante la contracción formando ATP. (Veasé *Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Consumo de Oxígeno pos Ejercicio:

Durante los periodos prolongados de contracción muscular los incrementos en la ventilación y el flujo sanguíneo mejoran el suministro de oxígeno a los tejidos. Una vez finalizada la contracción, el nivel de ventilación se mantiene por un tiempo y el consumo de oxígeno permanece por sobre el nivel basal. Dependiendo de la intensidad del ejercicio, el período de recuperación puede ser de sólo unos minutos o durar hasta varias horas.

Tras el ejercicio. Este oxígeno extra se utiliza para devolver o restaurar las condiciones metabólicas al nivel de reposos de tres formas: 1) convirtiendo el ácido láctico en reserva de glucógeno en el hígado, 2) resintetizando fosfocreanina y ATP en las fibras musculares y 3) reponiendo el oxígeno extraído de la mioglobina.

## Control de la Tensión Muscular:

Un único impulso nervioso de una motoneurona desencadena un único potencial de acción muscular en todas las fibras musculares esqueléticas con las que hace sinapsis. Los potenciales de acción musculares siempre tienen el mismo tamaño en una determinada neurona o fibra muscular. En contraste, la fuerza de la contracción de la fibra muscular varía; la fibra es capaz de desarrollar una fuerza mucho mayor que la producida con un único potencial de acción. La fuerza o tensión que una sola fibra muscular puede producir depende principalmente del ritmo al cual llegan los impulsos nerviosos a la unión neuromuscular. El número de impulsos por segundo es la frecuencia de la estimulación. La tensión máxima también depende del nivel de extensión previa a la contracción y de la disponibilidad de oxígeno en los nutrientes.

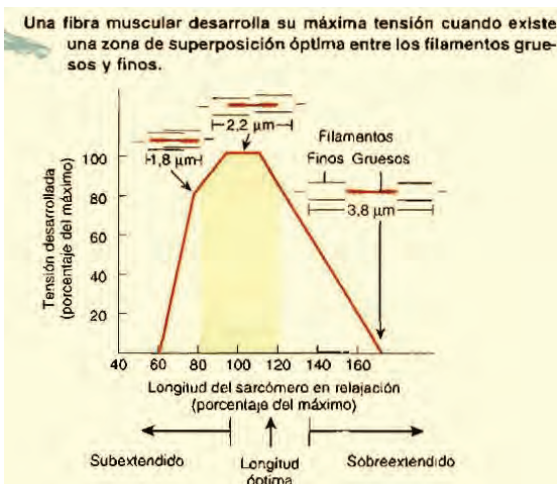


Figura 7 **Relación tensión-longitud en la fibra muscular esquelética.** La máxima tensión durante la contracción se desarrolla cuando la longitud del sarcómero en reposo es de 2,0-2,4  $\mu\text{m}$ . (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Unidades motoras:** A pesar de que cada fibra muscular esquelética posee sólo una unión neuromuscular, el axón de una neurona motora somática se ramifica y forma uniones con muchas fibras diferentes.

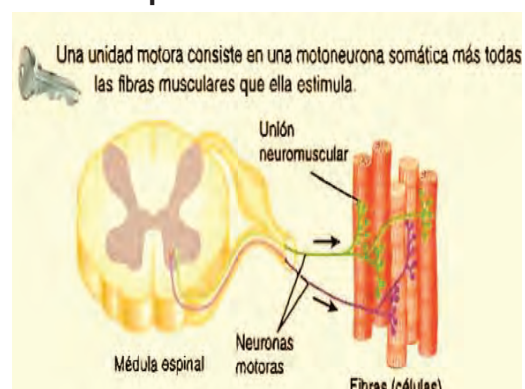


Figura 8. **Unidades motoras.** Se muestran dos neuronas somáticas motoras (una violeta y otra verde), cada una portando fibras a su unidad motora. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)



Una unidad motora es una motoneurona somática más todas las fibras musculares que estimula. Cada una de estas neuronas hace contacto con un promedio de 150 fibras musculares esqueléticas, todas ellas contrayéndose al mismo tiempo. Por lo general, las fibras musculares de una unidad motora se encuentran dispersas por todo el músculo, en vez de agrupadas. Los músculos que controlan movimientos precisos consisten en muchas unidades motoras pequeñas. Por ejemplo, los músculos de la laringe, que controlan el habla, tienen tan sólo dos o tres fibras musculares por unidad motora, mientras los músculos que controlan los movimientos oculares pueden alcanzar las 10 o 20 fibras. En contraposición, los músculos esqueléticos responsables de movimientos energéticos a gran escala, como el bíceps braquial en los brazos y el gastrocnemio en las pantorillas, tienen entre 2000 y 3000 fibras musculares en algunas de sus unidades motoras.

**Sacudida muscular:** Una sacudida muscular (contracción tónica aislada) es la contracción repentina de todas las fibras de una unidad motora en respuesta a un único potencial de acción en su neurona motora. La sacudidas de las fibras musculares esqueléticas duran entre 20 y 200 mseg. Esta duración es muy larga en comparación con los breves 1-2mseg que dura un potencial de acción. Nótese que existe una breve demora entre la aplicación del estímulo (tiempo cero en la gráfica) y el comienzo de la contracción.

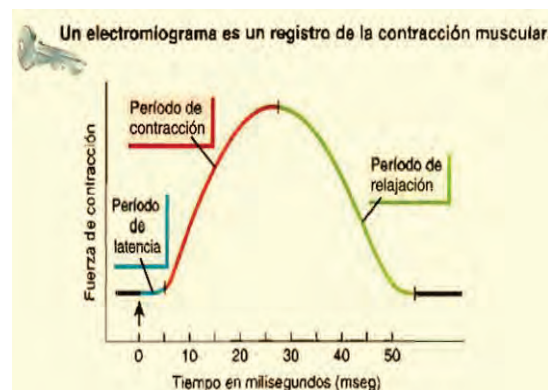


Figura 9. **Electromiograma de una contracción aislada.** La flecha indica el momento en el que tiene lugar el estímulo. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

Durante este el potencial de acción muscular se propaga por el sarcolema y se libera los iones de calcio desde el retículo sarcoplasmático. La segunda fase el periodo de contracción, dura entre 10-100 mseg. En este tiempo el  $\text{Ca}^{2+}$  se une a la troponina, se exponen los sitios de acción de la miosina y se forman los puentes cruzados. Se produce entonces la tensión máxima en la fibra muscular. En la tercera fase, el período de relajación, cuya duración también es de 10-100 mseg, el  $\text{Ca}^{2+}$  es transportado de vuelta al retículo sarcoplasmático en forma activa, la tropomiosina vuelve a cubrir los sitios de unión de la miosina, la miosina se separa de la actina y la tensión de la fibra disminuye.

## Tipos de Fibras Musculares

**1 fibras oxidativas lentas:** Son las más pequeñas en diámetro y, por lo tanto, el tipo de fibra menos potente. Se ven de color rojo oscuro por que contienen grandes cantidades de mioglobina y muchos capilares sanguíneos. Debido a su alto contenido de mitocondrias, estas fibras generan ATP principalmente por medio de la respiración celular aeróbica, razón por la cual se denomina fibra oxidativas. Se les llama lentas porque la ATPasa de sus cabezas de miosina hidroliza el ATP en forma relativamente lenta. Como consecuencias las fibras tienen baja velocidad de contracción, las cuales duran de 100 a 200 msec y tardan más en desarrollar la tensión máxima.


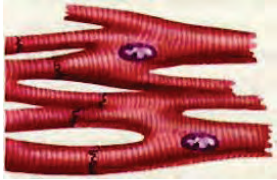
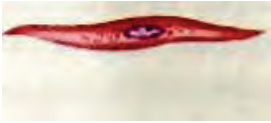
**2 fibras oxidativas-glucolíticas rápidas:** Poseen un diámetro intermedio entre los dos tipos de fibras, Contienen grandes cantidades de mioglobina y de capilares sanguíneos, por eso también generan un color rojo oscuro. Pueden generar cantidades considerables de ATP a través de la respiración celular aeróbica, lo cual les genera una resistencia considerable a la fatiga. Dado que su reserva intracelular de glucógeno es alta, también genera ATP mediante la glucólisis anaeróbica. Son rápidas por que las ATPasas de sus cabezas de miosina hidrolizan ATP de tres o cinco veces más rápido que las fibras lentas lo que aumenta su velocidad de contracción.

**3 Fibras glucolíticas-rápidas:** Son las de mayor diámetro y las que contienen mayor cantidad de miofibrillas. Por ende, pueden generar las contracciones más potentes. Las fibras GR tienen bajo contenido de mioglobina, relativamente pocos capilares sanguíneos, pocas mitocondrias y color blanco. Contiene grandes cantidades de glucógeno y produce ATP principalmente por la glucólisis. A causa de su gran tamaño y su tamaño de hidrolizar el ATP, rápidamente, las fibras GR se contraen fuerte y rápidamente. Están adaptadas a la realización de movimientos anaeróbicos intensos de corta duración, como levantar pesas o arrojar una pelota, pero se fatigan pronto. Los programas de entrenamiento de fuerza que involucran a una persona en actividades que requieren mucho esfuerzo por breves períodos de tiempo aumentan el tamaño, fuerza y contenido de glucógeno de estas fibras. En un pesista, estas fibras pueden tener un tamaño 50% mayor que las de una persona sedentaria o un atleta de resistencia.



**Figura 38 Sección transversal de los tres tipos de fibras musculares esqueléticas**

**Resumen de los rasgos principales de los tres tipos de tejido muscular**

Características	Músculo esquelético	Músculo Cardíaco	Músculo liso
➤ Aspecto microscópico y características.	Fibra cilíndrica, con abundantes núcleos de localización periférica; estriado. 	Fibra cilíndrica ramificada, con un solo núcleo de localización central; los discos intercalares unen a las fibras vecinas; estriado. 	La fibra es más gruesa en el medio, y afinada hacia los extremos, con un solo núcleo en posición central; no estriado. 
➤ Localización	Comúnmente adherido a los huesos, por medio de tendones.	Corazón	Pared de las vísceras huecas, vías aéreas, vasos sanguíneos, iris y cuerpos ciliares del ojo, músculos asociados a los folículos pilosos
➤ Diámetro de la fibra	Muy grande (10-100um)	Grande (10-20 um)	Pequeño (3-8 um)
➤ Componentes del tejido	Endomisio, perimisio, y epimisio	Endomisio	Endomisio
➤ Longitud de la fibra	100um-30 cm	50um-100um	30um-200um
➤ Proteínas contráctiles organizadas en sarcómeros	Sí	Sí	No
➤ Retículo sarcoplasmático	Abundante	Moderado	Muy escaso
➤ Túbulos transversales presentes:	Sí, se alinean en cada unión de las bandas A-I	Sí, se alinean en cada disco Z	No

➤ Automatismo	Ninguna	Los discos intercalares poseen uniones en hendidura y desmosomas.	Uniones en hendidura (gap) en el músculo liso visceral;ningunas en el músculo liso de unidades múltiples.
➤ Fuente de Ca <sup>2+</sup> para la contracción	No	Sí	Sí en el músculo liso visceral
➤ Proteínas reguladoras de la contracción	Retículo sarcoplasmático	Retículo sarcoplasmático y liquido intersticial.	Retículo sarcoplasmático y liquido intersticial
➤ Velocidad de contracción	Tropinina y tropomiosina	Tropinina y tropomiosina	Calmodulina y cinasa de las cadenas livianas de miosina.
➤ Control nervioso	Rápido	Moderado	Lento
➤ Regulación de la contracción	Voluntario ( sistema nervioso somático)	Involuntario (sistema nervioso autónomo.	Involuntario (sistema nervioso autónomo.
➤ Capacidad de liberación	Acetilcolina liberada por las motoneuronas somáticas	Acetilcolina y noreadrenalina liberadas por las motoneuronas autonómicas; diversas hormonas.	Acetilcolina y noreadrenalina liberadas por las motoneuronas autonómicas; Diversas hormonas; cambio químicos locales; distensión.
	Limitada, por parte de las células satélite.	Limitada bajo ciertas condiciones	Considerable, por medio de los pericitos (en comparación con otros tejidos musculares, pero limitada en comparación con el epitelio)

*Cuadro 1 Resumen de las principales características de los tres tipos de tejido muscular*

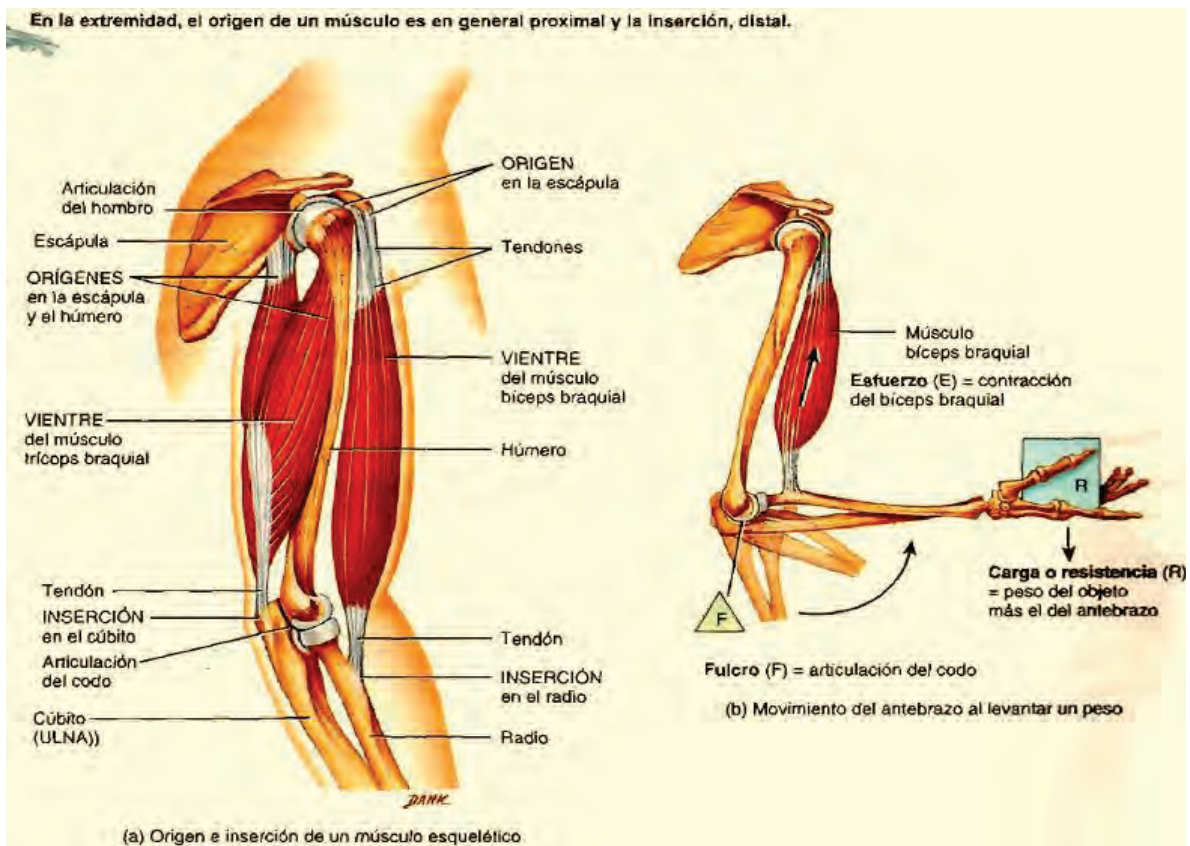
## **Sitios de fijación muscular: origen e inserción**

Los músculos esqueléticos que producen movimiento lo hacen ejerciendo una fuerza sobre los tendones, los que a su vez traccionan de los huesos o de otras estructuras (como la piel). La mayoría de los músculos cruzan al menos una articulación y se insertan por lo general en los huesos que forman articulación.

Habitualmente, al sitio de fijación del tendón de un músculo en el hueso estacionario se le llama origen; al sitio de fijación del otro tendón del músculo en el hueso que se mueve se le llama inserción. Una buena analogía es el resorte de una puerta. En este ejemplo, la parte del resorte fijado al marco de la puerta representa el origen; y la parte fijada a la puerta representa la inserción; lo más frecuente es que la inserción se tracciona hacia el origen. La porción carnosa del músculo que se encuentra entre sus tendones se denomina vientre. Las acciones de un músculo son los principales que se producen cuando el músculo se contrae. En nuestro ejemplo del resorte, sería el cierre de nuestra puerta.

## **Sistema de Palancas y sus Acciones**

Para producir movimiento, los huesos se comportan como palancas y las articulaciones como los fuleros o puntos de apoyo de esas palancas. Una palanca es una estructura rígida que puede moverse alrededor de un punto fijo llamado fulcro, simbolizado con un  $F$ . Sobre la palanca actúan dos fuerzas diferentes en dos puntos diferentes: El esfuerzo ( $E$ ) que produce el movimiento, y la carga o resistencia ( $R$ ) que se opone al movimiento. El esfuerzo es la fuerza ejercida por la contracción muscular; la resistencia por lo común corresponde al peso de la parte del cuerpo que se mueve. El movimiento se produce cuando el esfuerzo aplicado sobre el hueso en la inserción excede la resistencia. Consideramos al bíceps braquial flexionado el antebrazo sobre el codo como cuando se levanta un objeto. Cuando el antebrazo se eleva, el codo representa el fulcro. La fuerza de contracción del bíceps braquial que tracciona del antebrazo representa el esfuerzo.



**Figura 11. Relación entre los músculos esqueléticos y lo huesos.** a) los músculos están sujetos a los huesos por medio de tendones en sitios conocidos como orígenes o inserciones. b) los músculos esqueléticos producen movimiento al traccionar de los huesos. Estos actúan como palancas y las articulaciones como los fulcros de las palancas. En este caso el principio de palanca-fulcro se ve ilustrado por el movimiento del antebrazo. Preste atención al punto de aplicación de la carga (resistencia) y el esfuerzo en este ejemplo. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

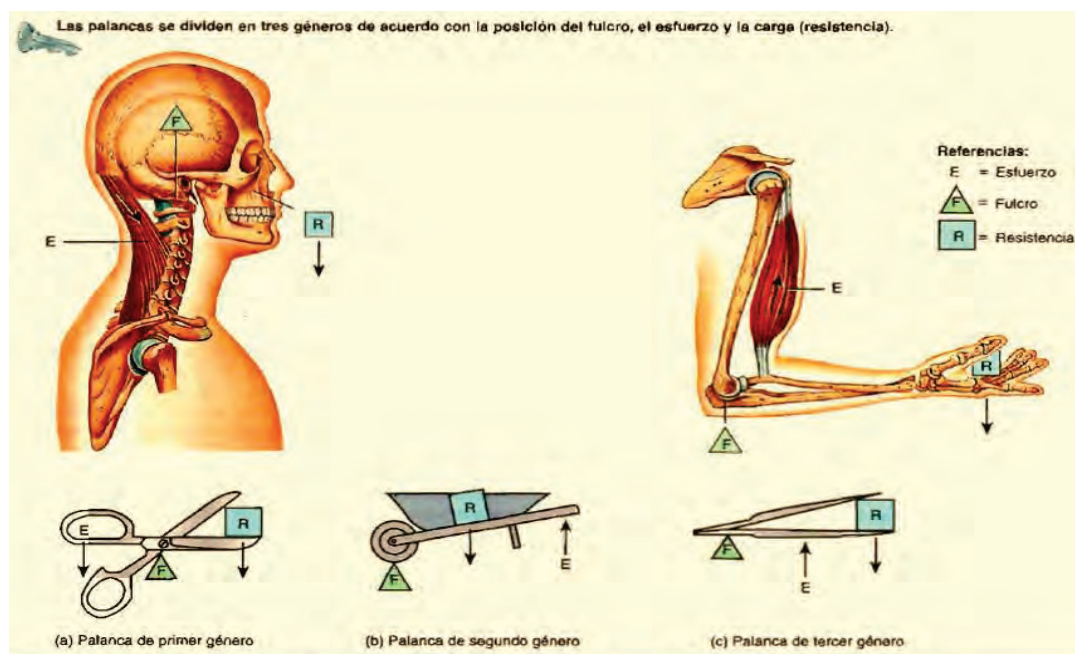
**Las palancas** producen un intercambio entre la fuerza, la velocidad y amplitud del movimiento. Una palanca opera con ventaja mecánica cuando un esfuerzo pequeño puede mover una carga pesada. En este caso la clave está en que el esfuerzo debe aplicarse a una distancia mayor del fulero (debe tener mayor amplitud de movimiento) debe moverse más rápido que la resistencia o carga.

Las palancas se clasifican en tres géneros de acuerdo con las posiciones del fulcro, el esfuerzo y la resistencia.

- 1) **En una palanca de primer Género:** El fulcro se encuentra entre el punto de aplicación de esfuerzo y de resistencia. Las tijeras y el sube y baja son ejemplos de palancas de primer género. Esta palanca puede producir ventajas o

desventajas mecánicas según que el esfuerzo o resistencia estén más cerca del fulcro. Hay pocas palancas de primer género en el cuerpo. Un ejemplo es la formada por la cabeza que reposa la columna vertebral. Cuando se levanta la cabeza, la contracción de los músculos de la nuca proveen el esfuerzo (E), la articulación entre el atlas y el hueso occipital (Articulación atlantooccipital) es el fulcro (F) y el peso de la porción anterior del cráneo es la resistencia o carga.

- 2) **En las palancas de segundo género:** La resistencia se encuentra en el fulcro y el punto de aplicación del esfuerzo. Funciona como carretilla. Las palancas de segundo género siempre producen ventaja mecánica porque la carga siempre está más cerca del fulcro que el esfuerzo. Esta disposición sacrifica velocidad y rango de movimiento para obtener mayor fuerza: este tipo de palanca es la que produce más fuerza.
- 3) **En las palancas de tercer género:** El esfuerzo se aplica entre el fulcro y la resistencia. Estas palancas funcionan como un par de pinzas o tijeras y son las palancas más comunes en el cuerpo. Las palancas de tercer género siempre producen desventaja mecánica porque la fuerza está siempre más cerca del fulcro que la resistencia. En el cuerpo, esta disposición favorece el rango de movimiento y la velocidad por sobre la fuerza. La articulación del codo, el músculo del bíceps braquial y los huesos del brazo y el antebrazo son ejemplos de palanca de tercer género.



**Figura 12 Tipos de palancas.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Efectos de la disposición de los fascículos:** Dentro de un fascículo, todas las fibras musculares se encuentran paralelas unas a otras. Sin embargo, los fascículos pueden formar uno de cinco patrones con respecto a los tendones: paralelo, fusiforme (con forma de cigarro), circular, triangular o peniforme (en forma de pluma).

### Disposición de los fascículos



**Figura 13.** Fascículos formando uno de cinco patrones con respecto a los tendones: paralelo, fusiforme (con forma de cigarro), circular, triangular o peniforme (con forma de pluma).

### Principales Músculos Esqueléticos Superficiales

Los músculos de expresión facial (mímica), los cuales nos permiten expresar una gran variedad de emociones, están ubicados entre las capas de la fascia superficial. Generalmente se originan entre la fascia y huesos del cráneo y se insertan en la piel

#### Músculos de la Expresión Facial.

**Cuadro 2 Descripción del origen, la inserción, la acción y la inervación de los músculos de la expresión facial.**

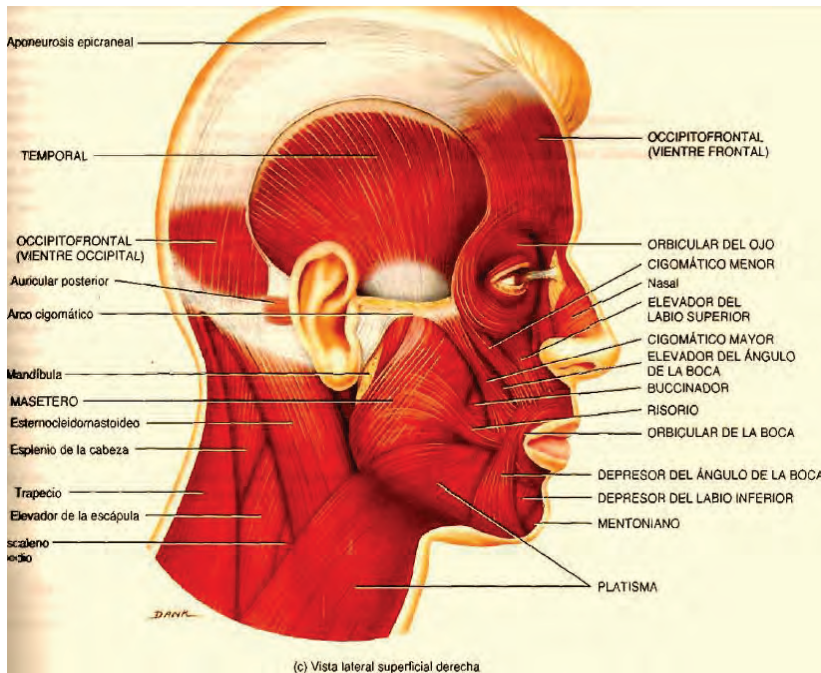


Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Músculo del cuero cabelludo</b> Occipitofrontal	Aponeurosis epicraneal.	Piel superior al borde supraorbitario	Tira el cuero cabelludo, eleva las cejas y arruga horizontalmente la frente.	Nervio facial (VII)
Ventre frontal				
Ventre occipital	Hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal.	Aponeurosis epicraneal	Tira el cuero cabelludo hacia atrás.	Nervio facial (VII)
<b>Músculos de la boca</b> Orbicular de la boca	Fibras musculares que rodean el orificio de la boca.	Piel del extremo de la boca	Cierra y protruye los labios, como al besar; comprime los labios contra los dientes.	Nervio facial (VII)
Cigomático mayor	Hueso cigomático	Piel del ángulo de la boca y músculo orbicular de la boca.	Tira del ángulo de la boca hacia arriba y hacia afuera, como sonreír.	Nervio facial (VII)
Cigomático menor			Eleva el labio superior, exponiendo la dentadura maxilar.	
Elevador del labio superior	Hueso cigomático	Labio superior		Nervio facial (VII)
Depresor del labio inferior	Por encima del foramen infraorbitario del hueso maxilar superior	Piel del ángulo de la boca y músculo orbicular de la boca	Eleva el labio superior. Deprime (baja) el labio inferior.	Nervio facial (VII)
Depresor del ángulo de la boca			Tira del ángulo de la boca hacia abajo, y hacia afuera, como al abrir la boca.	
Elevador del ángulo de la boca	Mandíbula	Piel de labio inferior	Tira el ángulo de la boca hacia arriba y hacia	Nervio facial
		Ángulo de la		

Buccinador (bucca-mejilla)		Mandíbula	boca	afuera. Presiona la mejilla contra los dientes y los labios, como el silbar, soplar y chupar; tira del ángulo de la boca hacia afuera; y asiste en la masticación.	(VII) Nervio facial (VII)
Risorio (risor-risa)		Por debajo del foramen infraorbitario.	Piel del labio inferior y músculo orbicular de la boca		Nervio facial (VII)
Mentoniano		Apófisis alveolar del maxilar superior e inferior rafe pterigomandibular( banda) fibrosa que se extiende desde la apófisis pterigoide del hueso esfenoides hasta la mandíbula)	Músculo orbicular de la boca.	Tira el ángulo de la boca lateralmente, como al hacer muecas. Eleva y protruye el labio inferior y tira la piel del mentón hacia arriba como al hacer pucheros	Nervio facial (VII)
		Fascia sobre la glándula parótida (salival)	Piel del ángulo de la boca		Nervio facial (VII)
		Mandíbula	Piel de la mejilla		Nervio facial (VII)
<b>Músculos del cuello</b> Platisma (platys=chato,plano)		Fascia sobre los músculos deltoides y protector mayor	Mandíbula, músculos que rodean el ángulo de la boca y la piel de la región inferior de la cara	Tira el sector lateral del labio inferior hacia abajo y hacia atrás como al hacer pucheros, deprime la mandíbula.	Nervio facial (VII)
<b>Músculos de la órbita de la ceja</b>	Pared	Borde circular que rodea la	Cierre del ojo.	Nervio facial (VII)	

Orbicular del ojo	medial de la órbita	órbita.		
Corrugador superciliar		Piel de la ceja.	Tira la ceja hacia abajo y arruga verticalmente la piel de la frente.	Nervio facial (VII)
Elevador del párpado superior	Extremo medial y arco superciliar del hueso frontal.	Piel del párpado superior.	Eleva el párpado superior (abre el ojo)	Nervio oculomotor (III)
	Techo de la órbita (a la menor del hueso esfenoides)			

Figura 13. **Músculos de la expresión facial.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)



Cuadro 3 Descripción de origen, inserción, inervación y acción de los músculos extrínsecos del ojo

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Recto superior	Anillo tendinoso común (sujetado a la órbita alrededor del foramen óptica)	Región superior y central del globo ocular.	Mueve el globo ocular superiormente (elevación) medialmente (abducción)	Nervio oculomotor (III)
Recto inferior	Igual que al anterior	Región inferior y central del globo ocular.	Mueve el globo ocular inferiormente (depresión), medialmente (abducción) y lo rota medialmente.	Nervio oculomotor (III)
Recto lateral		Región lateral del globo ocular.	Mueve el globo ocular lateralmente (abducción).	Nervio abducens (VI)
Recto medial	Igual que el anterior	Región medial del globo ocular.	Mueve el globo ocular medialmente (abducción)	Nervio oculomotor (III)
Oblicuo superior	Igual que el anterior	Región del globo ocular ubicada entre el recto superior y recto lateral; el músculo se inserta en la superficie superior y lateral del globo ocular a través de un tendón que pasa por la tróclea.	Mueve el globo ocular inferiormente (depresión), lateralmente (abducción) y lo rota medialmente.	Nervio troclear (IV)
Oblicuo inferior	Hueso esfenoides, por encima y común medial al anillo en la órbita.  Maxilar en el piso de la órbita	En la región del globo ocular entre el recto inferior y el recto lateral	Mueve el globo ocular superiormente (elevación), lateralmente (abducción) y lo rota lateralmente.	Nervio oculomotor (III)

Los músculos extrínsecos del ojo están entre los músculos esqueléticos de control más preciso y de contracción más rápida del cuerpo.

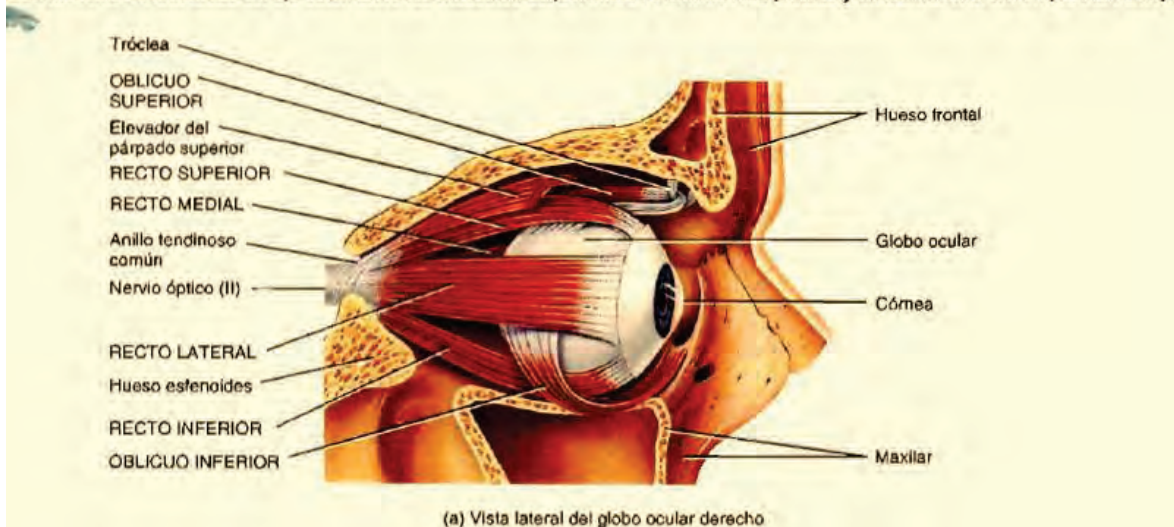
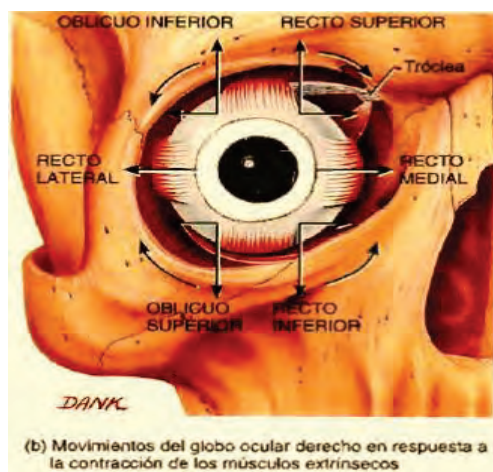


Figura 14. **Músculos extrínsecos del ojo.**

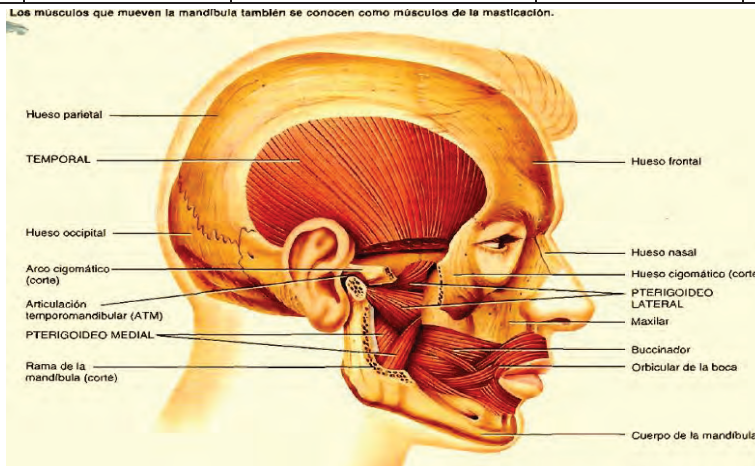


**Músculos que mueven la mandíbula.**

**Cuadro 4. Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la mandíbula**

Músculos		Origen	Inserción	Acción
Mesetero	Maxilar y arco cigomático.	Ángulo y rama de la mandíbula.	Eleva el maxilar, como al cerrar la boca.	Ramo mandibular del nervio trigémino (V).
Temporal	Hueso temporal	Apófisis coronoides y rama de la mandíbula.	Eleva y retraer la mandíbula.	Ramo mandibular del nervio trigémino (V).
Pterigoideo medial	Superficie medial de la porción	Ángulo y rama de la mandíbula.	Eleva y	

Pterigoideo lateral	lateral de la apófisis pterigoides del hueso esfenoides; maxilar.  Ala mayor y superficie lateral de la porción lateral de la apófisis pterigoides del hueso esfenoides.	Cóndilo de la mandíbula; articulación temporomandibular (ATM)	protruye (extiende) la mandíbula y la mueve de lado a lado.  Protruye la mandíbula, la deprime, como al abrir la boca, y la mueve de lado a lado.	Ramo mandibular del nervio trigémino (V).  Ramo mandibular del nervio trigémino (V).
---------------------	--	---	---	--



**Figura 15. Músculos que mueven la mandíbula.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Músculos extrínsecos de la lengua

#### *Cuadro 5 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos extrínsecos de la lengua*

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Geniogioso (Genio=mentón; gioso=lengua).	Mandíbula	Superficie inferior de la lengua y hueso hioides.	Deprime la lengua y tira de ella hacia adelante, (protrusión)	Nervio hipogloso (XII)
Estilogloso	Apófisis estiloides del hueso temporal.	Superficie inferior lateral	Eleva la lengua y la lleva hacia atrás (retracción)	Nervio hipogloso (XII)
Palatogloso			Eleva la lengua y	

Hiogloso	Superficie anterior del paladar blando.	de la lengua. Superficie lateral de la lengua.	tira el paladar blando hacia abajo sobre la lengua.	Plexo faríngeo, el cual contiene axones provenientes del nervio vago (X) y del accesorio (XI). Nervio hipogloso (XII)
	Asta mayor del hueso hioides.	Superficie lateral de la lengua.	Deprime la lengua y tira de sus lados hacia abajo	

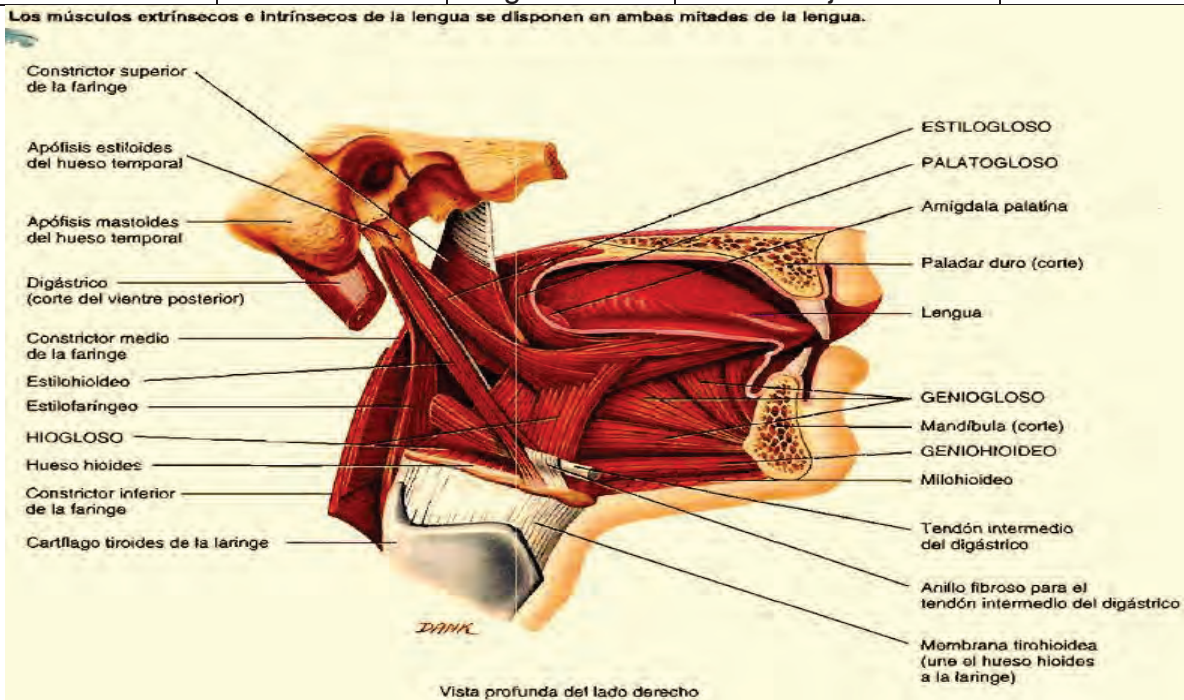


Figura 16. Músculos que mueven la lengua. (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Músculos de la región anterior del cuello

#### Cudro 6 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos de la región anterior del cuello

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Músculos suprahioides</b> Digéstrico (gaster= vientre)	Vientre anterior del lado medial del borde inferior de la	Cuerpo del hueso hioides mediante un tendón	Eleva el hueso hioides y deprime la mandíbula, como al abrir la boca. Eleva el hueso hioides y lo tira hacia atrás.	Vientre anterior: División mandibular del nervio trigémino (V). Vientre

Estilohioideo	mandíbula; vientre posterior del hueso temporal.	intermedio.	Eleva el hueso hioides y el piso de la boca y deprime la mandíbula.	posterior: Nervio facial (VII)
Milohioideo	Apófisis estiloides del hueso temporal.	Cuerpo del hueso hioides.	Eleva el hueso hioides, tira el hueso hioides y la lengua hacia adelante y deprime la mandíbula.	Nervio facial (VII)
Geniohioideo (genio= mentón)	Cara interna de la mandíbula.	Cuerpo del hueso hioides.		Rama mandibular del nervio trigémino (V)
	Cara interna de la mandíbula.	Cuerpo del hueso hioides.		Primer nervio espinal cervical.
<b>Músculos infrahioides</b> Omohioideo (omo=relacionado con el hombro)	Borde superior de la escápula y ligamento transversal superior.	Cuerpo del hueso hioides.	Deprime el hueso hioides.	Ramos de los nervios espinales C1-C3
Esternohioideo	Extremo medial de la clavícula y manubrio del esternón.	Cuerpo del hueso hioides.	Deprime el hueso hioides.	Ramos de los nervios espinales C1-C3
Esternotiroideo	Manubrio del esternón.	Cartílago tiroideos de la laringe.	Deprime el cartílago tiroideos de la laringe.	Ramos de los nervios espinales C1-C3
Tirohioideo	Cartílago tiroideos de la laringe	Asta mayor del hueso hioides.	Eleva el cartílago tiroideos de la laringe y deprime el hueso hioides.	Ramos de los nervios espinales C1-C2 y ramo descendente del hipogloso (XII)



Los músculos suprahioides elevan el hueso hioides, el piso de la cavidad bucal y la lengua durante la deglución.

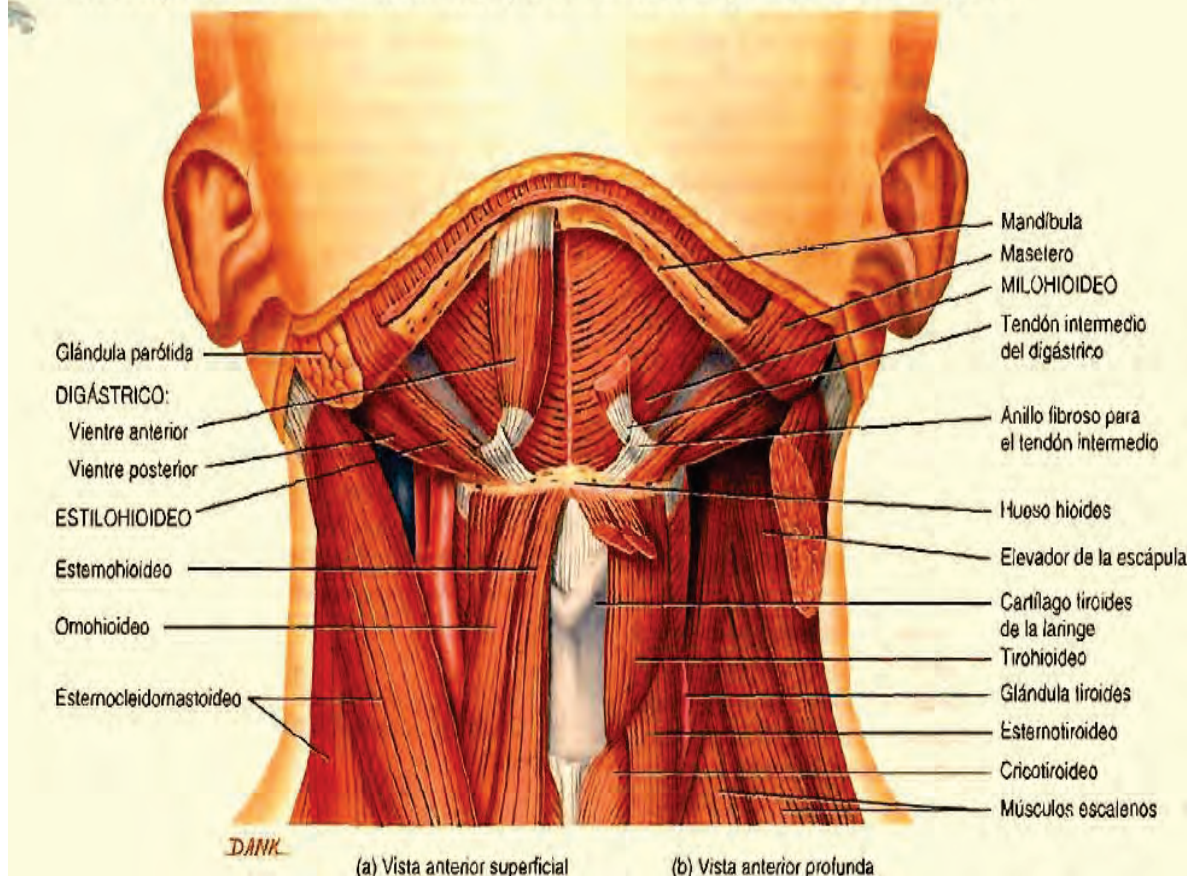


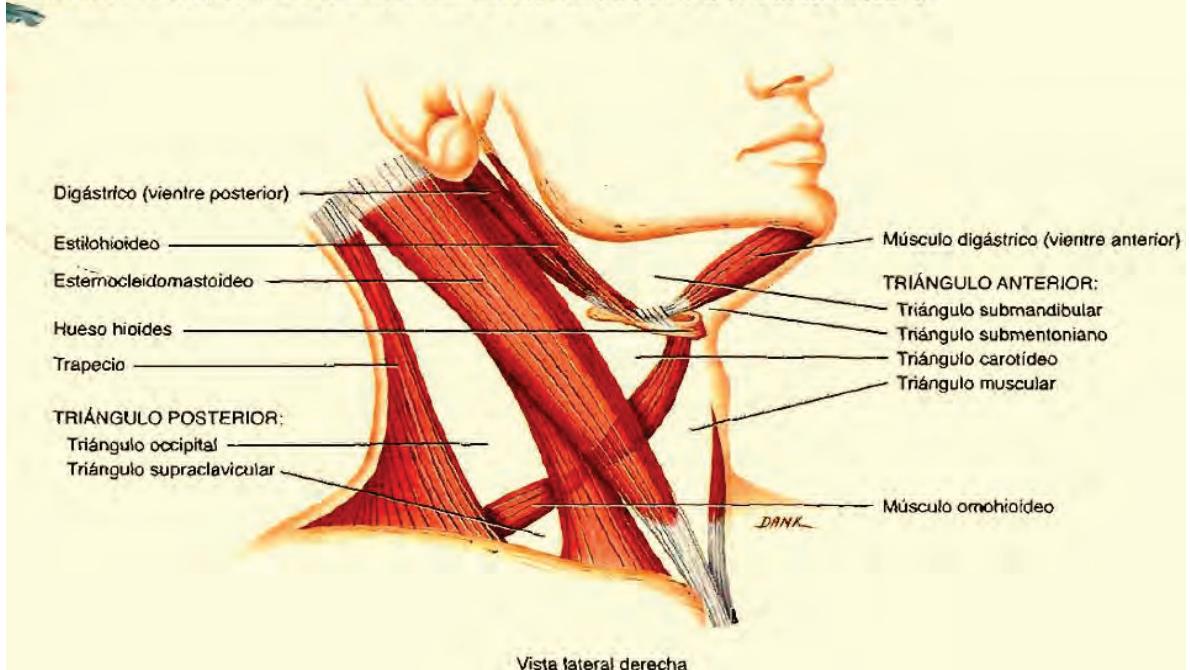
Figura 17. **Músculos del piso de la cavidad bucal y la región anterior del cuello.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

*Cuadro 7. Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la cabeza.*

<b>Músculos</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Inervación</b>
<b>Esternocleidomastoideo</b> (esterno= esternón;cleido=clavícula; Mastoideo= Apófisis mastoides del hueso temporal)	Esternón y clavícula	Apófisis mastoides del hueso temporal	Actuando juntos (bilateralmente), flexionando la porción cervical de la columna vertebral, flexionan la cabeza y elevan el esternón durante la inspiración forzada, extienden lateralmente y rota la cabeza hacia el lado contrario. Actuando juntos, extienden la cabeza;	Nervio accesorio (XI)
<b>Semiespinoso de la cabeza</b> (Semi=mitad; espino=apófisis espinosa de las vértebras)	Apófisis transversas de las primeras seis o siete vértebras torácicas, séptima vertebral cervical y apófisis articulares de la cuarta, quinta y sexta vertebra cervicales.	Hueso occipital entre las líneas nucales superior e inferior.	Actuando juntos, extienden la cabeza; actuando solos, rota la cabeza hacia el lado opuesto al del músculo contraído.	Nervios espinales cervicales.
<b>Esplenio de la cabeza</b> (esplenio=venda)	apófisis articulares de la cuarta, quinta y sexta vertebra cervicales.	Hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal		Nervios espinales cervicales.
<b>Longísimo de la cabeza</b> (longísimo= el más largo)	Ligamento nucal y apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y de las primeras tres o cuatro vértebras torácicas. Apófisis transversas de las	Apófisis mastoides del hueso temporal	Actuando juntos, extienden la cabeza; actuando solos, flexionando lateralmente y rotan la cabeza hacia el mismo lado del músculo contraído.  Actuando juntos, extienden la cabeza;actuando solos, flexionan	Nervios espinales cervicales

	<p>primeras cuatro vértebras torácicas y apófisis articulares de las últimas cuatro vértebras cervicales.</p>		<p>lateralmente y rotan la cabeza hacia el mismo lado del músculo contraído</p>	
--	---	--	---	--

El músculo esternocleidomastoideo divide el cuello en dos triángulos principales: anterior y posterior.



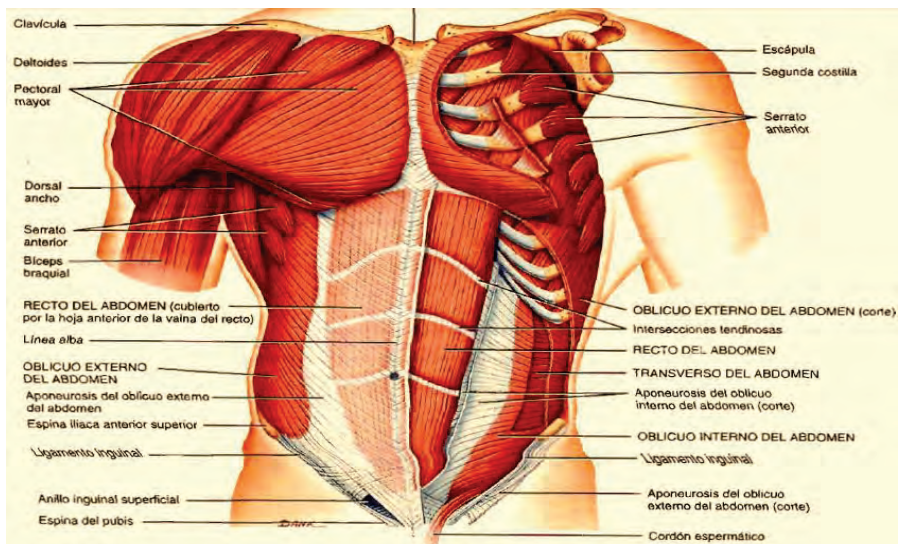
**Figura 18. Triángulos del cuello.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

## Músculos de la pared abdominal

**Cuadro 8 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que forman parte de la pared abdominal**

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Recto del abdomen	Cresta del pubis y sínfisis del pubis.	Cartílago de la quinta, sexta y séptima costillas y apófisis xifoides.	Flexiona la columna vertebral, especialmente en su región lumbar y comprime el abdomen para asistir la defecación, la micción, inspiración forzada y el parto.	Nervios espinales torácicos T7-T12
Oblicuo externo del abdomen	Últimas ocho costillas	Cresta iliaca y línea alba.	Actuando juntos bilateralmente, comprime el abdomen y flexiona la columna vertebral; actuando solos (unilateralmente), flexiona lateralmente la columna vertebral.	Nervios espinales torácicos T7-T12 y nervio iliohipogástrico
Oblicuo interno	Cresta iliaca, ligamento inguinal y fascia toracolumbar.	Cartílagos de las últimas tres o cuatro costillas y línea alba.	Comprime el abdomen.	Nervios espinales torácicos T8-T12 y nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.
Transverso del abdomen	Cresta iliaca, ligamento inguinal, fascia lumbar y cartílagos de las seis costillas.	Apófisis xifoides, línea alba y pubis.	Actuando junto, tiran la duodécima costilla hacia abajo durante la espiración	Nervios espinales torácicos T7-T12 y nervio iliohipogástrico. Y nervio ilioinguinal.
Cuadrado lumbar	Cresta iliaca y ligamento iliolumbar	Borde inferior de la duodécima costilla y primeras cuatro		Nervio espinal torácico T12 y nervios espinales lumbares L1-L3 O L1-L4.

		vértebrae lumbares	forzada, fija la duodécima costilla para evitar su evaluación durante la inspiración forzada y ayuda a extender la porción lumbar de la columna vertebral.	
--	--	--------------------	--	--



Los músculos de la pared anterolateral del abdomen protegen las vísceras abdominales, mueven la columna vertebral y colaboran con la espiración forzada, defecación, micción y el parto.

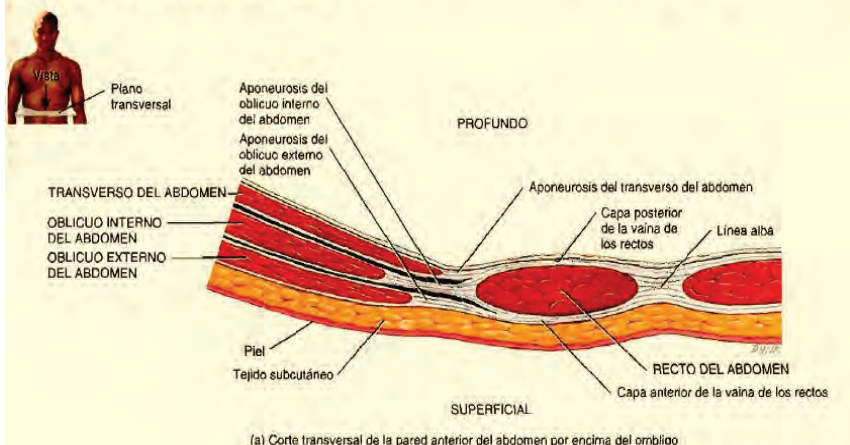


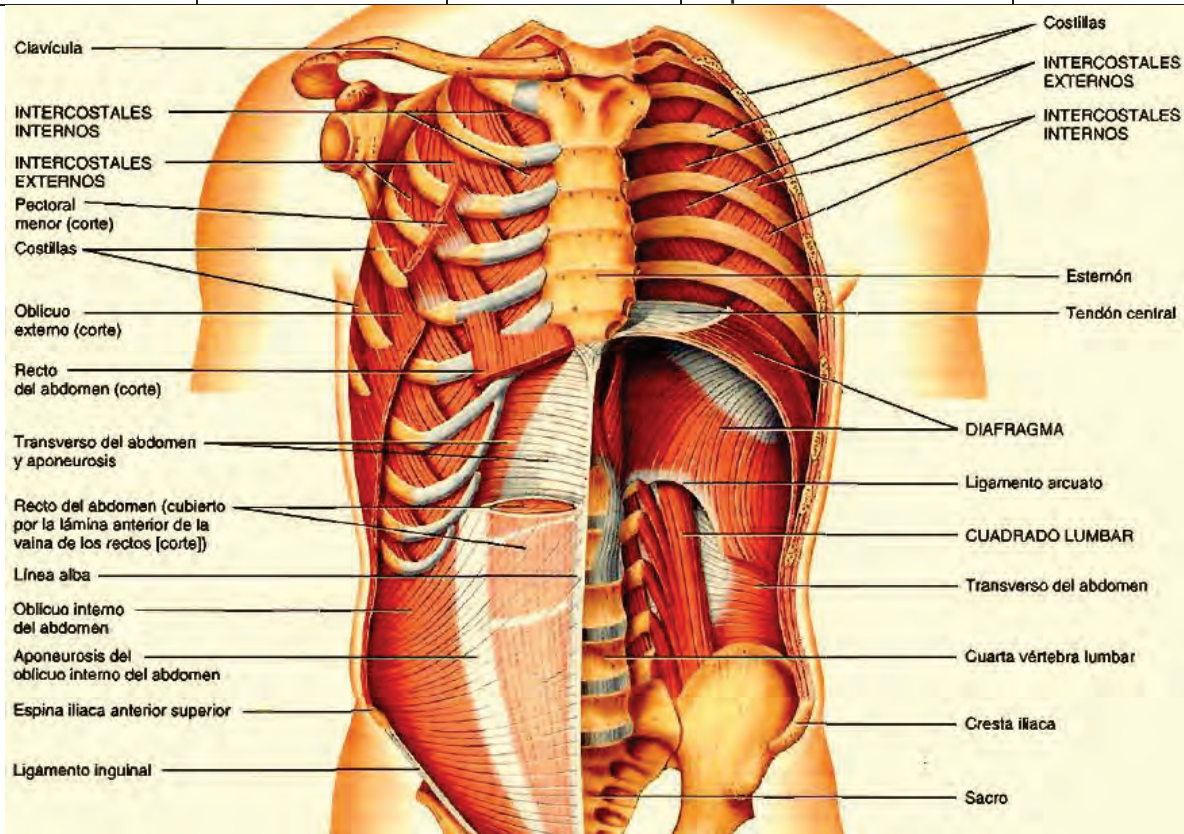
Figura 19 **Músculos de la región anterolateral de la pared abdominal del hombre.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

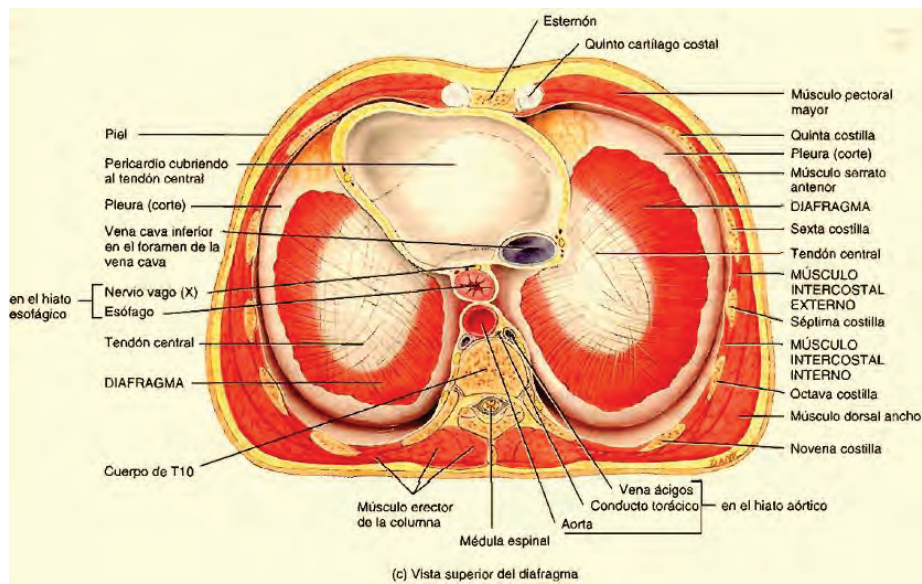
### Músculos de la ventilación

**Cudro 9 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos utilizados en la ventilación**

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Diafragma</b> (dia= a través; fragma=pared)	Apófisis xifoideas del esternón, cartílagos costales y porciones adyacentes de las últimas seis costillas, vértebras lumbares y sus discos intervertebrales y duodécima costilla.	Tendón central.	La contracción del diafragma provoca su aplanamiento con el consiguiente aumento de la dimensión vertical de la cavidad torácica, produciendo inspiración; la relajación del diafragma hace que se mueva hacia arriba, disminuyendo la dimensión vertical de la cavidad torácica, produciendo espiración.	Nervio frénico , el cual contiene axones de los nervios espinales cervicales (C3-C5)
Intercostales externos	Borde inferior de la costilla superior	Borde superior de la costilla inferior.	Su contracción provoca elevación de las costillas, con incremento en las dimensiones anteroposteriores y lateral de la cavidad torácica, produciendo inspiración; su relajación produce la depresión de las costillas con la consiguiente disminución de las dimensiones lateral y anteroposterior de la cavidad torácica, produciendo espiración.	Nervios espinales torácicos T2-T12
Intercostales internos	Borde superior de la costilla inferior	Borde inferior de la costilla superior		Nervios espinales torácicos T2-T12

			<p>Su contracción tracciona de las costillas adyacentes disminuyendo aún más las dimensiones anteroposterior y lateral de la cavidad torácica durante la espiración forzada.</p>	
--	--	--	--	--





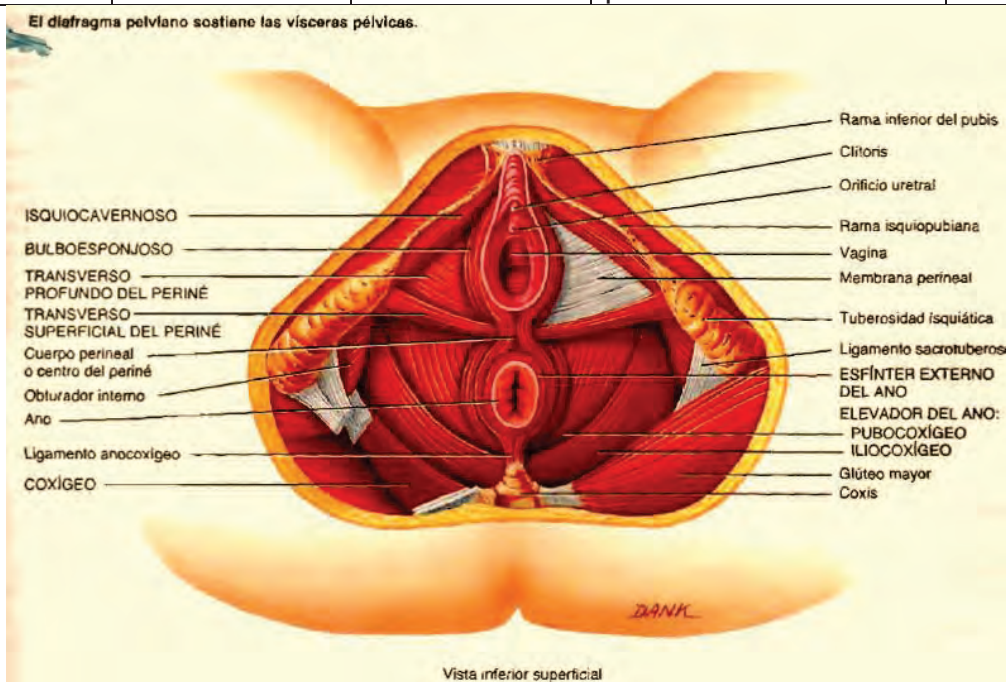
**Figura 20. Músculos involucrados en la ventilación, como se ven en el varón.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*).

**Cuadro 10 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos del diafragma pelviano**

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Elevador del ano	Este músculo es divisible en dos partes, el músculo pubocoxígeo y el músculo iliocoxígeo.	Coxis, uretra, canal anal, cuerpo perineal (una masa con forma de cuña de tejido fibroso ubicada en el centro del periné) y el rafe anocoxígeo (banda fibrosa angosta que se extiende desde el ano hasta el coxis.	Soporta y mantiene la posición de las vísceras pelvianas; resiste los aumentos de la presión intraabdominal durante la espiración forzada, toser, vomitar, orinar y defecar; comprime el ano, la uretra y la vagina.	Nervios espinales sacros S2-S4
Pubocoxígeo				
Iliocoxígeo	Espina ciática	Coxis	Igual que al anterior	Nervios espinales sacros S2-S4
Coxígeo	Espina ciática	Región inferior del sacro y región	Soporta y mantiene la posición de las	



		superior del coxis	vísceras de la pelvis; resisten los aumentos en la presión intraabdominal durante la espiración forzada, toser, vomitar, orinar y defecar; tira el coxis hacia adelante luego de la defecación o el parto.	Nervios espinales sacros S4-S5
--	--	--------------------	--	--------------------------------



**Figura 21. Músculos del diafragma pélvico, como se ven en el periné femenino.**  
(Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

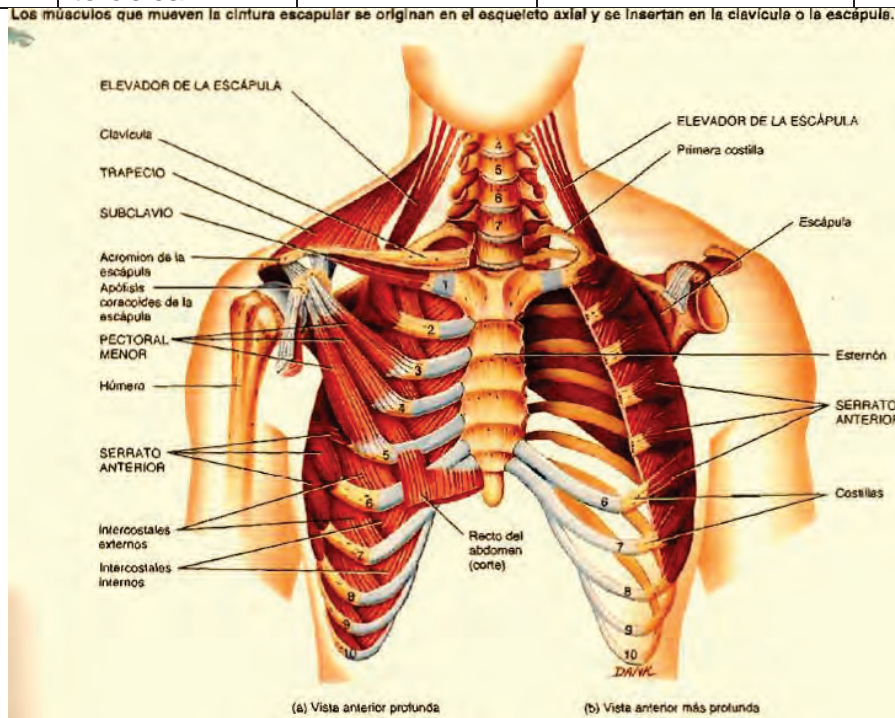
### Músculos de las extremidades Superiores

**Cuadro 11 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la cintura escapular**

Músculos	Origen	Inervación	Acción	Inervación
<b>Músculos torácicos anteriores</b> Subclavio	Primera costilla	Clavícula	Deprime y mueve la clavícula hacia adelante y ayuda estabilizar la cintura escapular.	Nervio subclavio
Pectoral menor	De la segunda a la quinta, de la tercera a la	Apófisis coracoides de la escápula.	Abduce y rota la escápula hacia abajo; eleva de la	Nervio pectoral medial.

Serrato anterior	quinta o de la segunda a la cuarta costilla.  Primera ocho o nueve costillas	Borde vertebral y ángulo inferior de la escápula.	tercera a la quinta costilla durante la inspiración forzada si la escapula esta fija. Abduce y rota hacia arriba la escápula; eleva las costillas cuando la escápula está estabilizada: conocido como músculo de los "boxeadores" por su importancia en los movimientos horizontales del brazo como al golpear o empujar.	Nervio torácico largo.
<b>Músculos torácicos posteriores</b> Trapezio (con forma de trapezoide)	Línea nual superior del hueso occipital, ligamento nual y apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y todas las vértebras torácicas.	Clavícula y acromion y espina de la escápula.	Las fibras superiores elevan la escápula y pueden ayudar a extender la cabeza, las fibras medias aducen la escápula, las fibras superiores e inferiores juntas rotan la escápula hacia arriba; estabiliza la escápula.	Nervio accesorio (XI) y nervios espinales cervicales C3-C5.
Elevador de la escápula		Borde vertebral superior de la escápula.	Eleva la escápula y rota hacia abajo.	Nervio escapular dorsal y nervios espinales cervicales C3-C5
Romboides mayores.	Primeras cuatro o cinco vértebras cervicales.	Borde vertebral de la escápula por debajo de la espina.	Eleva y aduce la escápula y rota hacia abajo; estabiliza la escápula.	Nervio dorsal de la escápula.
Romboides menor	Apófisis espinosas de la segunda a la quinta vértebras torácicas.	Borde vertebral de la escápula por encima de la espina.	Eleva y aduce la escápula y rota hacia abajo; estabiliza la escápula.	Nervio dorsal de la escápula.

	Apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y de la primera vértebra torácica.			
--	---	--	--	--



**Figura 22. Músculos que mueven la cintura escapular (hombro)** (Veasé Tortora, A *Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

*Cuadro 12 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven el húmero*

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Músculos auxiliares que mueven el húmero</b> Pectoral mayor	Clavícula (cabeza clavicular, esternón y cartílago costales de la segunda a la sexta costilla, y a veces de la primera a la	Tubérculo mayor y labio lateral del surco intertubercular (corredera bicipital) del húmero.	El conjunto, aduce y rota medialmente el hombro la cabeza clavicular flexiona el brazo y la cabeza esternocostal extiende el brazo	Nervios pectorales medial y lateral.

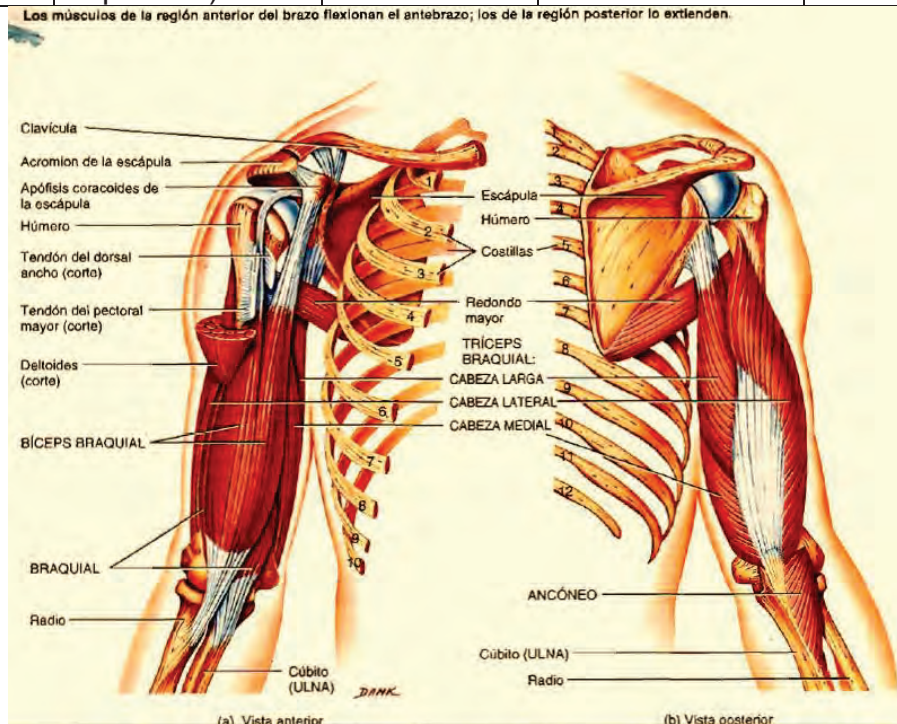
Braquial ancho	séptima (cabezas esternocostales.  Apófisis espinosas de la últimas seis vertebras, torácicas, todas las vértebras lumbares, crestas del sacro e ilión, últimas cuatro costillas	Surco intertubercular del húmero	flexionado a lado del tronco.  Extiende, aduce y rota medialmente el brazo a nivel de la articulación del hombro; tira el brazo hacia abajo y atrás.	Nervio toracodorsal.
<b>Músculos escapulares que mueven el húmero</b> Deltoides	Extremidad acromial de la clavícula (fibras anteriores), acromion de la escápula (fibras laterales) y espina de la escápula (fibras posteriores)	Tuberosidad deltoidea del húmero	Las fibras laterales el brazo actuando en la articulación del hombro; las fibras anteriores flexionan y rotan medialmente el brazo actuando en la articulación del hombro; las fibras posteriores extienden y rotan lateralmente el brazo. Rota el brazo medialmente actuando en	Nervio axilar
Subescapular		Tubérculo menor del húmero (troquín)		Nervio subescapular superior e inferior.
Supraespinoso	Fosa subescapular de la escápula	Tubérculo mayor del húmero (troquíter)		Nervio supraescapular.
Infraespinoso		Tubérculo mayor del húmero.		Nervio supraescapular,
Redondo mayor	Fosa supraespinosa de la escápula.	Labio del surco intertubercular (corredera bicipital)		

Redondo menor	Fosa infraespinosa de la escápula.	Tubérculo mayor del húmero.	la articulación del hombro. Asisten al músculo deltoides en la aducción del brazo actuando en la articulación del hombro.	Nervio musculocutáneo.
Coracobraquial	Ángulo inferior de la escápula.	Mitad de la superficie media de la diáfisis humeral.	Rota lateralmente y aduce el brazo, actuando sobre la articulación del hombro.	
	Borde inferolateral de la escápula.		Extiende el brazo en la articulación del hombro y participa en la aducción y rotación medial del brazo sobre la articulación del hombro.	
	Apófisis coracoides de la escápula.		Rota lateralmente, extiende y aduce el hombro sobre la articulación del hombro. Flexiona y aduce el hombro sobre la articulación del hombro.	



Braquial (anterior)	escápula.	Tuberosidad del cúbito y apófisis coronoides del cúbito.	Flexiona el antebrazo a nivel de la articulación del codo.	musculocutáneo
Braquiorradial	Región distal de la cara anterior del húmero.  Borde lateral del extremo distal del húmero.	Por encima de la apófisis estiloides del radio.	Flexiona el antebrazo a nivel de la articulación del codo; supina y prona el antebrazo a nivel de las articulaciones radiocubitales hacia una posición neutra.	Nervio radial
<b>Extensores del antebrazo</b> Tríceps braquial (tres cabezas de origen)	Cabeza larga: tubérculo infraglenoideo, una proyección inferior de la cavidad glenoidea de la escápula. Cabeza lateral: cara posterolateral del húmero por encima del surco radial Cabeza medial: cara posterior del húmero por debajo del surco del nervio radial. Epicóndilo lateral del húmero	Olécranon del cúbito.	Extiende al antebrazo a nivel de la articulación del codo y extiende el brazo a nivel de la articulación del hombro.	Nervio radial.
Ancóneo		Olécranon y porción superior del cuerpo del cúbito.	Extiende el antebrazo a nivel de la articulación del codo.	Nervio radial.
<b>Pronadores</b>	Epicóndilo	Región	Prona en	Nervio mediano

<p><b>del antebrazo</b> Pronador redondo (pronador= rota la palma hacia abajo)</p> <p>Pronador cuadrado</p>	<p>medial del húmero y apófisis coracoides del cúbito.</p> <p>Porción distal de la diáfisis del cúbito.</p>	<p>media de la cara lateral del radio</p> <p>Porción de la diáfisis del radio.</p>	<p>antebrazo a nivel de las articulaciones radiocubitales y flexiona levemente el antebrazo a nivel de la articulación del codo.</p> <p>Prona el antebrazo a nivel de las articulaciones radiocubitales.</p>	<p>Nervio mediano</p>
<p><b>Supinador del antebrazo</b> Supinador= rota la palma hacia arriba)</p>	<p>Epicóndilo lateral del húmero y pliegue cercano a la escotadura radial del cúbito (cresta del supinador)</p>	<p>Cara lateral del tercio proximal del radio.</p>	<p>Supina el antebrazo a nivel de las articulaciones radiocubitales.</p>	<p>Ramo profundo del nervio radial</p>





**Figura 24. Músculos que mueven el radio y el cúbito (huesos del brazo) (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition).**

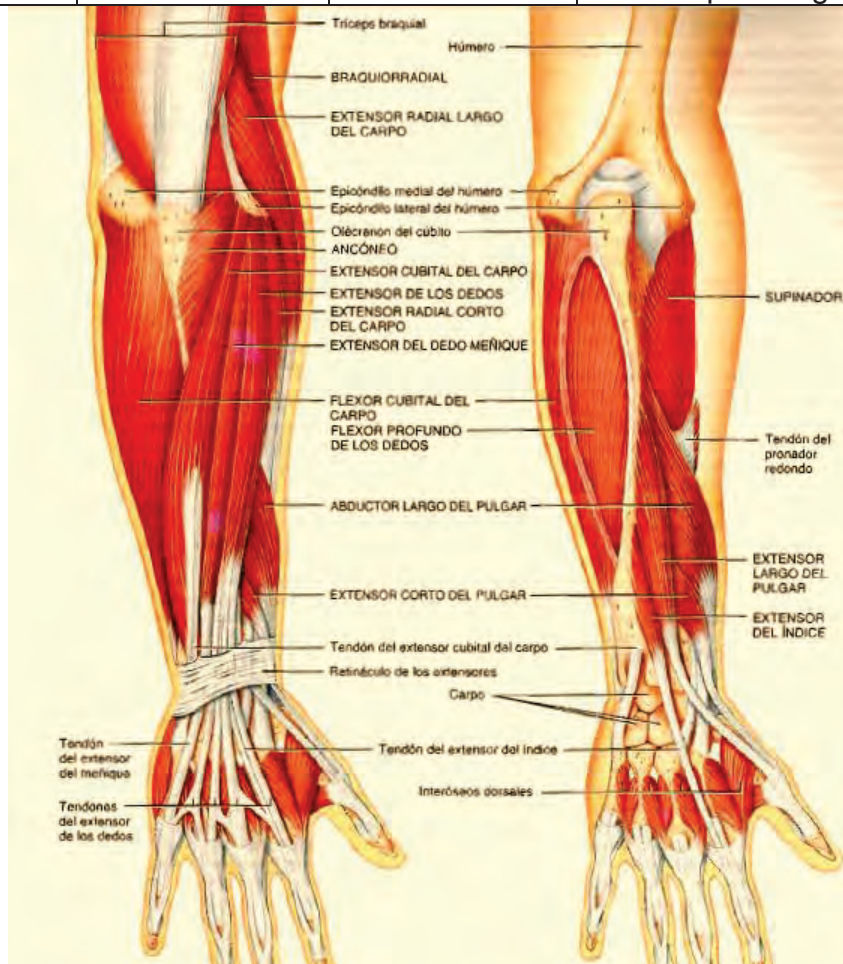
**Cuadro 14 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la muñeca, la mano y los dedos.**

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Compartimiento anterior superficial (flexor) del antebrazo</b> Flexor radial del carpo.	Epicóndilo medial del húmero (epitróclea)	Segundo y tercer metacarpianos.	Flexiona y aduce la mano (desviación radial) a nivel de la articulación de la muñeca.	Nervio mediano
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero.	Retináculo de los flexores y aponeurosis palmar	Flexiona levemente la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	Nervio mediano
Flexor cubital del carpo	Epicóndilo medial del húmero y borde posterosuperior del cúbito.	Pisiforme, ganchoso y base del quinto metacarpiano.	Flexiona y aduce la mano (desviación cubital) a nivel de la articulación de la muñeca.	Nervio cubital.
Flexor superficial de los dedos	Epicóndilo medial del húmero, apófisis coronoides del cúbito y a lo largo de un pliegue ubicado en el margen lateral de la cara anterior (línea oblicua anterior) del radio.	Falange media de cada dedo.	Flexiona la falange media de cada dedo a nivel de la articulación interfalángica proximal, la falange proximal de cada dedo a nivel de la articulación metacarpofalángica y la mano a nivel de la articulación de la muñeca	Nervio mediano
<b>Comportamiento anterior profundo (flexor del antebrazo)</b> Flexor largo del pulgar	Cara anterior del radio y membrana interósea (lámina de	Base de la falange distal del pulgar.	Flexiona la falange distal del pulgar a nivel de la articulación interfalángica.	Nervio mediano

Flexor profundo de los dedos.	tejido fibroso que mantiene juntos los cuerpos del radio y el cúbito). Cara anteromedial del cuerpo del cúbito	Base de la falange distal de cada dedo.	Flexiona las falanges media y distal de cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas y la falange proximal a nivel de la articulación metacarpofalángica, la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	Nervios mediano y cubital.
<b>Compartimiento posterior superficial (extensor) del antebrazo</b> Extensor radial largo del carpo (primer radial externo) <b>Extensor radial corto</b> del carpo (segundo radial externo) Extensor de los dedos	Pliegue supracondíleo superior del húmero  Epicóndilo lateral del húmero.  Epicóndilo lateral del húmero	Segundo metacarpiano  Tercer metacarpiano  Falange distal y media de cada dedo	Extiende y abduce la mano a nivel de la articulación de la muñeca.  Extiende y abduce la mano a nivel de la articulación de la muñeca  Extiende las falanges distales y media de cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas, la falange proximal de cada dedo a nivel de la articulación metacarpofalángica y la mano a nivel de la muñeca.	Nervio radial  Nervio radial  Nervio radial
Extensor del meñique.	Epicóndilo lateral del húmero.	Tendón del extensor de los dedos en el meñique.	Extiende las falanges distales y media de cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas, la falange proximal de cada dedo a nivel de la articulación metacarpofalángica y la mano a nivel de la muñeca.	Ramo profundo del nervio radial
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero y borde posterior	Quinto metacarpiano	Extiende la falange proximal del quinto dedo a nivel de la articulación	Ramo profundo del nervio

	del cúbito		metacarpofalángica y la mano a nivel de la articulación de la muñeca. Extiende y aduce la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	radial.
<b>Comportamiento posterior profundo (extensor) del antebrazo. Abductor largo del pulgar</b> (abductor= aleja una arte del cuerpo de la línea media) Extensor corto del pulgar.	Cara posterior media del radio y cúbito y membrana interósea	Primer metacarpiano	Abduce y extiende el pulgar a nivel de la articulación carpometacarpiana y abduce la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	Ramo profundo del nervio radial.
Extensor largo del pulgar.	Cara posterior media del radio y membrana interósea.	Base de la falange proximal del pulgar.	Extiende la falange proximal del pulgar a nivel de la articulación metacarpofalángica, el primer metacarpiano a nivel de la articulación carpometacarpiana y la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	Ramo profundo del nervio radial.
Extensor del índice.	Cara posterior del cúbito	Base de la falange distal del pulgar.	Extiende de la falange distal del pulgar a nivel de la articulación interfalángica, el primer metacarpiano del pulgar a nivel de la articulación carpometacarpiana y abduce la mano a nivel de la articulación de la muñeca.	Ramo profundo del nervio radial.
		Tendón del extensor de los dedos en el dedo índice.	Extiende las falanges distales y media del dedo	

			índice a nivel de las articulaciones interfalángicas, la falange proximal del dedo índice a nivel de la articulación metacarpofalángica.	
--	--	--	--	--



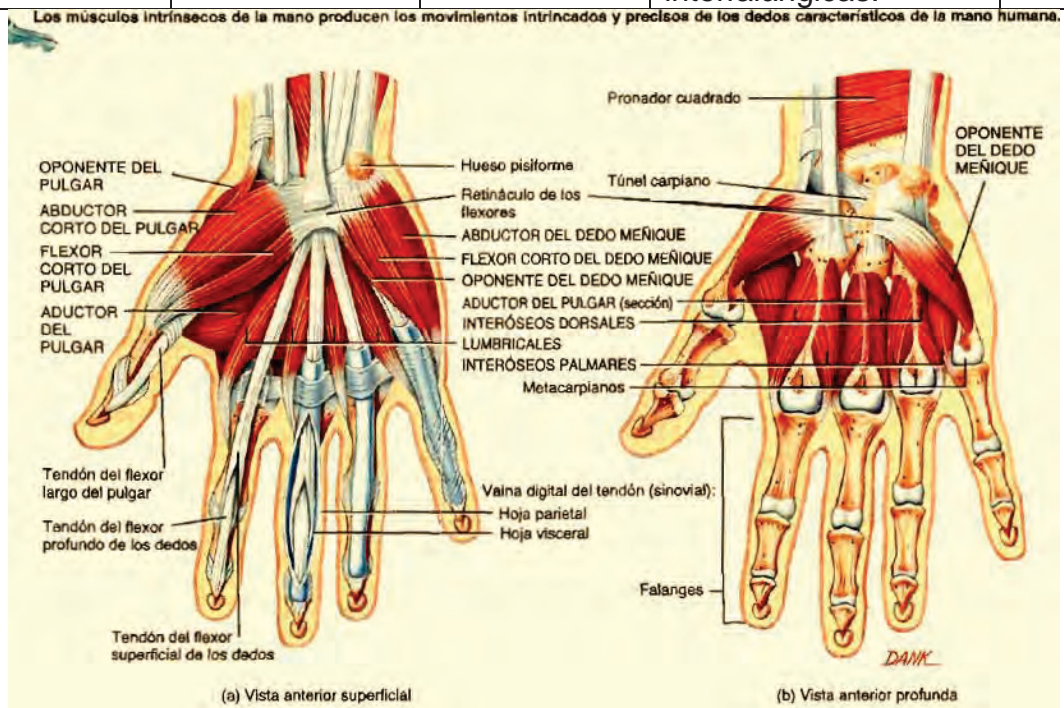
**Figura 25. Músculos que mueven la muñeca, la mano y los dedos.** (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the

*Cuadro 15 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos intrínsecos de la mano.*

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Tenares(región lateral de la palma)</b> Abductor largo del pulgar.	Retináculo de los flexores, escafoides y trapecio.	Borde lateral de la falange proximal del pulgar.	Abduce el pulgar a nivel de la articulación carpometacarpiana.	Nervio mediano

Oponente del pulgar	Retináculo de los flexores del trapecio.	Borde lateral del primer metarcarpiano (pulgar)	Mueve el pulgar a través de la palma para encontrarse con el dedo meñique (oposición) a nivel de la articulación carpometacarpiana.	Nervio mediano
Flexor corto del pulgar.	Retináculo de los flexores, trapecio, hueso grande y trapezoide.	Borde lateral de la falange proximal del pulgar.	Flexiona el pulgar a nivel de las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica.	Nervio mediano y cubital
Aductor del pulgar	Cabeza oblicua: hueso grande y segundo y tercer metacarpianos; cabeza transversa: tercer metacarpiano.	Borde medial de la falange proximal del pulgar por un tendón que contiene un hueso sesamoideo.	Aduce el pulgar a nivel de las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica.	Nervio cubital
<b>Hipotenares (región medial de la palma)</b> Abductor del dedo meñique	Pisiforme y tendón del flexor cubital del carpo.	Borde medial de la falange proximal del meñique.	Abduce y flexiona el dedo meñique a nivel de la articulación metacarpofalángica.	Nervio cubital.
Flexor corto del dedo meñique.	Retináculo de los flexores y ganchoso	Borde medial de la falange proximal del meñique.	Flexiona el dedo meñique a nivel de las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica.	Nervio cubital
Oponente del dedo meñique	Retináculo de los flexores y ganchoso.	Borde medial del quinto metacarpiano (dedo meñique)	Mueve el dedo meñique a través de la palma para encontrarse con el pulgar (oposición) a nivel de la articulación carpometacarpiana.	Nervio cubital.
<b>Intermedios (mediopalmares) Lumbricales</b> (lumbricus,	Bordes laterales de los tendones y del flexor profundo	Bordes laterales de los tendones del extensor de los dedos	Flexiona cada dedo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y extiende cada dedo a	Nervios mediano y cubital

<p>lombriz cuatro músculos)</p> <p><b>Interóseos palmares</b> (tres músculos )</p> <p><b>Interóseos dorsales</b> Cuatro músculos</p>	<p>de los dedos en cada dedo. Bordes del cuerpo de los metacarpianos (excepto el del medio)</p> <p>Borde adyacentes de los metacarpianos)</p>	<p>en las falanges proximales de cada dedo. Bordes de las bases de las falanges proximales de cada dedo (excepto el del medio) Falange proximal de cada dedo.</p>	<p>nivel de las articulaciones interfalángicas.</p> <p>Abduce cada dedo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas; flexiona cada dedo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas.</p> <p>Abduce los dedos 2 al 4 a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas; flexiona los dedos 2 a 4 a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas ; y extiende cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas.</p>	<p>Nervio cubital</p> <p>Nervio cubital.</p>
--	---	---	---	--



**Figura 26. Músculos intrínsecos de la mano.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Músculos de la Columna Vertebral.

*Cuadro 16 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven la columna vertebral*

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Esplenios</b> Esplenio de la cabeza  Esplenio del cuello	Ligamento nuchal y apófisis espinosas de la séptima vértebra cervical y las primeras tres o cuatro vértebras torácicas. Apófisis espinosas de la tercera a la sexta vértebras torácicas.	Hueso occipital y apófisis mastoideos del hueso temporal  Apófisis transversas de las primeras dos o cuatro vértebras cervicales.	Actuando juntos (bilateralmente), extienden la cabeza; actuando solos (unilateralmente), flexionan lateralmente y rota la cabeza hacia el mismo lado del músculo contraído. Actuando juntos, extienden la cabeza; actuando solos, flexionan lateralmente y rotan la cabeza hacia el mismo lado del músculo contraído.	Nervios espinales cervicales medios.  Nervios espinales cervicales inferiores.
<b>Erector de la columna grupo iliocostal (lateral)</b> Iliocostal cervical  Iliocostal torácico  Iliocostal lumbar	Seis primeras costillas  Últimas seis costillas  Cresta iliaca	Apófisis transversas de las primeras cuatro a seis vértebras cervicales. Primeras seis costillas.  Últimas	Actuando juntos, los músculos de cada región (cervical, torácica y lumbar) extienden y mantienen la postura erecta de la columna vertebral en sus respectivas regiones	Nervios espinales cervicales y torácicos. Nervios espinales torácicos. Nervios espinales lumbares

		seis costillas	;actuando solos,flexionan lateralmente la columna vertebral en sus respectivas regiones	
<b>Grupo longísimo (intermedio)</b> Longísimo de la cabeza(el más largo)	Apófisis transversas de las primeras cuatro vértebras torácicas y apófisis articulares de las últimas cuatro vértebras cervicales.	Apófisis mastoides del hueso temporal.	Actuando juntos, los músculos de cada región (cervical, torácica y lumbar) extienden y mantienen la postura erecta de la columna vertebral en sus respectivas regiones;	Nervios espinales cervicales y torácicos. Nervios espinales torácicos. Nervios espinales lumbares. Nervios espinales cervicales medios e inferiores.
Longísimo cervical		Apófisis transversas de la segunda a la sexta vértebras cervicales.	actuando solos, flexionan lateralmente la columna en sus respectivas regiones.	
Longísimo torácico	Apófisis transversa de la cuarta y quinta vértebra torácica	Apófisis transversas de todas las vértebras torácicas, de las primeras lumbares y de la novena y décima costilla	Actuando juntos, los longísimos de la cabeza extiende la cabeza; actuando solos, rotan la cabeza hacia el mismo lado del músculo contraído. Actuando juntos, los músculos longísimo cervical y los longísimos tóracos extienden la columna vertebral en sus respectivas regiones;	Nervios espinales cervicales y torácicos superiores. Nervios espinales torácicos y lumbares
	Apófisis transversa de las vértebras lumbares.			



			actuando solos, flexionan lateralmente la columna vertebral.	
<b>Grupo espinoso (medial)</b> Espinoso de la cabeza  Espinoso cervical  Espinoso torácico	Se origina junto con el semiespinoso de la cabeza  Ligamento nuchal y apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical. Apófisis espinosas de las últimas vértebras torácicas y primeras lumbares.	Hueso occipital  Apófisis espinosa del axis.  Apófisis espinosa del axis. Apófisis espinosa de las primeras vértebras torácicas	Actuando juntos, los músculos de cada región (cervical, torácica y lumbar) extiende la columna vertebral en sus respectivas regiones.	Nervios espinales, cervicales y torácicos superiores. Nervios espinales cervicales inferiores y torácicos. Nervios espinales torácicos.
<b>Transversoespinosos</b> Semiespinoso de la cabeza  Semiespinoso cervical.  Semiespinoso torácico  Multífidos (muchos segmentos)	Apófisis transversas de las primeras seis o siete vértebras torácicas, séptima vértebra cervical y apófisis articulares de la cuarta, quinta y sexta vértebras cervicales. Apófisis transversas de las primeras	Hueso occipital  Apófisis espinosas de la primera a la quinta vértebra cervical. Apófisis espinosas de las primeras	Actuando en conjunto, extienden la cabeza; actuando solos, rota la cabeza hacia el lado opuesto al músculo contraído.  Actuando en conjunto, los músculos semiespinosos cervicales y torácicos extienden la	Nervios espinales cervicales y torácicos.  Nervios espinales cervicales y torácicos. Nervios espinales torácicos.

Rotadores	<p>cinco o seis vértebras torácicas. Apófisis transversas de la sexta a la décima vértebras torácicas.</p> <p>Sacro, ilion, apófisis transversas de las vértebras lumbares, torácicas y últimas cuatro cervicales. Apófisis transversas de todas las vértebras.</p>	<p>cuatro vértebras torácicas y las 2 últimas cervicales.</p> <p>Apófisis espinosas de una vértebra más superior.</p> <p>Apófisis espinosa de una vértebra superior a aquella que le dio origen.</p>	<p>columna vertebral a la altura de sus respectivas regiones.</p> <p>Actuando en conjunto, extienden la columna vertebral; actuando solos, flexionan lateralmente la columna vertebral y rotan la cabeza hacia a lado opuesto al músculo contraído. Actuando en conjunto, extienden la columna vertebral, actuando solos, rotan la columna vertebral hacia el lado opuesto al músculo contraído.</p>	<p>Nervios espinales cervicales, torácicos lumbares.</p> <p>Nervios espinales cervicales, torácicos y lumbares.</p>
<p><b>Segmentarios</b></p> <p>Interespinosos</p> <p>Intertransversos</p>	<p>Cara superior de todas las apófisis espinosas.</p> <p>Apófisis transversas de todas las vértebras.</p>	<p>Cara inferior de la apófisis espinosas de la vértebra por encima de la del origen. Apófisis transversa de la</p>	<p>Actuando juntos, extienden la columna vertebral; actuando solos, estabilizan la columna vertebral durante el movimiento. Actuando juntos, extienden la columna</p>	<p>Nervios espinales cervicales, torácicos y lumbares. Nervios espinales cervicales, torácicos y lumbares.</p>

		vértebra por encima de la origen	vertebral; actuando solos, flexionan lateralmente la columna vertebral y la estabilizan durante el movimiento.	
<b>Escalenos</b>				
Escaleno anterior	Apófisis transversas de la tercera a la sexta vértebras cervicales.	Primera costilla	Actuando juntos, los músculos escalenos anteriores derecho e izquierdo y los escalenos medios flexionan la cabeza y elevan la primera costilla durante la inspiración profunda;	Nervios espinales cervicales C5-C6
Escaleno medio	Apófisis transversas de las últimas seis vértebras cervicales.	Primera costilla	actuando solos, flexionan la cabeza y la rotan hacia el lado opuesto del músculo contraído.	Nervios espinales cervicales C3-C8
Escaleno posterior	Apófisis transversas de la cuarta a la sexta vértebras cervicales.	Segunda costilla	Actuando juntos, flexionan la cabeza y elevan la segunda costilla durante la inspiración profunda; actuando solos, flexionan lateralmente la cabeza y la rotan hacia el lado opuesto del músculo contraído.	Nervios Cervicales C6-C8

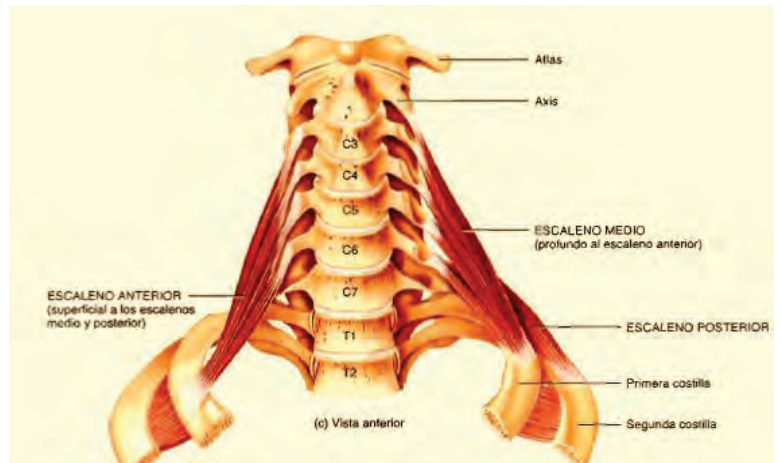
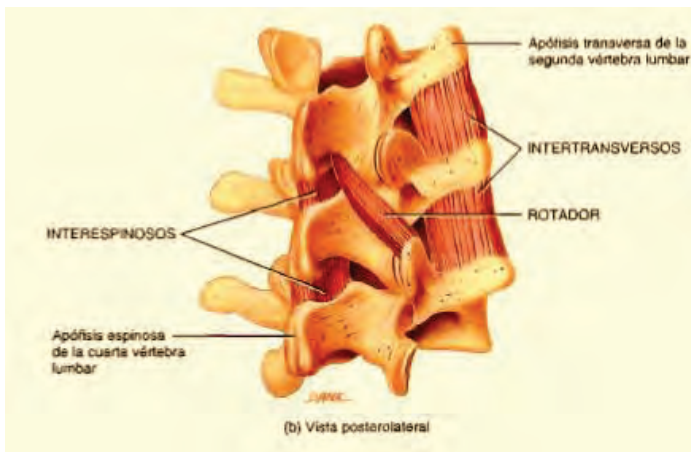
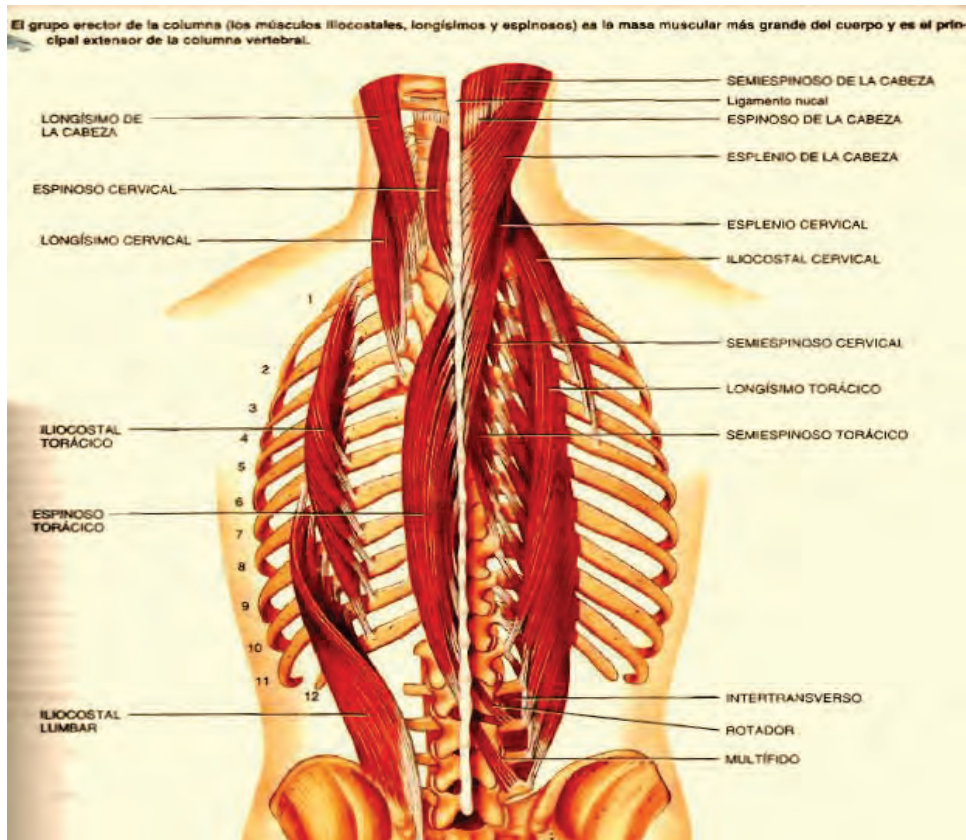


Figura 27. Músculos que mueven la columna vertebral. (Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition)

**Cuadro 18 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que actúan sobre el fémur, la tibia y el peroné**

Músculo	Origen	inserción	Acción	Inervación
Compartimiento medial aductor del				

<b>Muslo</b> Aductor largo Aductor corto Aductor mayor Pectíneo Grácil	Cuerpo y rama inferior del pubis	Cara medial del cuerpo Tibial	Aduce el muslo a nivel de articulación de la cadera, lo rota en dirección medial y flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla	Nervio obturador
---	--	-------------------------------------	--	------------------

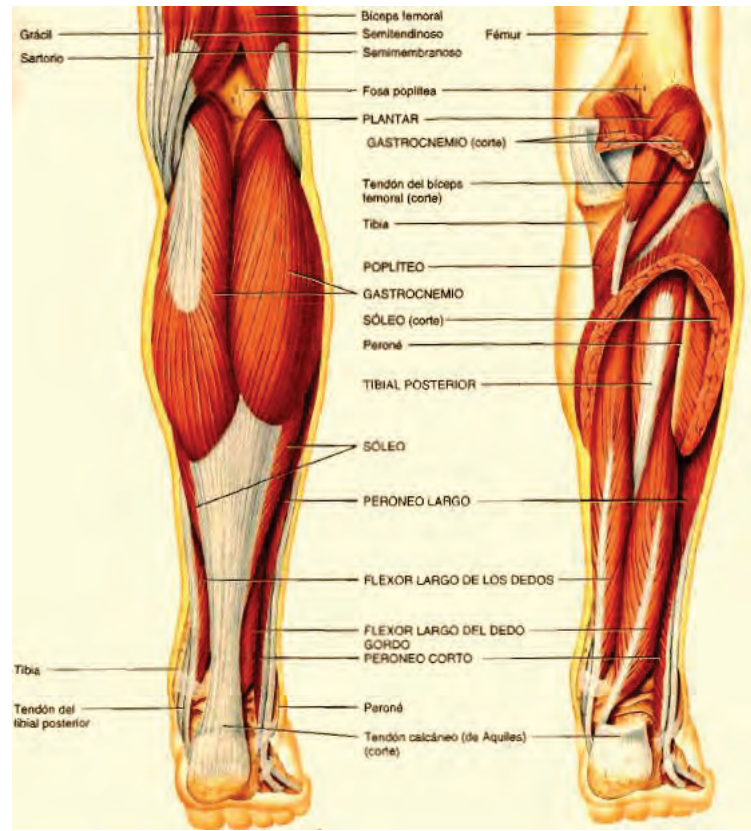
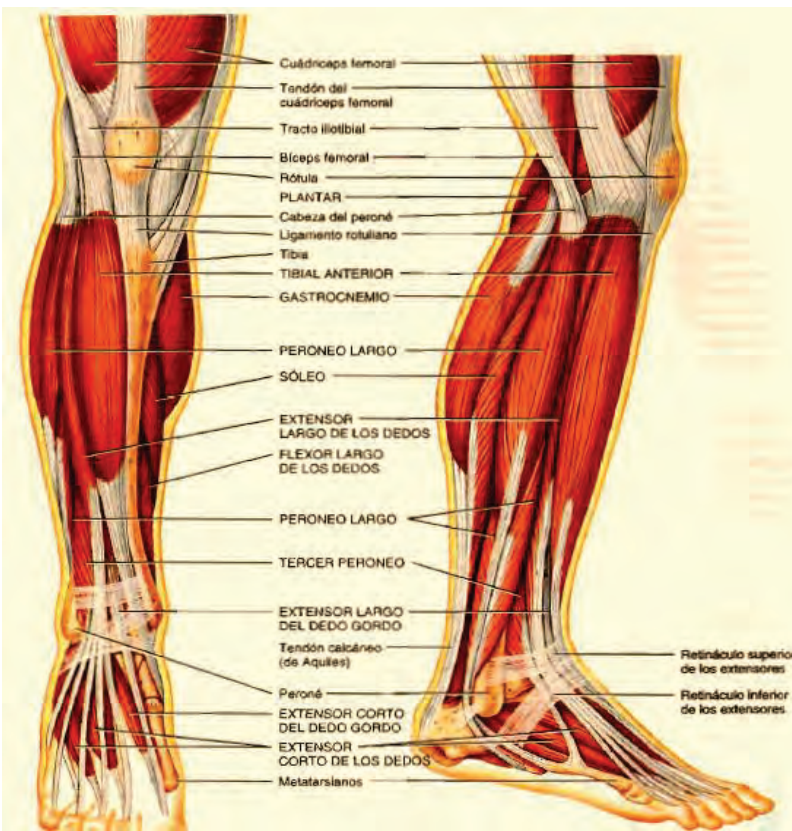
### Músculos de las Extremidades Inferiores

*Cuadro 19 Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos que mueven el pie y los dedos.*

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Compartimiento anterior de la pierna</b> Tibial anterior	Cóndilo lateral, cuerpo de la tibia y membrana interósea (lámina de tejido fibroso que mantiene juntos los cuerpos de la tibia y el peroné).	Primer metatarsiano y primera cuña (medial).	Dorsiflexiona el pie a nivel de la articulación del tobillo e invierte el pie a nivel de las articulaciones intertarsianas.	Nervio peroneo profundo
Extensor largo del dedo gordo.	Cara anterior del peroné y membrana interósea.	Falange distal del dedo gordo.  Falanges media y distal de los dedos 2 a 5.	Dorsiflexiona el pie a nivel de la articulación del tobillo y extiende la falange proximal del dedo gordo a nivel de la articulación metatarsofalángicas.	Nervio peroneo profundo
Extensor largo de los dedos	Cóndilo lateral de la tibia, cara anterior del peroné y membrana	Base del quinto metatarsiano	Dorsiflexiona el pie a nivel de la articulación del tobillo y extiende las falanges media y distal de cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas y la falange proximal de cada dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio peroneo profundo
Tercer peroneo			Dorsiflexiona el pie a nivel de la	

	interósea.  Tercio distal del peroné y membrana interósea.		articulación del tobillo y evierte al pie a nivel de las articulaciones intertarsianas.	
<b>Comportamiento lateral (peroneal) de la pierna</b> Peroneo largo	Cabeza y cuerpo del peroné y cóndilo lateral de la tibia.	Primer metatarsiano y primera cuña.	Flexor plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo y eversión del pie a nivel de las articulaciones intertarsianas.	Nervio peroneo superficial
Peroneo corto	Cuerpo del peroné	Base del quinto metatarsiano	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo y eversión del pie a nivel de las articulaciones intertarsianas.	Nervio peroneo superficial.
<b>Comportamiento posterior superficial de la pierna</b> Gastrocnemio	Cóndilos lateral y medial del fémur y cápsula de la rodilla	Calcáneo a través del tendón calcáneo (de Aquiles) Calcáneo a través del tendón calcáneo (de Aquiles)	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo y flexión de la pierna a nivel de la articulación de la rodilla.	Nervio tibial
Sóleo			Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo.	Nervio tibial
Plantar	Cabeza del peroné y borde medial de la tibia. Región superior al cóndilo	Calcáneo a través del tendón calcáneo (de Aquiles)	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo y flexión de la pierna a nivel de la	Nervio tibial

	lateral del fémur.		articulación de la rodilla.	
<b>Comportamiento posterior profundo de la pierna</b> Poplíteo	Cóndilo lateral del fémur.	Región proximal de la tibia.	Flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla y rota la tibia en dirección medial para destrabar la rodilla extendida.	Nervio tibial
Tibial posterior	Tibia, peroné y membrana interósea	Segundo, tercero y cuarto metatarsiano; navicular; las tres cuñas y el cuboides.	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo e inversión del pie a nivel de las articulaciones intertarsianas.	Nervio tibial
Flexor largo de los dedos.	Cara posterior de la tibia.	Falange distal de los dedos 2 a 5.	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo; flexiona las falanges distal y media de cada dedo a nivel de las articulaciones interfalángicas y la falange proximal a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio tibial
Flexor largo del dedo gordo	Dos tercios inferiores del peroné.	Falange distal del dedo gordo.	Flexión plantar del pie a nivel de la articulación del tobillo; flexiona la falange distal del dedo gordo a nivel de la articulación interfalángica y la falange proximal del dedo gordo a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio tibial



**Figura 29. Músculos que mueven el pie y los dedos.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Cuadro 20' Descripción del origen, inserción, acción e inervación de los músculos intrínsecos del pie**

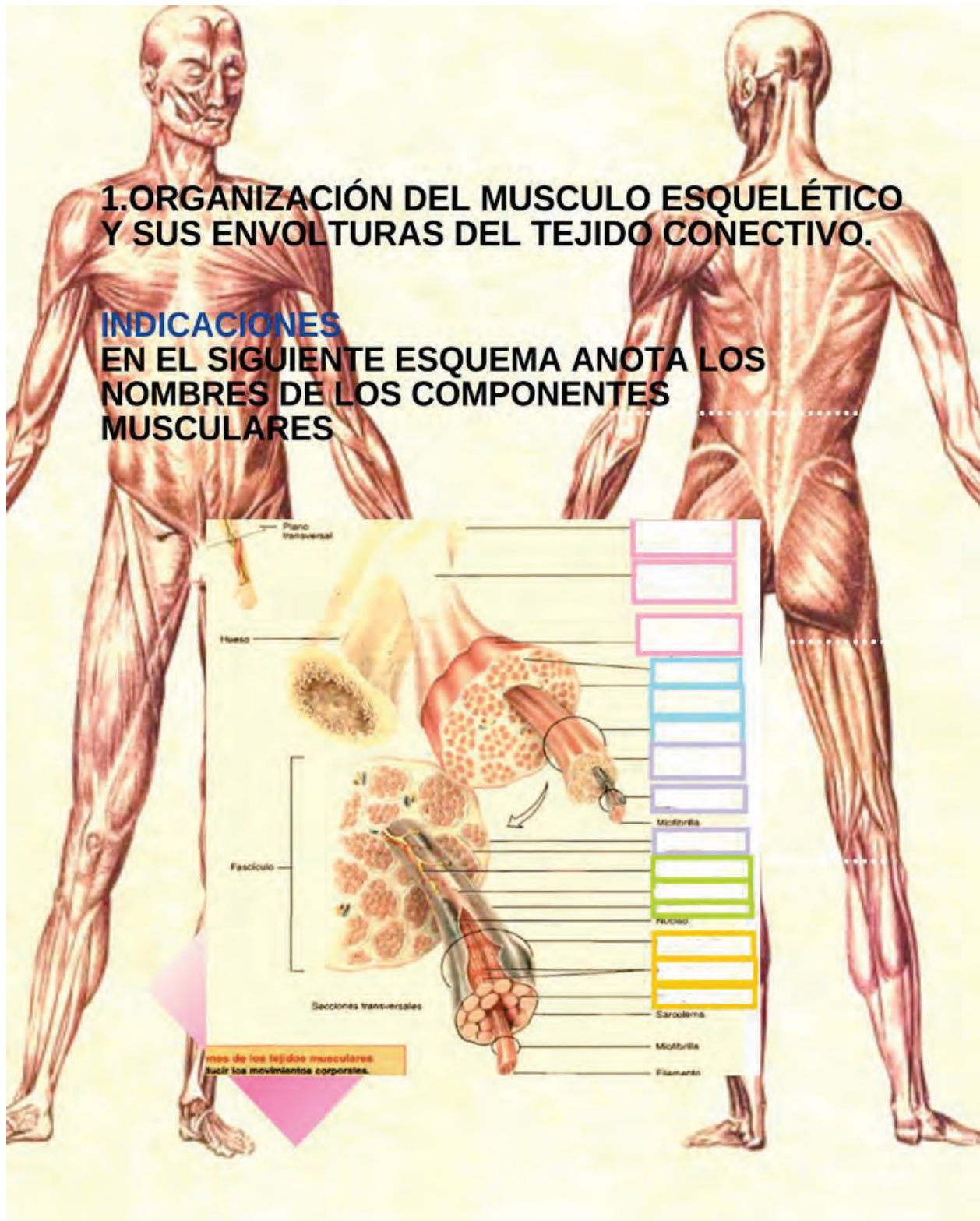
Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Extensor corto de los dedos.	Calcáneo y retináculo inferior de los extensores	Tendones del extensor largo de los dedos en los dedos 2 a 4 y falange proximal del dedo gordo.	El extensor corto del dedo gordo extiende el dedo gordo a nivel de la articulación metacarpofalángica y el extensor corto de los dedos extiende los dedos 2 a 4 a nivel de las articulaciones interfalángicas.	Nervio peroneo profundo
<b>Plantar Primer plano</b> (el	Calcáneo aponeurosis plantar y retináculo de los	Cara medial de la falange proximal del	Abduce y flexiona el dedo gordo a nivel de la articulación	Nervio plantar medial



más superficial) Abductor del dedo gordo	flexores. Calcáneo y aponeurosis plantar.	dedo gordo junto con el tendón del flexor corto del dedo gordo.	metatarsofalángica.  Flexiona los dedos 2 a 5 a nivel de las articulaciones metatarsofalángica e interfalángica proximal.	Nervio plantar medial
Flexor corto de los dedos	Calcáneo y aponeurosis plantar.	A los lados de la falanges medias de los dedos 2 a 5.	Abduce y flexiona el quinto dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio plantar lateral
Abductor del quinto dedo	Calcáneo	Cara lateral de la falange proximal del quinto dedo junto con el tendón del flexor corto del quinto dedo.	Asiste al flexor largo de los dedos en la flexión en los dedos 2 a 5 a nivel de las articulaciones metatarsofalángica e interfalángica.	Nervio plantar lateral
<b>Segundo plano</b> Cuadrado plantar	Tendones del flexor largo de los dedos.	Tendón del flexor largo de los dedos.	Extiende los dedos 2 a 5 a nivel de las articulaciones interfalángicas y flexiona los dedos 2 a 5 a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas.	Nervios plantar medial y lateral
Lumbricales	Cuboides y tercera cuña (lateral)	Tendones del extensor largo de los dedos en la falange proximal de los dedos 2 a 5.	Flexiona el dedo gordo a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio plantar medial
<b>Tercer plano</b> Flexor corto del dedo gordo	Metatarsianos 2 a 4 ligamentos de las articulaciones metatarsofalángicas 3 a 5 y tendón del peroneo largo.	Caras lateral y medial de la falange proximal del dedo gordo a través de un tendón que contiene un hueso sesamoideo.		Nervio plantar lateral
Aductor del dedo gordo	Quinto metatarsiano y tendón del peroneo largo.	Cara adyacente del metatarsiano.		Nervio plantar lateral
Flexor corto del quinto dedo			Aduce y flexiona el dedo gordo a nivel de la articulación metatarsofalángica.	Nervio plantar lateral
<b>Cuarto plano</b> (el		Cara lateral		

<p>más profundo) Interóseas dorsales</p> <p>Interóseos plantares</p>	<p>Metatarsianos 3 a 5.</p>	<p>de la falange proximal del dedo gordo.</p> <p>Cara lateral de la falange proximal del quinto dedo.</p> <p>Falanges proximales: a ambos lados de la falange del segundo dedo y en la cara lateral de los dedos tercero y cuarto. Cara medial de la falange proximal de los dedos 3 a 5.</p>	<p>Flexiona el quinto dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica.</p> <p>Aduce y flexiona los dedos 2 a 4 a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas y extiende los dedos a nivel de las articulaciones interfalángicas.</p> <p>Aduce y flexiona las articulaciones metatarsofalángicas y extienden los dedos a nivel de las articulaciones interfalángicas</p>	<p>Nervio plantar lateral</p> <p>Nervio plantar lateral</p>
--	-----------------------------	---	--	---

## Actividad de aprendizaje del Sistema Muscular



## 2. Clasificación de las fibras musculares

Conforme a las siguientes ideas principales, identifica a cual fibra muscular pertenece cada una y crea un esquema de cada fibra.

Se encuentra en la pared de las estructuras huecas internas; como los vasos sanguíneos, las vías aéreas y en el aparato digestivo.	Debe su nombre a las bandas alternantes que se aprecian al observar una fibra muscular al microscopio	Su funcionamiento está regulado por el sistema nervioso autónomo.	Se subdivide en dos tipos: fibra muscular esquelética y fibra muscular cardíaca.
--	---	---	--

3-Encierra en un círculo cuál de los siguientes enunciados son verdaderos:

1. El mecanismo contráctil del músculo depende sobre todo de las proteínas, miosina, actina, tropomiosina.
2. El área entre dos líneas Z adyacentes se denomina sarcómero.
3. La composición del tejido muscular consta de células planas llamadas fibrillas, con sustancia intracelular.

4.El tejido muscular al contraerse produce calor; este proceso se denomina termogénesis.

5. Cada fibra Muscular esquelética surge de la fusión de cientos de pequeñas células mesodérmicas llamadas mioblastos.

6. El espectacular crecimiento muscular que tiene lugar tras el nacimiento, se produce principalmente por hiperplasia.

7.Especialmente durante la contracción una fibra muscular sintetiza ATP (adenosín trifosfato), estas reacciones requieren, oxígeno, glucosa y ácidos grasos.

8. El sarcoplasma posee una proteína denominada mioglobina.

9. Miles de pequeñas invaginaciones del sarcolema reciben el nombre de sarcoplasmas.

10.La liberación de  $Ca^{2+}$  desde las cisternas terminales de retículo dispara la contracción muscular

#### 4.Mecanismo de deslizamiento de los filamentos

Encierra en un círculo la respuesta que ordene correctamente, los pasos del mecanismo de deslizamiento de los filamentos e identifica el que no corresponde a este proceso.

A) Se deslizan hacia el interior, encontrándose con el sarcómero. Este movimiento puede llegar al punto de provocar la superposición de sus extremos internos

B) Se lleva a cabo gracias a que las cabezas de miosina se adhieren y "caminan" a lo largo de los filamentos finos a ambos lados del sarcómero, atrayéndolos progresivamente hacia la línea M.

C)El acortamiento de los sarcómeros provoca el acortamiento de toda la fibra muscular y, de esta manera, de la totalidad del músculo

D) Deslizamiento de los filamentos finos provoca el acercamiento de las líneas Z y por ende, el acercamiento del sarcómero.

E) Allí se unen a la tropomiosina, lo que provoca la separación de los complejos troponina-tropomiosina, separándolos de los sitios de unión a la miosina de la molécula de actina.

A) 1 A, 2 C, 3 D, 4 E, NO B

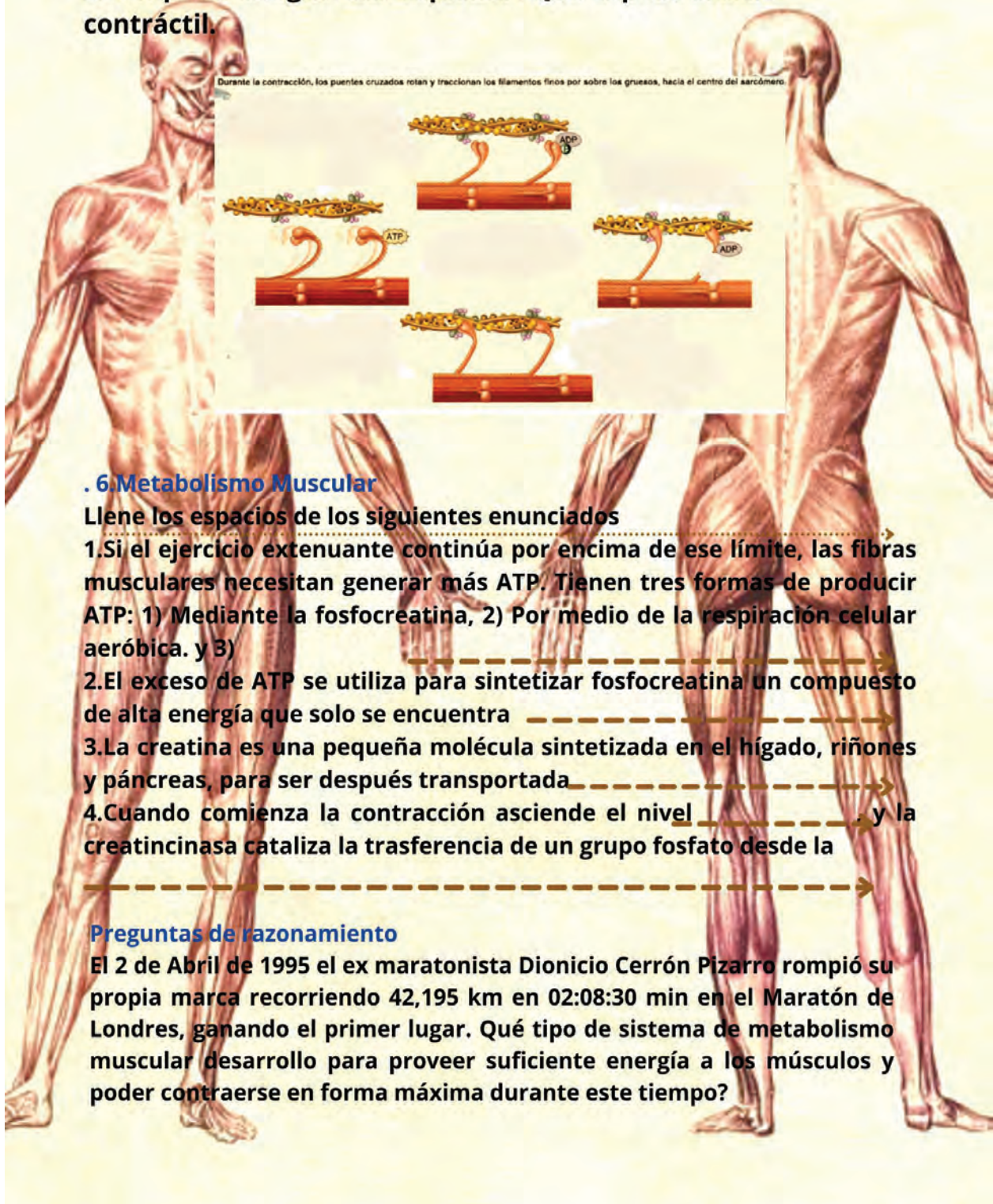
B) 1 B, 2 A, 3 D, 4 C, NO E

C) 1 D, 2 C, 3 E, 4 B, NO A

D) 1 B, 2 D, 3 A, 4 C, NO E

## 5. Ciclo contráctil

A completa el siguiente esquema . Que explica el ciclo contráctil.



## 5. Ciclo contráctil

A completa el siguiente esquema . Que explica el ciclo contráctil.



## 6. Metabolismo Muscular

Llene los espacios de los siguientes enunciados

1. Si el ejercicio extenuante continúa por encima de ese límite, las fibras musculares necesitan generar más ATP. Tienen tres formas de producir ATP: 1) Mediante la fosfocreatina, 2) Por medio de, 3) Por medio de la respiración celular aeróbica.
2. El exceso de ATP se utiliza para sintetizar fosfocreatina un compuesto de alta energía que solo se encuentra \_\_\_\_\_
3. La creatina es una pequeña molécula sintetizada en el hígado, riñones y páncreas, para ser después transportada \_\_\_\_\_
4. Cuando comienza la contracción asciende el nivel \_\_\_\_\_ y la creatinquinasa cataliza la transferencia de un grupo fosfato desde la \_\_\_\_\_

### Preguntas de razonamiento

El 2 de Abril de 1995 el ex maratonista Dionicio Cerrón Pizarro rompió su propia marca recorriendo 42,195 km en 02:08:30 min en el Maratón de Londres, ganando el primer lugar. Qué tipo de sistema de metabolismo muscular desarrollo para proveer suficiente energía a los músculos y poder contraerse en forma máxima durante este tiempo?

### 7. Consumo de Oxígeno pos ejercicio

Conforme al parrafo de consumo de oxigeno pos ejercicio .Investiga y desarrolla los principales beneficios del ejercicio a nivel del sistema muscular.

8.En el siguiente esquema llena los espacios que faltan y con tus propias palabras describe las funciones y características de la unidad motora. Fig. 10-13 Unidades motoras.



### 9. Tipo de fibras musculares

Nombre de las fibras	Características	Funciones
Fibras oxidativas lentas		
Fibras oxidativas glucolíticas rápidas		
Fibras glucolíticas rápidas		



**10. Relaciona correctamente las columnas y completa el siguiente cuadro.**

1. En la primera columna se encuentra cuatro grupos musculares, que se encarga de mover una parte anatómica del cuerpo.
2. En la segunda se encuentra el nombre específico de los músculos, que pertenecen a cada grupo muscular.
3. Y en la tercera columna deberas anotar la actividad que realiza cada músculo.
4. Y por último colorea la segunda columna dependiendo del color de las letras que tiene su respectivo grupo muscular.

Músculos que mueven la mandíbula	Oblicuo interno	
	Intercostales externos	
Músculos que mueven la cabeza	Semiespinoso	
	Pterigoideo medial	
Músculos del abdomen	Longísimo	
	Pterigoideo lateral	
Músculos ventilatorios	Oblicuo externo	

### Preguntas de Razonamiento

Un boxeador a nivel amateur durante un sparing, ejecuto un golpe básico (Gab) el cual tiene una trayectoria horizontal, y su función principal es marcar cierta distancia contra el rival. Que músculo torácico anterior utilizo para abducir y rotar hacia arriba la escapula y ejecutar este golpe con la técnica correcta?

Una persona que acostumbra salir a correr todas las mañanas, antes de comenzar su rutina, calienta dinámicamente sus articulaciones: entre esos ejercicios realiza una extensión y flexión de la cabeza 10 veces, elevación y rotación de la escapula hacia abajo 10 veces. Que músculos torácicos posteriores ayudan a realizar estos movimientos, y explica por qué?

Una chica de 25 años, que pesa 61 kg y mide 1,64 cm, está a punto de comenzar una rutina para reafirmar y tonificar sus brazos, comienza con 15 a 20 repeticiones con mancuernas de 3 kg, flexionando y extendiendo el brazo en un Angulo de 90°. Que músculo auxiliar que mueve el humero ayuda a realizar este ejercicio?

#### 11. Músculos que mueven el húmero

##### Establezca correspondencia

a)Asisten al músculo deltoides en la aducción del brazo actuando en la articulación del hombro.

b) Extiende el brazo en la articulación del hombro y participa en la aducción y rotación medial del brazo sobre la articulación del hombro.

c) Rota el brazo medialmente actuando en la articulación del hombro

d)Sus fibras anteriores flexionan y rotan medialmente el brazo actuando en la articulación del hombro; las fibras posteriores extienden y rotan lateralmente el brazo

1) Deltoides

2) Subescapular

3) Supraespinoso

4) Infraespinoso

e) Flexiona y aduce el hombro sobre la articulación del hombro.

5) Redondo mayor

f) Rota lateralmente y aduce el brazo, actuando sobre la articulación del hombro.

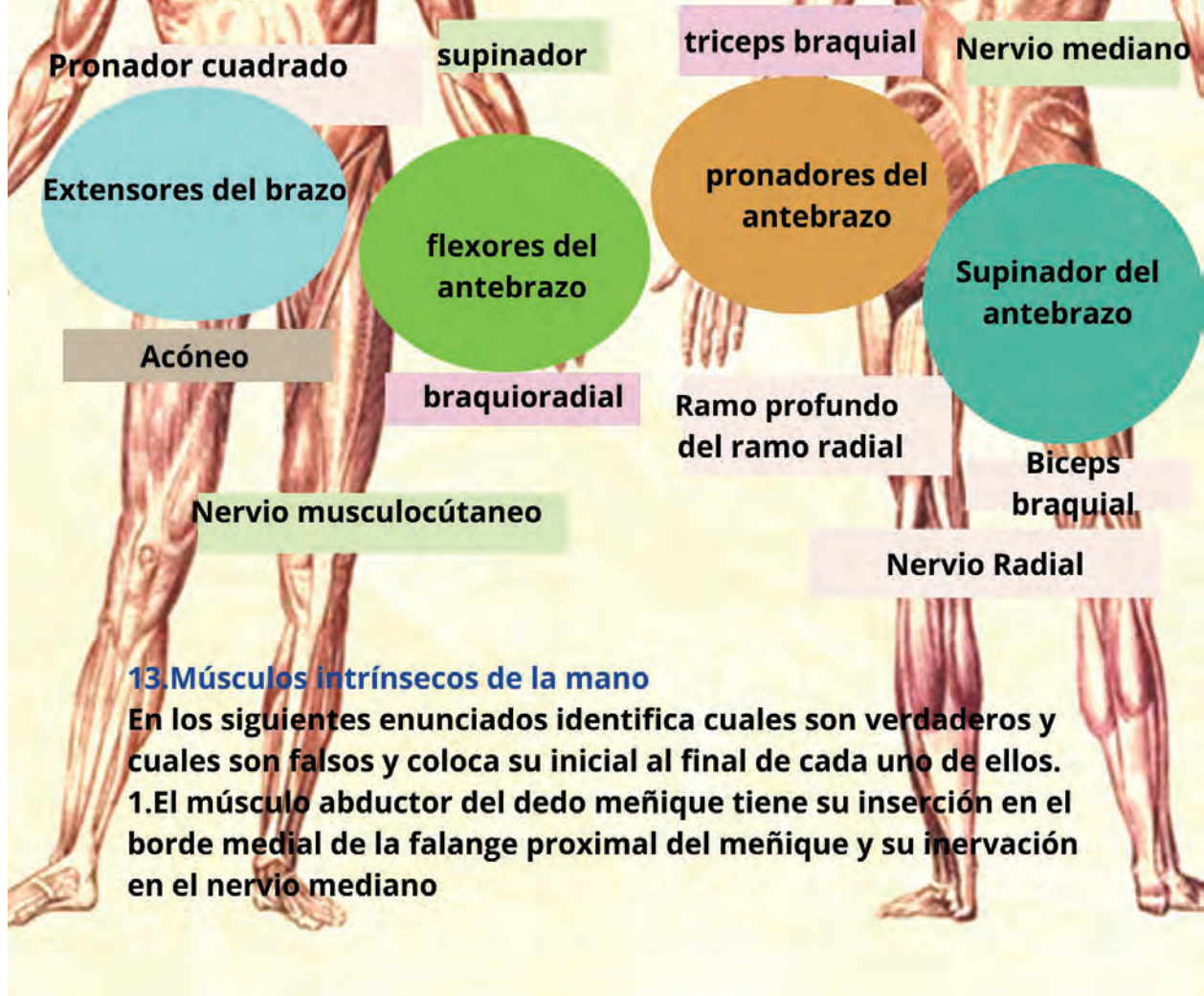
6) Redondo menor

g) Rota lateralmente, extiende y aduce el hombro sobre la articulación del hombro

7) Coracobraquial

### 12. Músculos que mueven el radio y el cúbito

Une con flechas el grupo que le corresponde a cada músculo y su inervación.



### 13. Músculos intrínsecos de la mano

En los siguientes enunciados identifica cuales son verdaderos y cuales son falsos y coloca su inicial al final de cada uno de ellos.

1. El músculo abductor del dedo meñique tiene su inserción en el borde medial de la falange proximal del meñique y su inervación en el nervio mediano

2.El músculo aductor del pulgar aduce el pulgar a nivel de las articulaciones carpometacarpiana, metacarpofalángica y su inserción es en el borde medial de la falange proximal del dedo pulgar.

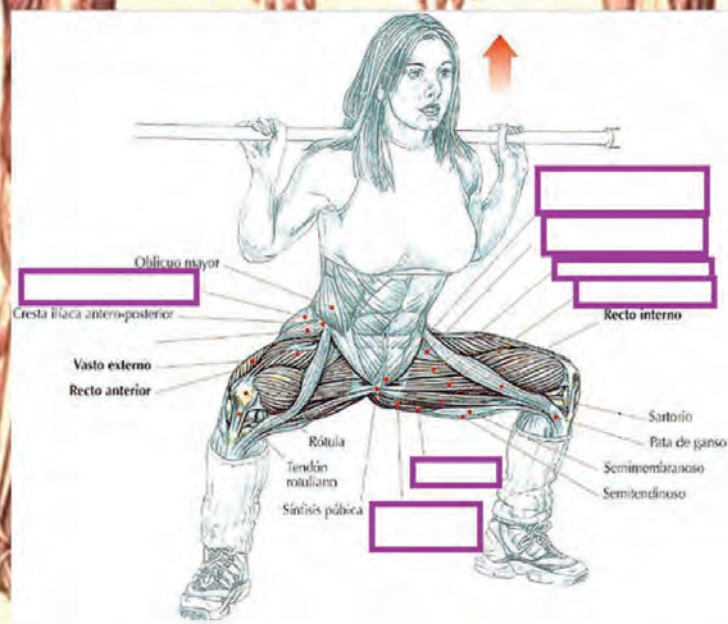
3. Los músculos interóseos dorsales son cuatro y tienen su inserción en la falange proximal de cada dedo, su origen en los bordes adyacentes de los metacarpianos y su inervación en el dedo cubital.

4.El músculo oponente del dedo meñique su principal función es mover el dedo meñique a través de la palma para encontrarse con el pulgar y su origen es en el retináculo de los flexores y en el tendón del flexor cubital del carpo.

5.Los músculos lubricales inervan los nervios mediano y cubital y una de sus funciones es flexionar cada dedo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y se origina en los borde laterales del cuerpo de los metacarpianos.

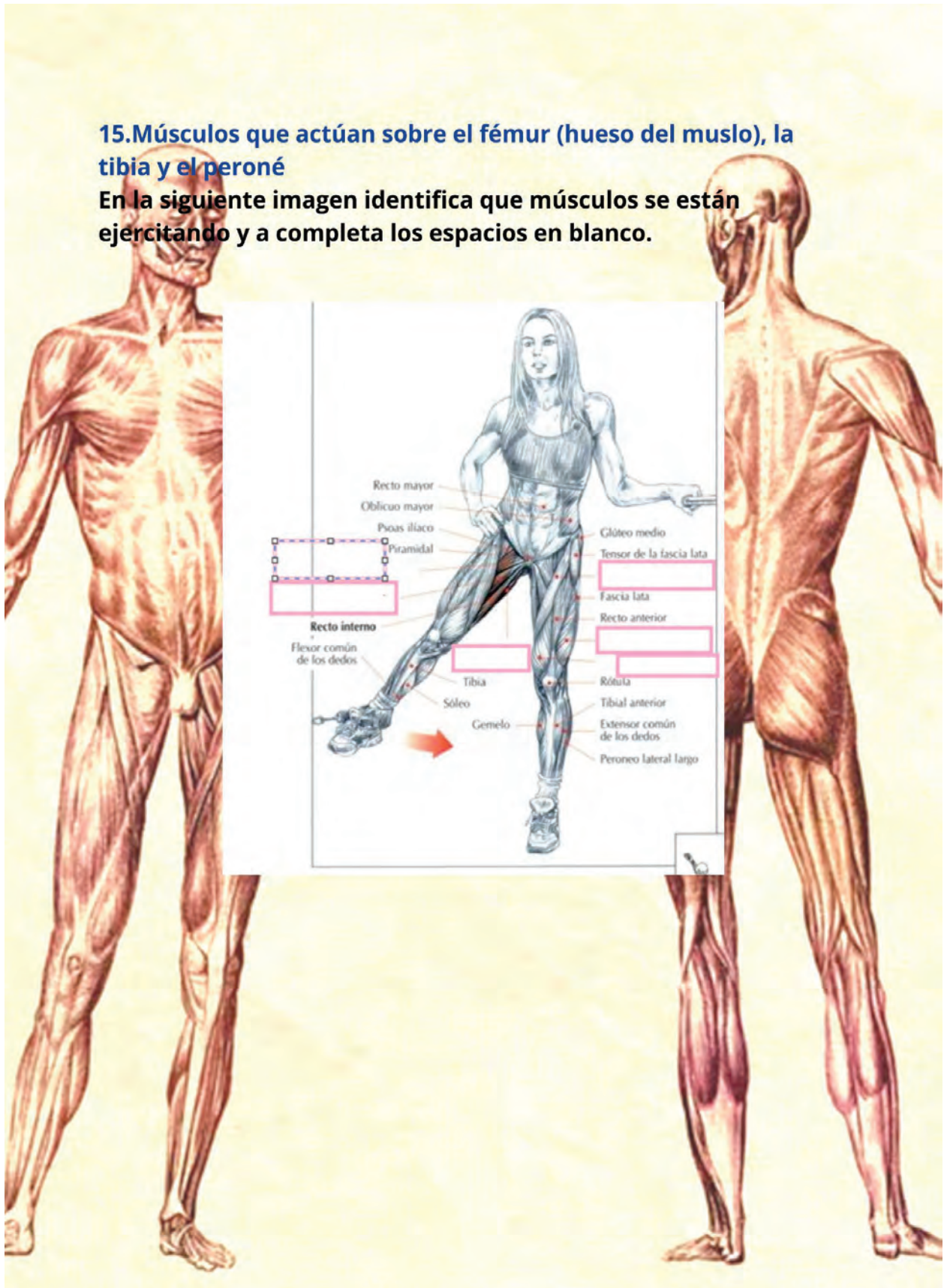
#### 14.Músculos que mueven el fémur

En la siguiente imagen identifica que músculos se están ejercitando completando los espacios en blanco.



**15. Músculos que actúan sobre el fémur (hueso del muslo), la tibia y el peroné**

En la siguiente imagen identifica que músculos se están ejercitando y a completa los espacios en blanco.





## Sistema Articular

**Definición:** Es la unión o punto de pivote entre dos o más huesos. El movimiento del cuerpo en conjunto se produce sobre todo mediante la rotación de los huesos en articulaciones individuales. Las articulaciones también transfieren y disipan fuerzas debidas a la gravedad y la activación de los músculos a través del cuerpo.

Las articulaciones se clasifican por su estructura (de acuerdo con sus características anatómicas), y por su función (de acuerdo con el tipo de movimiento que permiten).

### La Clasificación Estructural de las Articulaciones

Se basa en dos criterios: 1) la presencia o ausencia de un espacio entre los huesos que se articulan entre sí, llamado cavidad sinovial, 2) el tipo de tejido conectivo que mantiene los huesos juntos. Estructuralmente, las articulaciones se clasifican en uno de los siguientes tipos:

- **Articulaciones fibrosas:** No hay cavidad sinovial y los huesos se mantienen unidos por tejido conectivo fibroso que es rico en fibras colágenas.
- **Articulación cartilaginosa:** No hay cavidad sinovial y los huesos se mantienen unidos mediante cartílago.
- **Articulación sinovial:** Los huesos que forman la articulación tienen una cavidad sinovial y están unidos por una cápsula articular de tejido conectivo de uso irregular y a menudo por ligamentos accesorios.

La clasificación funcional de las articulaciones se relaciona con la calidad de movimiento que permiten. Funcionalmente, las articulaciones se clasifican en uno de los siguientes tipos.

*Cuadro 1 Descripción y clasificación de las articulaciones sinoviales dependiendo el movimiento que realicen.*

Articulación	Material articular	Movimiento disponible	Función principal	Ejemplos
Sinartrosis	Tejido conjuntivo irregular, denso.	Imperceptible	Une huesos formando una unidad funcional; dispersa fuerzas a través de huesos adyacentes	Suturas del cráneo Articulación alveolodentaria
Anfiartrosis	Cartílago hialino o fibrocartílago	Mínimo o moderado	Aporta una combinación de movimiento bastante restringido y de absorción de choques.	Disco Intervertebral (en las sincondrosis entre cuerpos vertebrales) Articulación

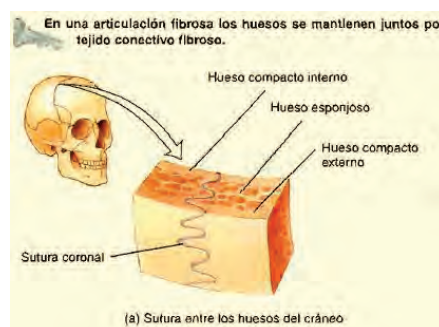
				xifoesternal, Sínfisis del pubis, Articulación manubrioesternal
Diartrosis (articulación sinovial)	El espacio articular real está lleno de líquido sinovial y rodeado por una cápsula.	Amplio	Aporta los puntos de pivote principales para el movimiento del sistema musculoesquelético	Articulación glenohumeral, Articulación intervertebral cigapofisaria.

### Articulaciones Fibrosas

Carecen de cavidad sinovial, y los huesos que articulan se mantienen estrechamente unidos mediante tejido conectivo fibroso. Las articulaciones fibrosas permiten muy poco o ningún movimiento. Los tres tipos de articulaciones fibrosas son las suturas, las sindesmosis y las gonfosis.

**Suturas:** Articulación fibrosa compuesta por una delgada capa de tejido conectivo fibroso denso; las suturas se encuentran solo en los huesos del cráneo. Los bordes irregulares de las suturas que se interdigitan proveen fuerza adicional y disminuyen las probabilidades de fractura. Ya que una sutura es inmóvil se clasifica funcionalmente como una sinartrosis.

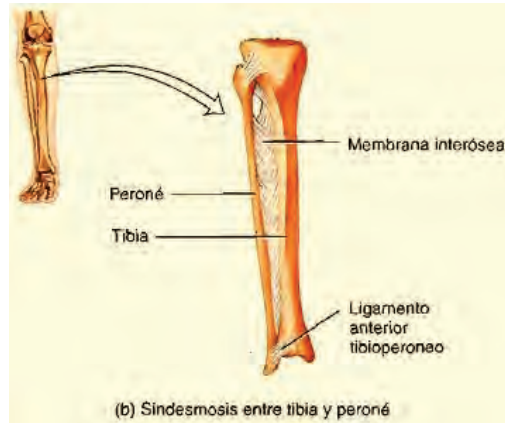
Algunas suturas presentes durante la infancia son remplazadas por hueso en los adultos. Estas suturas son un ejemplo de sinostosis (sin-de sún, junto con, y ostoún, hueso) o articulación ósea articulación en la que hay completa fusión de dos huesos separados en un solo hueso.



**Figura 1. Articulaciones fibrosas** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)



**Sindesmosis:** (de *sýndemos*, ligamento) es una articulación fibrosa en la que hay una distancia mayor entre los huesos que se articulan y más tejido conectivo fibroso que en una sutura. El tejido conectivo fibroso está organizado como un haz (ligamento) o como una lámina (membrana interósea). Un ejemplo de una sindesmosis es la articulación tibioperonea distal, donde el ligamento tibioperoneo anterior conecta la tibia con el peroné.



**Figura 2 Articulaciones fibrosas, sindesmosis entre tibia y peroné** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Gonfosis:** (de *gómphos*, clavija o chareta) o articulación dentoalveolar es una articulación fibrosa en la cual una clavija en forma de cono encaja en una cavidad. Los únicos ejemplos de gonfosis en el cuerpo humano son las articulaciones de los dientes con las cavidades (alvéolos) de los procesos alveolares del maxilar superior y la mandíbula. El tejido conectivo fibroso denso entre un diente y su cavidad es el ligamento periodontal (membrana). La gonfosis se clasifica funcionalmente como sinartrosis, una articulación inmóvil.

### Articulaciones Cartilagosas

Al igual que las articulaciones fibrosas, las articulaciones cartilagosas no presentan una cavidad sinovial y permiten poco o ningún movimiento. Aquí, los huesos se articulan están estrechamente conectados, ya sea por cartílago hialino o por fibrocartílago.

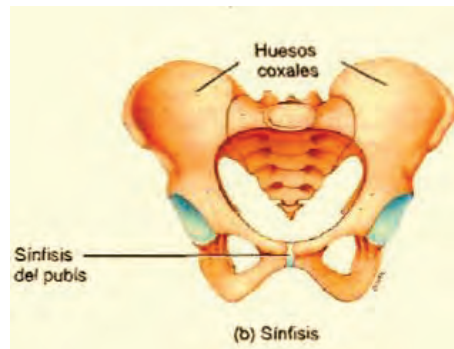


**Figura 3. Articulaciones cartilaginosas.** (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Clasificación de las articulaciones Cartilaginosas:**

**Sincondrosis:** (*sin+condro-*, de *khóndros*, *cartílago*) es una articulación cartilaginosa en la que el material de conexión es el cartílago hialino. Un ejemplo de sincondrosis es la placa epifisaria que conecta la epífisis con la diáfisis de un hueso en crecimiento. Cuando el crecimiento en longitud del hueso se detiene, el hueso se reemplaza al cartílago hialino, y la sincondrosis se convierte en sinostosis, una articulación ósea. Un ejemplo de una sincondrosis es la articulación entre la primera costilla y el manubrio del esternón.

**Sínfisis:** (*de sy'mphysis*, *unión*) es una articulación cartilaginosa en la cual los extremos de los huesos articulares están recubiertos por cartílago hialino, pero un disco ancho y plano de fibrocartílago conecta los huesos. Todas las sínfisis están en línea media del cuerpo. La sínfisis del pubis entre las superficies anteriores de los huesos coxales es un ejemplo de sínfisis.



**Figura 4. Articulación cartilaginosa b) Sinfisis.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Articulaciones Sinoviales

**Estructura de las articulaciones sinoviales:** Poseen ciertas características que las distinguen de las otras articulaciones. La característica diferencial de una articulación sinovial es la presencia de un espacio llamado **cavidad sinovial** entre los huesos que se articulan. Debido a que la cavidad sinovial le permite a la articulación ser muy móvil, todas las articulaciones sinoviales se clasifican como diartrosis. Los huesos de las articulaciones sinoviales están cubiertos por una capa de cartílago hialino llamado cartílago articular.

**Cápsula articular:** En forma de manga rodea la articulación sinovial y une los huesos que forman la articulación. La cápsula articular está compuesta por dos capas, una capa fibrosa y una membrana sinovial interna. La capa fibrosa generalmente consiste en un tejido conectivo irregular denso (en su mayoría fibras colágenas) que se fijan en el periostio de la articulación. La flexibilidad de la capa fibrosa permite una cantidad considerable de movimientos en la articulación, mientras que su gran fuerza de tensión (resistencia al estiramiento) ayuda a evitar que los huesos se luxen. La resistencia de estos haces de fibras, llamados ligamentos (de ligamentum, venda o vendaje), es uno de los principales factores mecánico que mantiene juntos los huesos de una articulación sinovial. La capa interna de la cápsula articular, la membrana sinovial, está compuesta de tejido conectivo areolar con fibras elásticas. En muchas articulaciones sinoviales la membrana sinovial presenta una acumulación de tejido adiposo, llamada cuerpo adiposo articular. Un ejemplo es el cuerpo adiposo infrarrotuliano en la rodilla.

**Líquido sinovial:** La membrana sinovial secreta líquido sinovial, un líquido viscoso y cristalino o amarillo pálido que tiene una consistencia y apariencia similar a la clara de

huevo cruda. Está compuesto por ácido hialurónico secretado por células de tipo fibroblásticas en la membrana sinovial y por líquido intersticial filtrado del plasma. Forma una fina capa sobre las superficies dentro de la cápsula articular. Su función es la de disminuir la fricción lubricando la articulación, absorbiendo los golpes, cediéndoles oxígeno y nutrientes y retirando el dióxido de carbono y desechos metabólicos de los condrocitos en el cartílago articular. El líquido sinovial también contiene células fagocíticas que remueven los microbios y los restos que resultan del desgaste normal de la articulación.

**Ligamentos accesorios y discos (meniscos) articulares:** Muchas articulaciones sinoviales contienen ligamentos accesorios llamados ligamentos extracapsulares y ligamentos intracapsulares. Los ligamentos extracapsulares están por fuera de la cápsula articular. Ejemplos de estos son los ligamentos colaterales de la tibia y el peroné en la articulación de la rodilla. Los ligamentos intracapsulares se encuentran en la cápsula articular pero quedan excluidos de la cavidad sinovial por pliegues de la membrana sinovial. Por ejemplo, los ligamentos cruzados anterior y posterior de la articulación de la rodilla. Dentro de algunas articulaciones sinoviales, como la de la rodilla, hay almohadillas de fibrocartílago. Estas almohadillas se denominan **discos o meniscos articulares**. Los meniscos subdividen la cavidad sinovial en dos espacios, permitiendo que se produzcan movimientos separados en cada espacio. Al modificar la forma de las superficies articulares de los huesos de la articulación, los discos articulares permiten que dos huesos de forma distintas encajen en forma más estrecha. Los meniscos también ayudan a mantener la estabilidad de la articulación y dirigen el flujo del líquido sinovial hacia las áreas de mayor fricción.

**Inervación e irrigación:** Las articulaciones sinoviales contienen muchas terminaciones nerviosas que se distribuyen por la cápsula articular y los ligamentos accesorios. Algunas de las terminaciones nerviosas transportan información de dolor hacia la médula espinal y el cerebro para su procesamiento. Otras terminaciones nerviosas responden al grado de movimiento y estiramiento de la articulación. La médula espinal y el cerebro responden enviando impulsos a través de los diferentes nervios a los músculos para ajustar los movimientos del cuerpo. Si bien muchos de sus componentes de las articulaciones son avasculares, las arterias en la vecindad envían muchas ramas que penetran en los ligamentos y la cápsula articular para enviar oxígeno y nutrientes. Las venas retiran el dióxido de carbono y los desechos.

**Bolsas sinoviales y vainas tendinosas:** Los diversos movimientos del cuerpo generan fricción entre las partes móviles. Unas estructuras en forma de saco llamadas bolsas (bursae) están estratégicamente situadas para aliviar la fricción entre algunas articulaciones, como las del hombro y la rodilla. Las bolsas no son estrictamente parte de las articulaciones sinoviales, pero se asemejan a las cápsulas articulares porque sus

paredes están constituidas por tejido conectivo revestido por una membrana sinovial. Las bolsas sinoviales pueden estar localizadas entre la piel y el hueso, los tendones y los huesos, los músculos y los huesos o los ligamentos y los huesos.

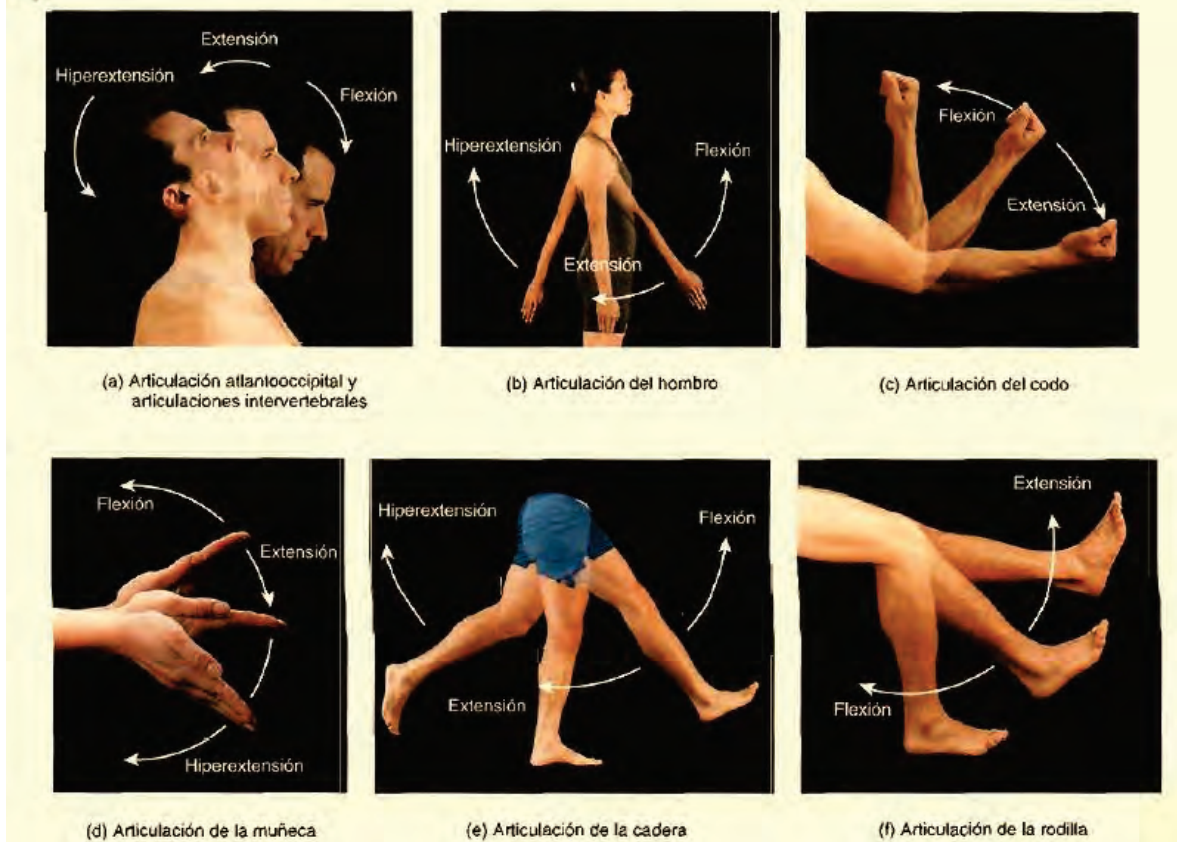
Las **vainas tendinosas** son como bolsas en forma de tubo que envuelven algunos tendones sometidos a una fricción considerable. Esto sucede cuando los tendones pasan a través de las cavidades sinoviales, como el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial en la articulación del hombro.

### **Tipos de movimientos en las Articulaciones Sinoviales:**

- 1) **Flexión, extensión, flexión lateral e hiperextensión:** Flexión y extensión son movimiento opuesto. En la **flexión** hay una disminución en el ángulo entre los huesos de la articulación; en la **extensión** hay un incremento en el ángulo de los huesos de la articulación, frecuentemente para restituir una parte
- 2) del cuerpo a la posición anatómica después de que fue flexionada. Ambos movimientos generalmente se da en un plano sagital. Todos los siguientes son ejemplos de flexión. Si bien la flexión y extensión se produce generalmente en el plano sagital, hay algunas pocas excepciones. Por ejemplo, la flexión del pulgar hacia adentro cruzando la palma a nivel de la articulación carpometacarpiana entre el trapecio y el primer metacarpiano, como cuando se lleva el pulgar hacia el lado opuesto de la palma. La continuación de la extensión, más allá de la posición anatómica, se llama hiperextensión. Ejemplos de hiperextensión.
  - Inclinación de la cabeza hacia atrás a nivel de la articulación atlantooccipital y las articulaciones cervicales intervertebrales.
  - Inclinación hacia atrás del tronco a nivel de las articulaciones intervertebrales.
  - Movimiento del húmero hacia atrás en la articulación del hombro, como cuando balanceamos los brazos al caminar.
  - Movimiento de la palma hacia atrás en la articulación de la muñeca.
  - Movimiento del fémur hacia atrás en la articulación de la cadera, como cuando caminamos.

**9-5 Movimientos angulares de articulaciones sinoviales: flexión, hiperextensión, extensión y flexión lateral.**

En los movimientos angulares, hay aumento o disminución en el ángulo entre los huesos articulares.



**Figura 5. Movimientos angulares de articulaciones sinoviales: flexión, hiperextensión, extensión y flexión lateral.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Abducción, Aducción, y Circunducción.**

La abducción es el movimiento de los huesos alejándose de la línea media, aducción es el movimiento de hueso hacia la línea media. Ambos movimientos generalmente se producen a lo largo del plano frontal. Ejemplos de abducción son los movimientos laterales del húmero en la articulación del hombro, de la palma lateralmente a nivel de la articulación de la muñeca, y del fémur lateralmente a nivel de la articulación de la cadera. El movimiento que repone estas partes corporales a la posición anatómica es la aducción. La abducción de los dedos del pie es relativa a una línea imaginaria que pasa a través del segundo dedo. La aducción de los dedos de las manos y del pie los repone a su posición anatómica. La aducción del pulgar lo proyecta hacia la palma en el plano sagital.

La abducción y la aducción usualmente se realizan en plano frontal.



**Figura 6. Movimientos angulares de las articulaciones sinoviales: abducción aducción.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

La **circunducción** es el movimiento circular de un extremo distal del cuerpo. La circunducción no es un movimiento aislado en sí mismo sino una secuencia continua de flexión, abducción, extensión y aducción. Por esto la circunducción no se produce a lo largo de un eje o plano de movimiento del húmero en círculo a nivel de la articulación de la muñeca, el movimiento del pulgar en círculo en las articulaciones metacarpofalángicas (entre los metacarpianos y las falanges) y el movimiento del fémur en círculo en la articulación de la cadera. Ambas articulaciones, la del hombro y de la cadera, permitiendo la circunducción.

La circunducción es un movimiento de los miembros distales del cuerpo en círculo.



**Figura 7 Movimientos angulares de articulaciones sinoviales-circunducción.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Rotación:** En la **rotación**, un hueso gira alrededor de su eje longitudinal. Un ejemplo es dar vuelta la cabeza de lado a lado a nivel de la articulación atlantoaxial (entre el atlas y el axis), como cuando se sacude la cabeza al decir no. Otro es inclinar el tronco de lado a lado en las articulaciones intervertebrales mientras se mantiene la cadera y los

miembros inferiores en la posición anatómica. Si la superficie anterior de un hueso de los miembros se rota hacia la línea media, el movimiento se denomina rotación medial (interna). Se puede rotar medialmente el húmero sobre la articulación del hombro de la siguiente manera: se empieza en la posición anatómica, se flexiona su codo y luego se lleva la palma cruzando al pecho. La rotación medial del antebrazo en la articulación radiocubital (entre el radio y el cúbito) implica doblar la mano medialmente desde la posición anatómica. Se puede rotar medialmente el fémur sobre la articulación de la cadera como sigue: tenderse de espaldas, doblar la rodilla y luego mover la pierna y el pie lateralmente desde la línea media.



**Figura 8 Rotación de articulaciones sinoviales.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

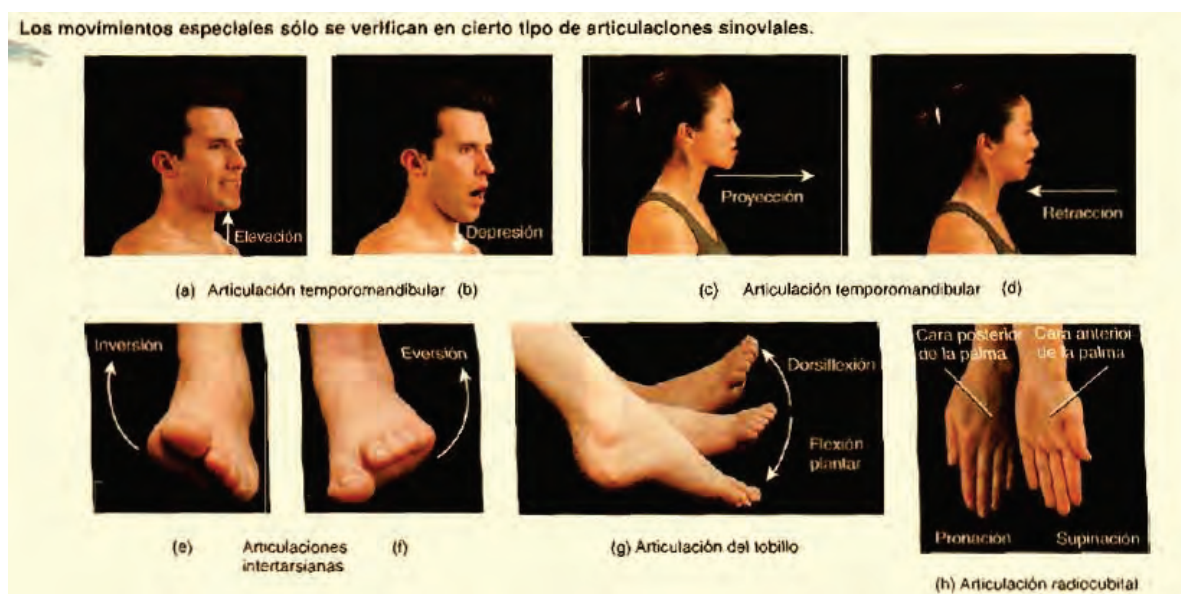
### Movimientos Espaciales

Se producen sólo en ciertas articulaciones. Esto incluyen la elevación, la depresión, la proyección o protracción, la retracción, la inversión, la eversión, la dorsiflexión, la flexión plantar, la supinación, la pronación y la oposición.

- **La elevación:** Es el movimiento de levantar una parte del cuerpo, como cerrar la boca en la articulación temporomandibular (entre la mandíbula y el hueso temporal) para elevar la mandíbula o encoger los hombros sobre la articulación acromioclavicular al elevar la escápula.
- **Depresión:** Es un movimiento hacia debajo de alguna parte del cuerpo, como abrir la boca y deprimir la mandíbula, o volver los hombros a su posición anatómica deprimiendo la escápula.
- **Proyección, protrusión, protracción o antepulsión:** Es el movimiento de una parte del cuerpo hacia adelante en un plano transversal. Es opuesta al movimiento de retracción. Se puede proyectar la mandíbula sobre la articulación temporomandibular empujando hacia afuera o proyectar la clavícula en la articulación acromioclavicular.



- **Retracción o retropulsión:** (de retractio, acortamiento) Es el movimiento, de una parte corporal proyectada, de retorno a la posición anatómica.
- **Inversión:** (llevar hacia adentro) es el movimiento de las partes de las plantas de los pies a nivel de las articulaciones intertarsianas (entre los huesos del tarso) de manera de enfrentarse entre sí.
- **Eversión:** (llevar hacia afuera) es un movimiento de las plantas de los pies a nivel de las articulaciones intertarsianas, lateralmente, de manera que las plantas se alejan una de otra.
- **Dorsiflexión:** Es doblar el pie en el tobillo o articulación talocrural (entre la tibia, peroné y el astrágalo) en la dirección del dorso (cara superior). La dorsiflexión ocurre al pararse sobre los talones.
- **Flexión plantar:** Implica doblar el pie sobre el tobillo en la dirección de la planta o cara inferior, como cuando se eleva el cuerpo parándose en los talones.
- **Supinación:** Es un movimiento del antebrazo sobre las articulaciones radiocubital proximal y distal en las cuales las palmas se giran anteriormente. Esta posición de las palmas es una de las posiciones que definen la posición anatómica. Es opuesta al movimiento de pronación.
- **Pronación:** Es un movimiento del antebrazo en las articulaciones radiocubital proximal y distal en la cual el extremo distal del radio cruza sobre el extremo distal del cúbito y la palma gira en un sentido posterior.
- **Oposición:** Es el movimiento del pulgar sobre la articulación carpometacarpiana (entre el trapecio y el primer metacarpiano) en la cual el pulgar se mueve a través de la palma para tocar la punta de los dedos de la misma mano. Éste es un movimiento distintivo de los dedos que le da a los seres humanos y otros primates la habilidad de manipular objetos de forma muy precisa.



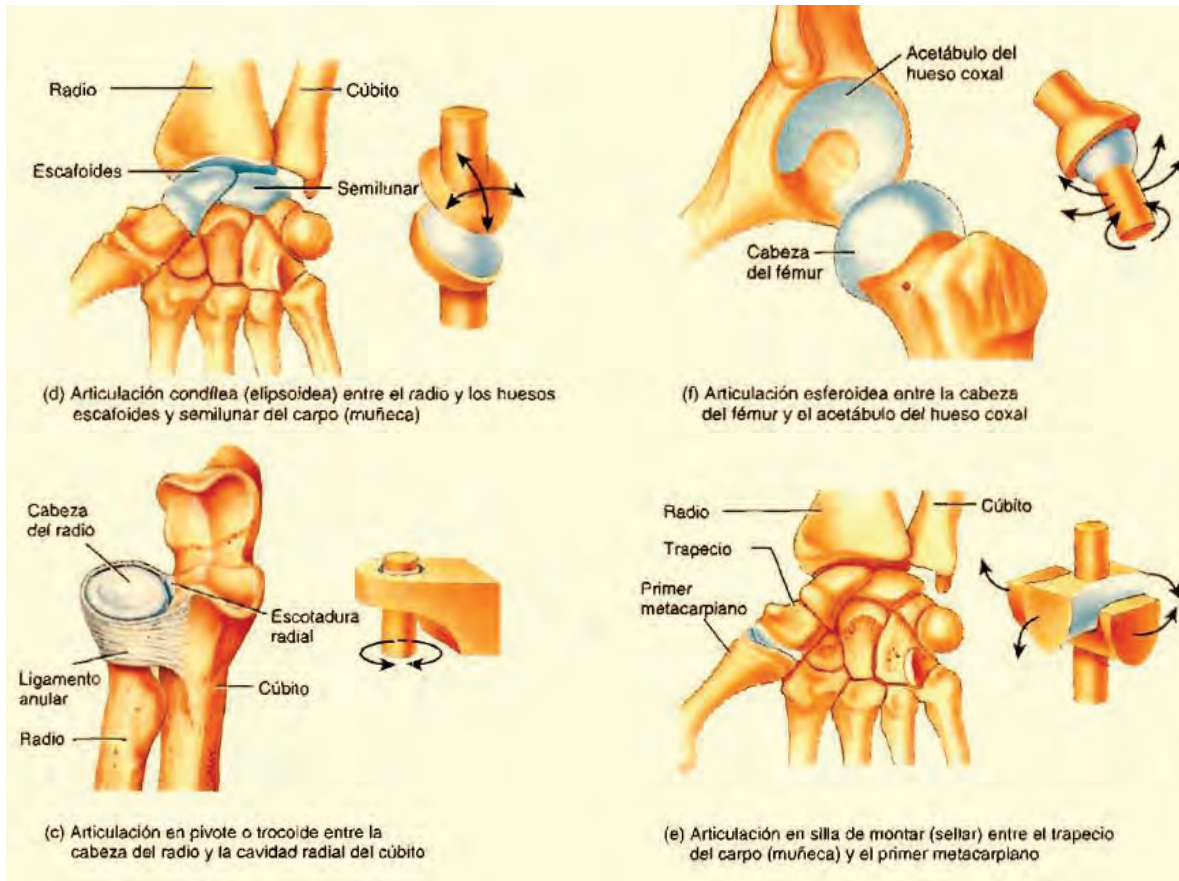
**Figura 9. Movimientos espaciales de las articulaciones sinoviales.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

**Tipo de articulaciones Sinoviales:** Están caracterizadas por una cavidad sinovial; cartílago articular; pueden contener ligamentos accesorios, discos articulares y bolsas sinoviales.

*Cuadro 2 Descripción de la estructura de las articulaciones Sinoviales*

<b>Clasificación estructural</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clasificación funcional</b>	<b>Ejemplo</b>
Plana	Las superficies articulares son planas ligeramente curvada	Diartrosis no axial (movimiento libre), movimiento de deslizamiento.	Intercarpianos , intertarsianos, esternocostales (entre el esternón y las costillas y las articulaciones vertebrocostales
Bisagra	Las superficies convexas encajan en superficies cóncavas.	Diartrosis monoaxiales, flexión y extensión.	Codo, tobillo y articulaciones interfalángicas .
Pivote	Las superficies redondeadas o puntiagudas encajan en un anillo formado parte por hueso y parte por un ligamento.	Diartrosis monoxiales, rotación	Articulaciones atlantoaxial y radiocubitales.
Condílea	Una proyección en forma oval encaja en una depresión en forma oval.	Diartrosis blaxiales, flexión, extensión, abducción y Circunducción	Articulación radiocarpiana y metacarpofalángicas.
Silla de montar	La superficie articular de un hueso tiene forma de silla de montar, y la superficie articular del otro hueso se sienta en la silla.	Diartrosis blaxiales, flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción.	Articulación carpoetacarpiana entre el trapecio y el pulgar.
Esferoidea	Superficie en forma de esfera que encaja en una depresión en forma de la	Diartrosis multiaxiales; flexión,	Articulaciones del hombro y cadera.

	copa.	extensión, abducción, aducción y circunducción y rotación.	
--	-------	--	--



**Figura 10. Subtipos de articulaciones sinoviales.** Para cada subtipo, se muestra un dibujo de la articularción actual y un diagrama simplificado. (Veasé *Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

## Articulaciones Seleccionadas del Esqueleto

### Articulación temporomandibular

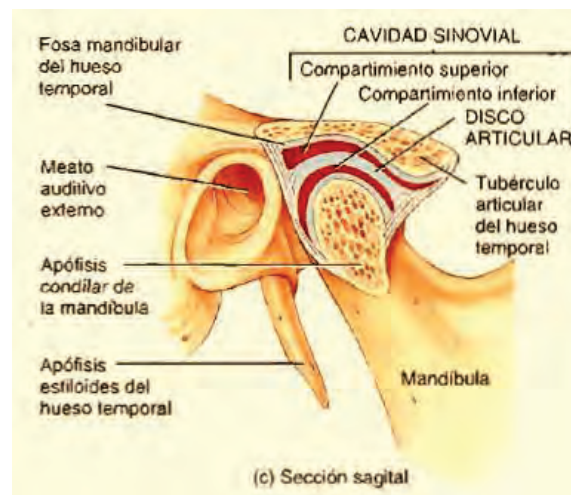
Es una articulación combinada en bisagra y plana formada por la apófisis condílar de la mandíbula y la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal. Es la única articulación móvil de los huesos del cráneo; todas las demás articulaciones son suturas y por lo tanto inmóviles.

### Componentes anatómicos:

- **Disco articular (menisco):** Disco de fibrocartilago que separa la cavidad de la articulación en compartimientos superior e inferior, cada uno con una membrana sinovial.
- **Capsula articular:** Delgada, una envoltura bastante laxa alrededor de toda la articulación.
- **Ligamento lateral:** Dos cortas bandas en la superficie lateral de la cápsula articular que se extienden hacia abajo y hacia atrás desde el borde inferior al tubérculo de la apófisis cigomática del hueso temporal hasta borde posterior y lateral del cuello de la mandíbula. El ligamento lateral está cubierto por la glándula parótida y ayuda a impedir el desplazamiento de la mandíbula.
- **Ligamento esfenomandibular:** Es una fina banda que se extiende hacia abajo y hacia afuera desde la espina del hueso esfenoides hasta la rama mandibular.
- **Ligamento estilomandibular:** Banda fina de la fascia cervical profunda que se extiende desde la apófisis estiloides del hueso temporal hasta el borde posterior e inferior de la banda de la mandíbula. Este ligamento separa la glándula parótida de la glándula submaxilar.

**Movimientos:** Se mueve solamente la mandíbula porque el hueso mandibular está firmemente anclado a los demás huesos del cráneo mediante suturas. Por esto la función de la mandíbula es la depresión (abrir las fauces) y la elevación (cerrar las fauces), que se procede en el comportamiento inferior, y la proyección o antepulsión la retracción, el desplazamiento lateral y una mínima rotación, que se producen en el

compartimiento superior.





**Figura 11. Articulación temporomandibular derecha (ATM)** (Veasé Tortora, A *Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Articulación del Hombro

**Definición:** Es una articulación esferoidea formada por la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escapula. También se le conoce como articulación escapulohumeral o glenohumeral.

### Componentes anatómicos

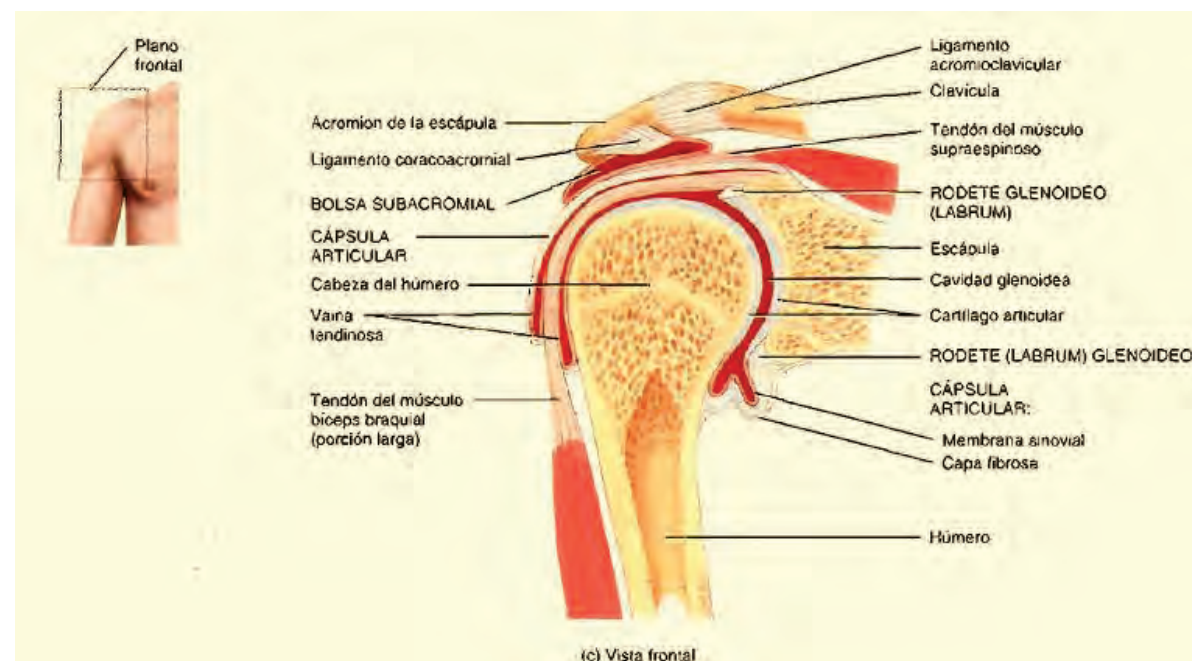
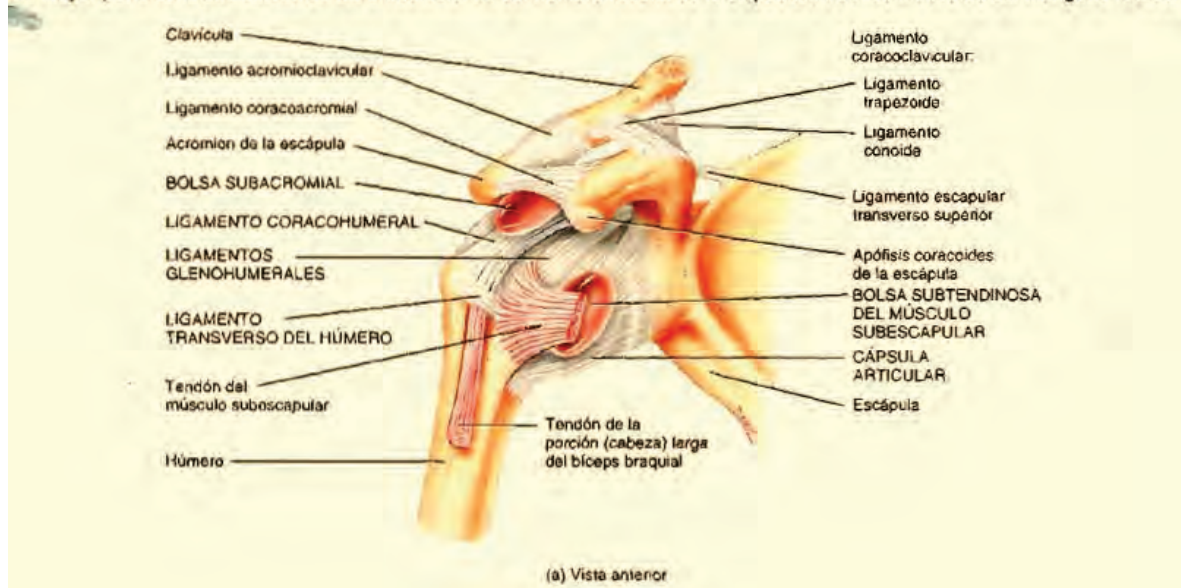
- **Capsula articular:** Es un saco delgado y laxo que envuelve completamente la articulación y se extiende desde la cavidad glenoidea hasta el cuello anatómico del humero.
- **Ligamento coracohumeral:** Es un ligamento fuerte y ancho que refuerza la parte superior de la cápsula articular y se extiende desde la apófisis coracoides de la escapula al tubérculo mayor (troquíter) del húmero.
- **Ligamentos glenohumerales:** Son tres engrosamientos de la cápsula articular por encima de la cara anterior de la articulación que se extiende de la cavidad glenoidea del tubérculo menor (troquín) al cuello del húmero.
- **Ligamento transverso del húmero:** Es una estrecha lámina que se extiende desde el troquín hasta el troquíter del húmero.
- **Rodete glenoideo (labrum):** Es una estrecha banda de fibrocartílago alrededor de la cavidad glenoidea que agranda y profundiza ligeramente la cavidad glenoidea.
- **Bolsas sinoviales (bursae):** Hay cuatro bolsas que se asocian con la articulación del hombro. Son la bolsa subtendinosa del músculo subscapular, La bolsa subdeltoidea, la bolsa subacromial y la bolsa subcoracoide.

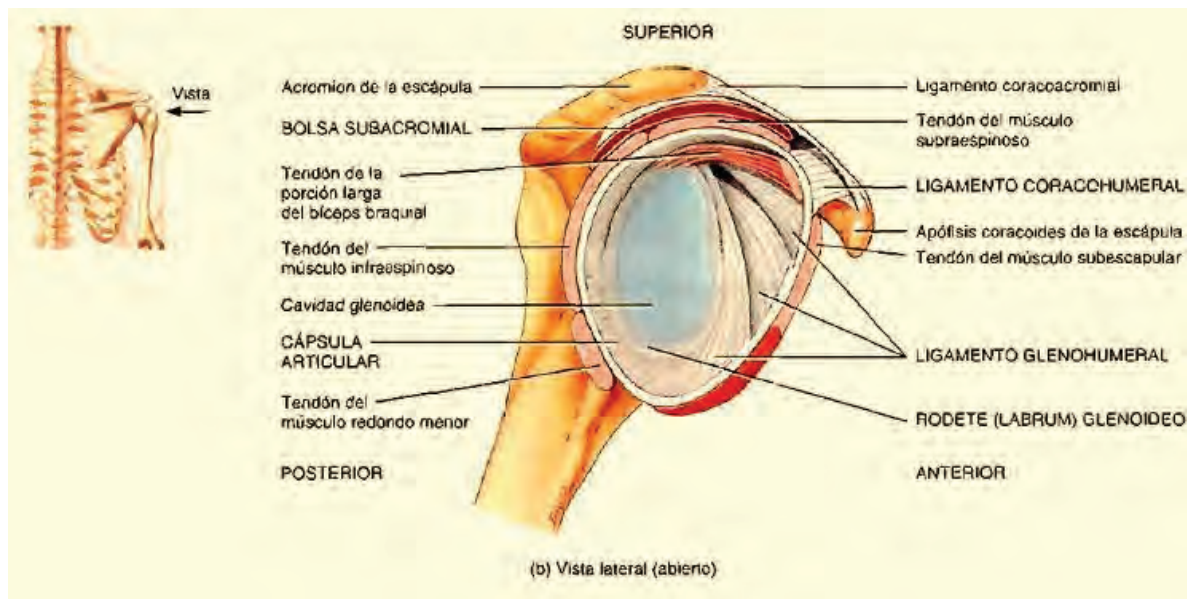
### Movimientos:

La articulación del hombro permite la flexión, la extensión, la abducción, la aducción, la rotación medial, la rotación lateral, y la circunducción del brazo. Tiene más libertad de movimiento que ninguna otra articulación del cuerpo. Esta libertad resulta de la laxitud de la cápsula articular y la poca profundidad de la cavidad glenoidea con relación de la gran cabeza del húmero.

Los músculos del manguito del rotador (supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) junta al escapula y al húmero. Los músculos del manguito rotador trabajan como un grupo para mantener la cabeza del húmero dentro de la cavidad glenoidea.

La mayor parte de la estabilidad de las articulaciones del hombro resulta de la disposición de los músculos del manguito rotador.





**Figura 12 Articulación del hombro derecho (escapulohumeral o glenohumeral)**  
*(Veasé Tortora, A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition)*

### Articulación del Codo

**Definición:** La articulación del codo es una articulación de bisagra formada por la tróclea del húmero, la escotadura troclear del cúbito y de la cabeza del radio.

### Componentes anatómicos

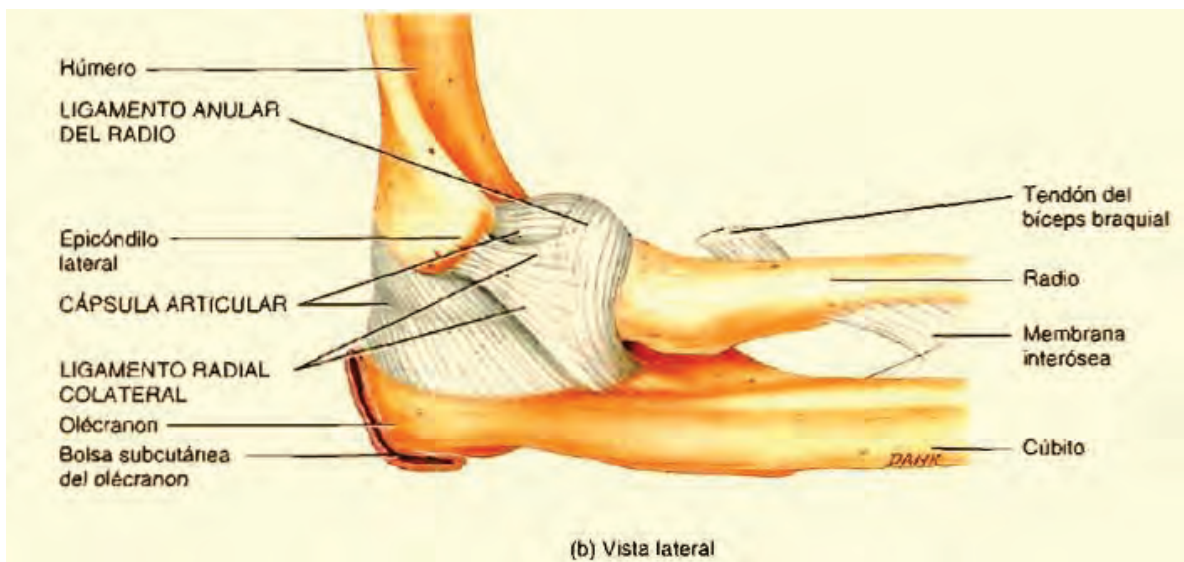
**Cápsula articular:** La parte anterior de la cápsula articular cubre la cara anterior de la articulación del codo, desde la fosa coronoidea y radial del húmero a la apófisis coronoides del cúbito y el ligamento anular del radio.

**Ligamento colateral cubital:** Es un ligamento triangular grueso, que se extiende desde el epicondilo medial. (Epitróclea) del húmero a la hipófisis coronoides y el olecranon del cúbito.

**Ligamento colateral medial:** Es un ligamento triangular fuerte que se extiende desde el epicóndilo lateral del húmero a la apófisis coronoides y el olécranon del cúbito.

**Ligamento colateral radial:** Es un ligamento triangular fuerte que se extiende desde el epicóndilo lateral del húmero al ligamento anular del radio y de la escotadura radial del cúbito.

**Movimientos:** La articulación del codo permite la flexión y extensión del antebrazo.



**Figura 13 Articulación del codo derecho.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Articulación de la Cadera

**Definición:** (articulación coxal o femoral) es una articulación esferoidea formada por la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso coxal.

### Componentes anatómicos

1. **Cápsula articular:** es una cápsula muy densa y fuerte que se extiende desde el labrum del acetábulo del cuello del fémur. Sus ligamentos accesorios, coconidos como ligamento pubofemoral y ligamento iliofemoral y ligamento isquiofemoral refuerzan las fibras longitudinales de la capsula articular.



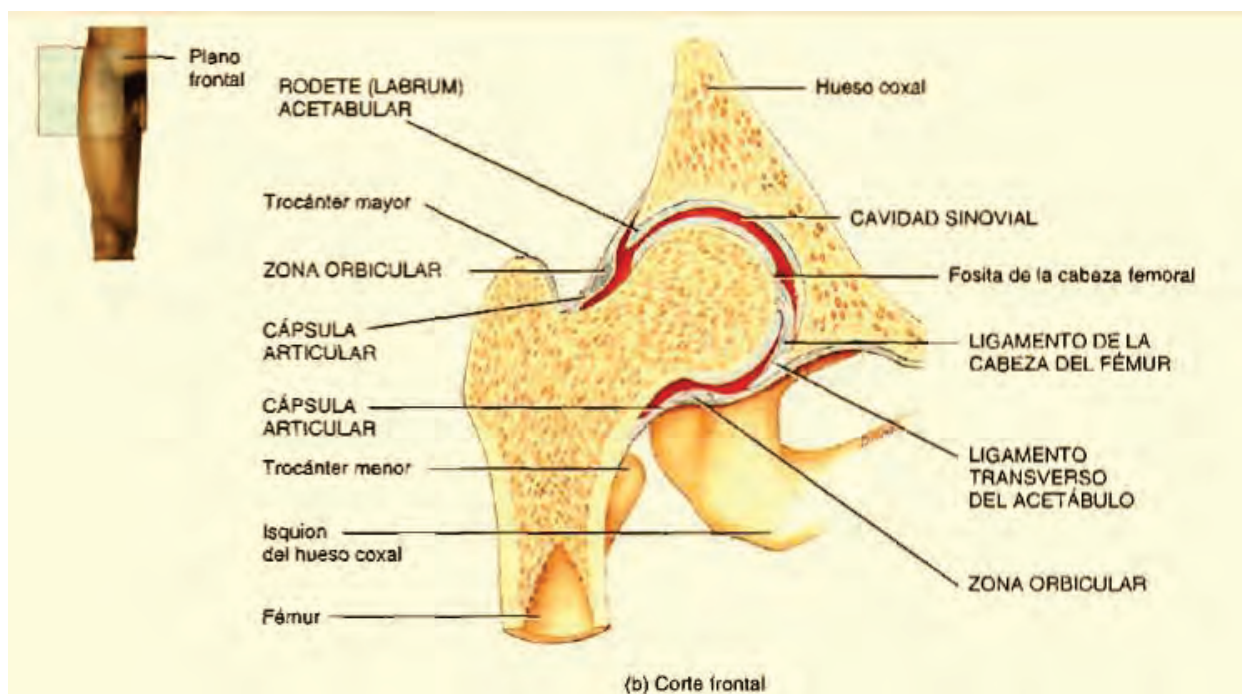
**Ligamento iliofemoral:** es una porción delgada de la capsula articular que se extiende de la espina iliaca anterior inferior del hueso coxal a la línea intertrocanterea del fémur.

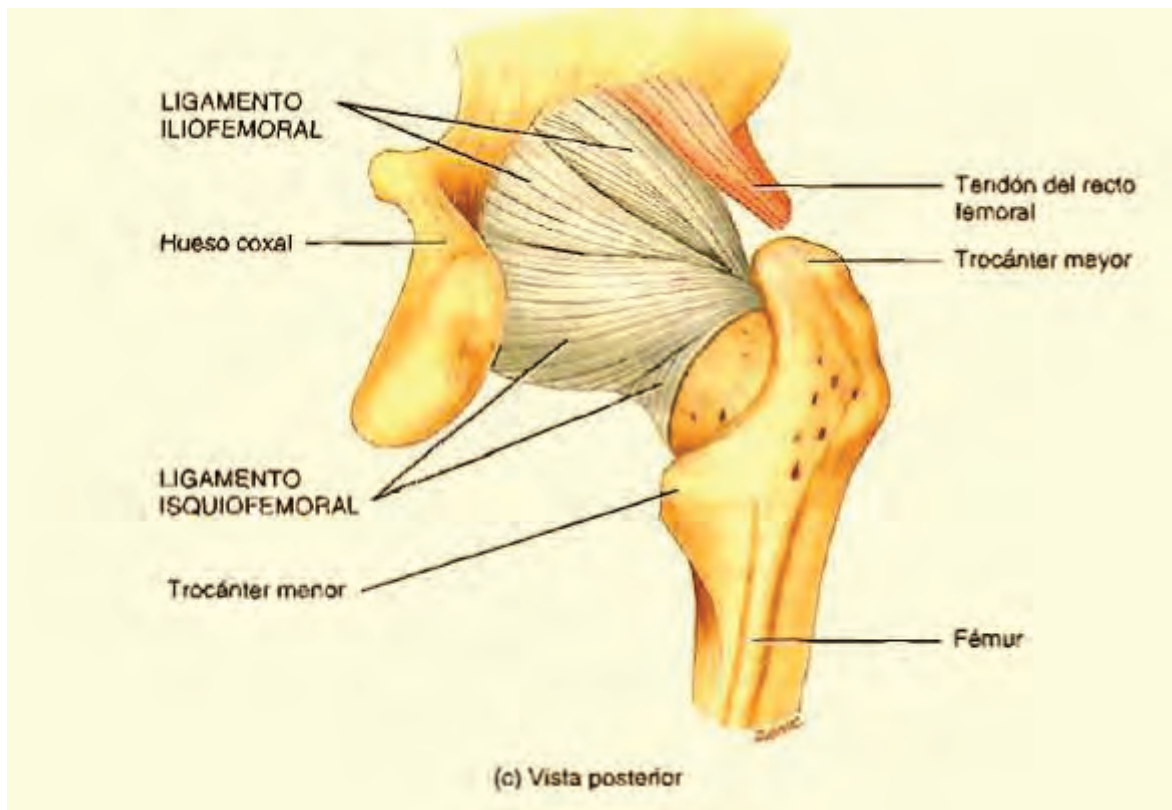
**Ligamento pubofemoral:** Es una porción delgada de la cápsula articular que se extiende desde la parte púbica del borde del acetábulo del cuello del fémur.

**Ligamento isquiofemoral:** Porción delgada de la cápsula articular que se extiende desde el acetábulo del isquion de la cabeza del fémur.

## Movimientos

La articulación de la cadera permite movimientos de flexión, extensión, aducción, abducción, circunducción, rotación medial y rotación lateral del muslo. La extrema estabilidad de la articulación y sus ligamentos accesorios, la manera en la cual el fémur encastra en el acetábulo, y los músculos que rodean la articulación. Si bien la articulación de la cadera y el hombro son articulaciones esferoideas, los movimientos de la articulación de la cadera no tienen tanta amplitud o rango. La flexión está limitada por la cara anterior del muslo que se pone en contacto con la pared abdominal anterior cuando la rodilla está flexionada y por la tensión de los músculos isquiocruales cuando la rodilla está extendida. La extensión está limitada por la tensión de los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquifemoral. La aducción está limitada por la tensión de ligamento pubofemoral, y la abducción está limitada por el contacto por el muslo opuesto y la tensión en los ligamentos en la cabeza del fémur.





**Figura. 14 Articulación de la cadera derecha.** (Veasé Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

### Articulación de la Rodilla.

La articulación de la rodilla (articulación tibiofemoral) es la articulación más grande y compleja del cuerpo, y consiste en tres articulaciones con una cavidad sinovial en común.

1. La externa en la articulación tibiofemoral, entre en cóndilo lateral del femúr, menisco lateral y el cóndilo lateral de la tibia. Es una articualción en bisagra modificada.
2. La interna es el segundo articulación tibiofemoral, entre el cóndilo medial del femúr, menisco medial y el cóndilo medial de la tibia. También es una articulación en bisagra modificada.
3. Una articulación intermedia femorrotuliana, entre la rótula y la cara rotuliana del femúr; es una articulación plana.

La articulación de la rodilla es la articulación más vulnerable a las lesionespor que es una articualción móvil, soporta peso y su estabilidad depende casi completamente de los músculos y ligamentos asociados. Un tipo común de lesión en la rodilla del futbol es

la ruptura del ligamento colateral tibial, frecuentemente asociada con la lesión de ligamento cruzado anterior y del menisco medial (cartílago roto)

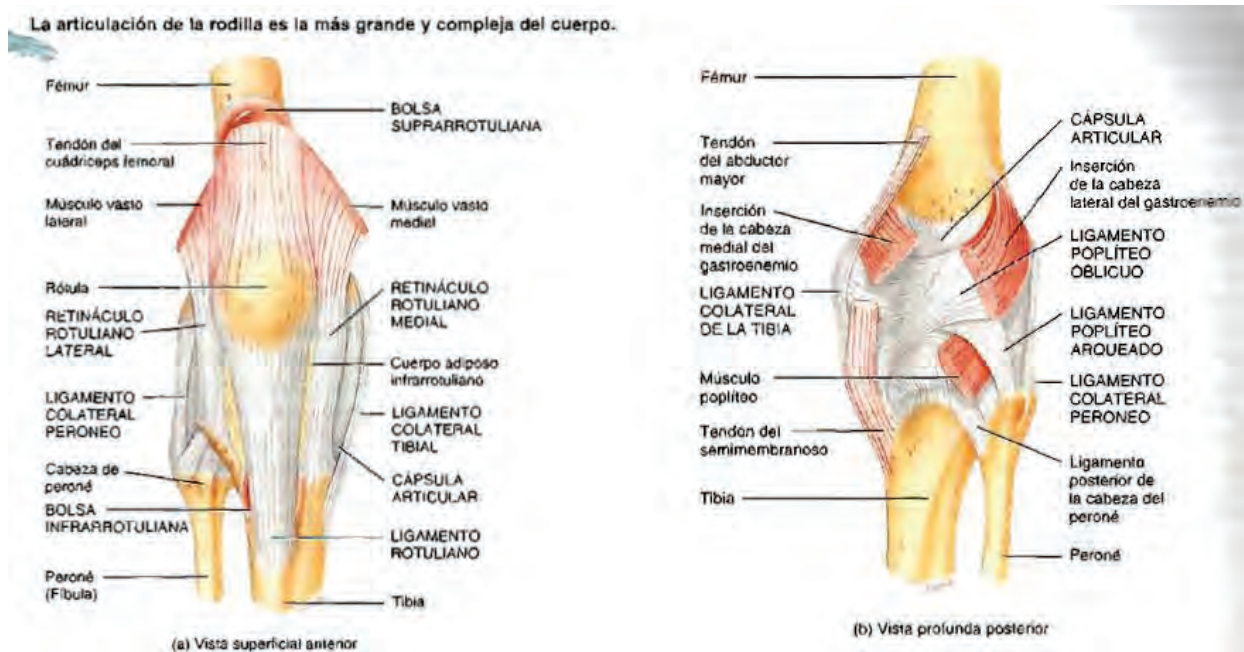


Figura 15. Articulación de la rodilla derecha (tibiofemoral). (Veasé Tortora, A *Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*)

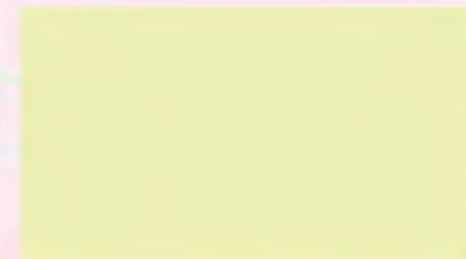
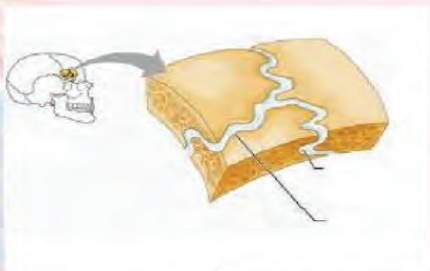
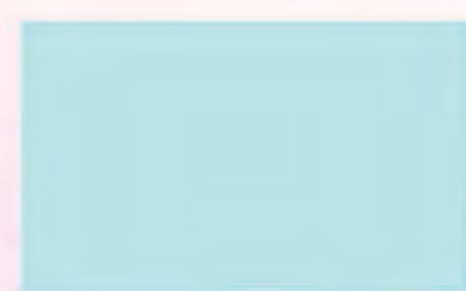
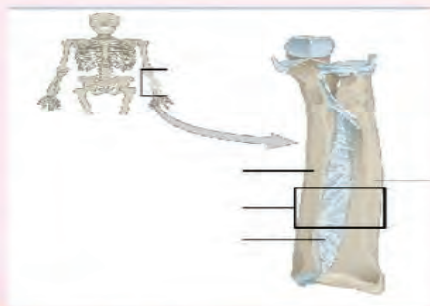
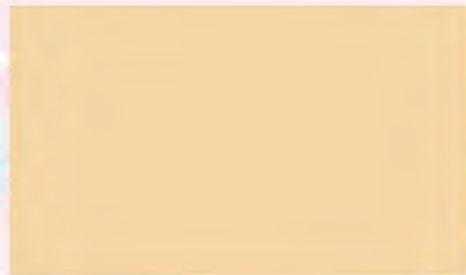
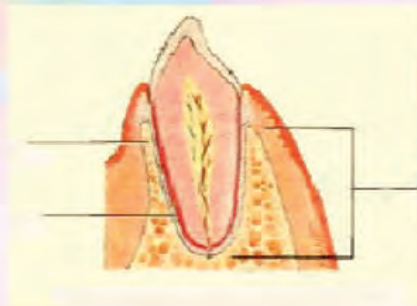
## Actividades de Aprendizaje del Sistema Articular

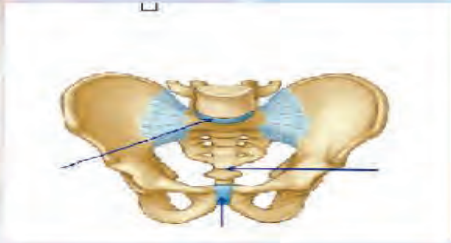
**Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:**

1. El movimiento del cuerpo en conjunto se produce sobre todo mediante la rotación de los huesos en los ligamentos individuales.
2. A las articulaciones se les puede definir como la unión o punto pivote entre dos o más huesos.
3. Uno de los criterios en los que se basa la clasificación de las articulaciones es la presencia o ausencia de un espacio entre los huesos que se articulan entre sí, llamado cavidad sinovial.

### **1. Clasificación funcional de las articulaciones Fibrosas**

En los siguientes esquemas identifica a qué tipo de articulación pertenece, a completa los espacios en blanco y sintetiza con tus propias palabras la función de cada una de ellas.





1. Clasificación de las articulaciones cartilagosas.  
Establezca la correspondencia

a) Otro ejemplo de esta articulación es el manubrio del esternón. \_ \_ \_ \_

b) Ejemplo de esta articulación a sínfisis del pubis entre las superficies anteriores de los huesos coxales \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

c) Su material de conexión es el cartílago hialino. \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

d) Articulación cartilaginosa en la cual los extremos de los huesos articulares está recubierto por cartílago hialino \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

e) A que articulación cartilaginosa pertenece la placa epifisiaria que conecta la epífisis con la diáfisis de un hueso en crecimiento. \_ \_ \_ \_ \_

f) Todas estas articulaciones están en la línea media del cuerpo. \_ \_ \_ \_

1) Sicondrosis

2) Sínfisis

### 1. Articulaciones Sinoviales

Establezca correspondencia, algunas opciones puede repetirse.

a) Líquido viscoso y cristalino o amarillo pálido que tiene una apariencia similar a la clara de huevo. 1) Estructura de las articulaciones sinoviales.

b) También se les llama ligamentos extracapsulares e intracapsulares. 2) Cápsula Articular

c) Una de sus funciones es transportar información de dolor hacia la medula espinal y el cerebro para su procesamiento. 3) Líquido sinovial.

d) Son como bolsas en forma de tubo que envuelven algunos tendones sometidos a una fricción considerable. 4) Ligamentos Accesorios

e) Están estratégicamente situadas para aliviar la fricción entre algunas articulaciones, como las del hombro y la rodilla.

f) Característica diferencial de una articulación sinovial es la presencia de un espacio llamado cavidad sinovial entre los huesos que se articulan. La afirmación anterior a cuál de las siguientes opciones pertenece.

g) Está compuesta por dos capas: una capa fibrosa y una membrana sinovial interna.

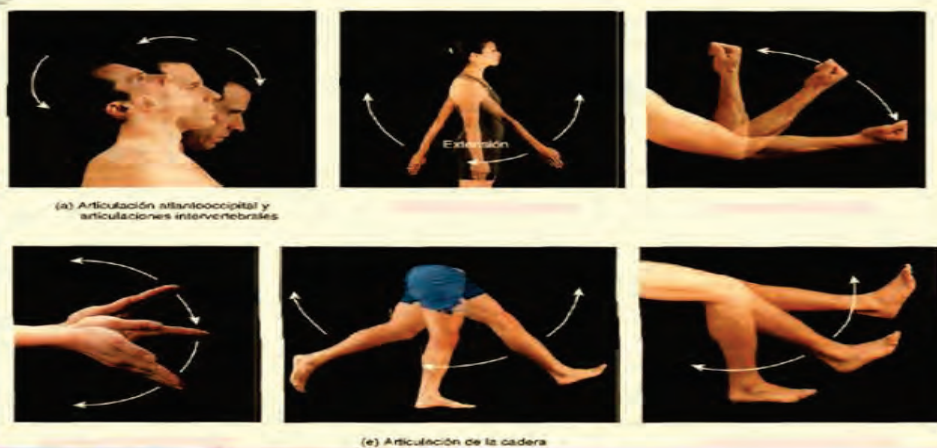
h) En algunas articulaciones sinoviales, como la de la rodilla, hay almohadillas de fibrocartilago a los cuales se les da el nombre de.

i) Su función es subdividir la cavidad sinovial en dos espacios, permitiendo que se produzcan movimientos separados en cada espacio.

j) La médula espinal y el cerebro responden enviando impulsos a través de los diferentes nervios a los músculos para ajustar los movimientos del cuerpo. La afirmación anterior a cuál de las siguientes opciones pertenece.

### Tipos de movimientos en las articulaciones sinoviales

A completa los espacios que faltan en los siguientes esquemas, y con tus propias palabras describe los conceptos de flexión, extensión, flexión lateral, e hiperextensión



A completa los espacios que faltan en los siguientes esquemas, y con tus propias palabras describe los conceptos de Abducción y aducción.



### Movimientos Espaciales

Establezca relación

a) Proyecta la clavícula en la articulación 1) Elevación.  
acromioclavicular. \_\_\_\_\_

b) Es el movimiento, de una parte corporal 2) Proyección,  
proyectada, de retorno a la posición Protrusión,  
anatómica. \_\_\_\_\_ protracción.

c) Es el movimiento de levantar una parte del 3) Retracción  
cuerpo, como cerrar la boca en la articulación  
temporomandibular. \_\_\_\_\_

d) (Llevar hacia afuera) es un movimiento de 4) Inversión  
las plantas de los pies a nivel de las  
articulaciones intertarsianas. \_\_\_\_\_

e) Es un movimiento del antebrazo sobre las 5) Eversión  
articulaciones radiocubital proximal y distal  
en las cuales las palmas se giran  
anteriormente. \_\_\_\_\_

f) Ocurre al pararse sobre los talones. 6) Dorsiflexión.  
\_\_\_\_\_

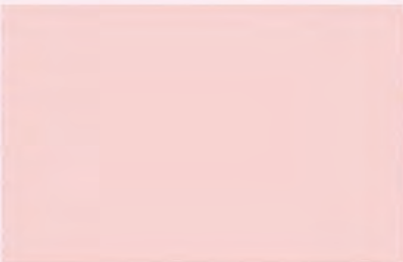
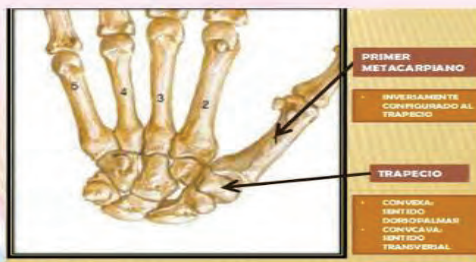
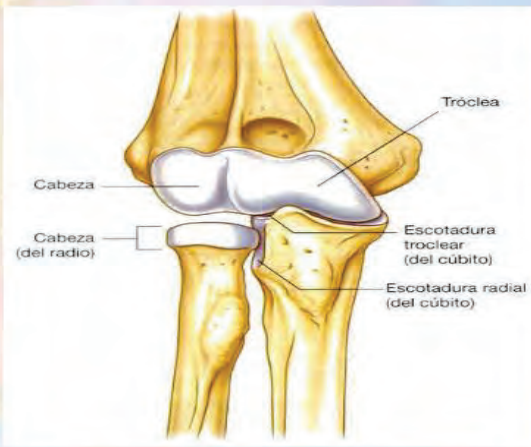
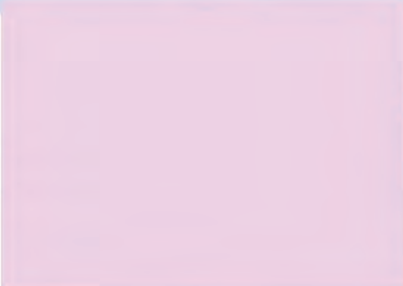
g) (Llevar hacia adentro) es el movimiento de 7) Supinación  
las partes de las plantas de los pies a nivel de  
las articulaciones intertarsianas (entre los  
huesos del tarso) de manera de enfrentarlas  
entre sí. \_\_\_\_\_

h) Es el movimiento del pulgar sobre la  
articulación carpometacarpiana (entre el 8) Pronación  
trapecio y el primer metacarpiano) en la cual  
el pulgar se mueve a través de la palma para  
tocar la punta de los dedos de la misma  
mano. \_\_\_\_\_

i) Es un movimiento del antebrazo en las 9) Oposición  
articulaciones radiocubital proximal y distal  
en la cual el extremo distal del radio cruza  
sobre el extremo distal del cúbito y la  
palma gira en un sentido posterior. \_\_\_\_\_

## Tipo de articulaciones Sinoviales

En las siguientes imágenes identifica y dibuja el tipo de articulación sinovial a la que pertenece cada una, toma en cuenta la información de la pag.









**UNIDAD II CONOCE COMO DIFERENCIAR, PREVENIR Y TRATAR LESIONES  
DEPORTIVAS**



# UNIDAD II CONOCE COMO DIFERENCIAR, PREVENIR Y TRATAR LESIONES DEPORTIVAS

## INTRODUCCIÓN

Una lesión deportiva puede ser definida ampliamente como cualquier lesión que este relacionada con la actividad física y que resulta en el mantenimiento del atleta fuera del entrenamiento, actividad o competición. Se examinara en esta unidad las características de la lesión del aparato locomotor ,ayudando a definir al profesional de Enfermería que estructura anatómica esta lesionada , su mecanismo de acción, diagnóstico y tratamiento.

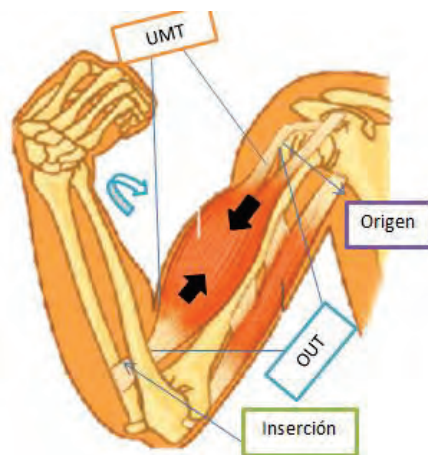
## Lesiones Tendinosas

Las lesiones tendinosas son muy frecuentes en la práctica deportiva formando las denominadas tendinopatías que engloban las tendinitis, roturas y degeneraciones tendinosas. Además existen otras patologías que afectan a los tendones sin que exista una lesión tendinosa primaria, como por ejemplo las luxaciones.

## Estructura y Función de los Tendones

Los tendones son estructuras anatómicas o nexos situados entre el músculo y el hueso cuya función es la de transmitir la fuerza generada por el primero al segundo, dando lugar al movimiento articular.

En la unidad de movimiento básica, un músculo tiene dos tendones, uno proximal y uno distal. Los tendones y ligamentos poseen tres zonas específicas en su longitud: 1) el punto de unión músculo-tendón se denomina unión miotendinosa (UMT); 2) la unión tendón-hueso recibe el nombre de unión osteotendinosa (OUT); 3) en la zona media o cuerpo del tendón éste a veces puede cambiar de dirección apoyándose en las poleas óseas.



**Figura 1. Simplificado de la biomecánica articular.** El músculo bíceps braquial se une a dos tendones en sus extremos (UMT). A su vez, los tendones se insertan en distintos huesos (UOT), para conformar la palanca simple y responsable de la movilidad articular.

Los tendones están formados fundamentalmente por haces de colágeno especializado que transmiten la energía cinética muscular al hueso.

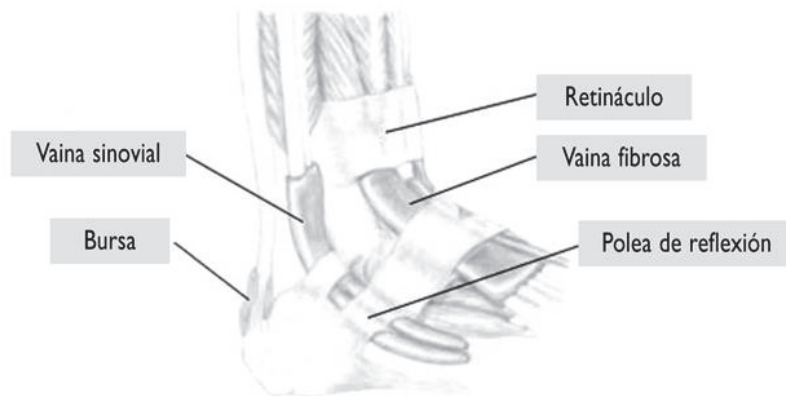
Un tendón consta de células principalmente de sostén del tejido conectivo y sustancia intracelular. La sustancia intracelular está formada mayoritariamente por fibras. La

célula del tendón encargada de su mantenimiento es el fibroblasto del tejido conectivo, aunque por su situación muchos autores lo denominan tenocito.

### **Elementos Extratendinosos:**

De acuerdo con la clasificación de Ipolito y Postachini, las estructuras que rodean al tendón pueden agruparse en cinco categorías.

- 1) **Las vainas fibrosas** son los conductos a través de los cuales los tendones se deslizan durante su recorrido. Están presentes en los tendones que tienen que recorrer un largo camino para alcanzar su punto de inserción, por ello, están sometidos a importantes fricciones.
- 2) **Las poleas de reflexión** son refuerzos anatómicos de las vainas fibrosas localizados en los lugares curvos que se pueden encontrar en el curso del tendón. Su misión es mantener el tendón dentro del lecho por el que se desliza.
- 3) **Las vainas sinoviales** son túneles de acceso por los que los tendones acceden al hueso o a otras estructuras anatómicas que pueden causar fricción sobre el tendón. Su finalidad es minimizar dicha fricción. Más frecuentemente se las encuentra alrededor de los tendones de la mano y el pie.
- 4) Algunos tendones, como los que carecen de una vaina sinovial verdadera, disponen de una **vaina peritendinosa** o paratendón para reducir la fricción. Su función es permitir el libre movimiento del tendón contra los tejidos colindantes. Característicamente el tendón de Aquiles es un claro ejemplo en el que se puede observar el paratendón con finas membranas de deslizamiento. Cuando el paratendón contiene células sinoviales recibe el nombre de tendosinovial.
- 5) **Las bursas** (bolsas) constituyen el quinto tipo de estructura extratendinosa. Son pequeños sacos de líquido situados entre dos estructuras adyacentes- músculo, tendón o hueso-donde actúan amortiguadores, reduciendo la fricción el movimiento.



**Figura 2. Elementos extratendinosos en el tobillo:** retináculo, vaina fibrosa, vaina sinovial, polea de reflexión, bursa.

### **Especial Consideración de Vainas Tendinosas:**

Entre los elementos externos al tendón, son especialmente relevantes las vainas que lo rodean. Las vainas tendinosas se encuentran alrededor del tendón y son comunes en los tendones de la mano y del pie, donde están localizadas en las zona de los dedos, su principal función es minimizarla fricción entre el tendón y los tejidos que lo rodean.

Las capas tendinosas tienen dos capas: una externa que es la vaina fibrosa, y una interna, que es la vaina sinovial; entre ambas existe un espacio virtual que solo se hace real en situaciones patológicas. La capa externa está compuesta por una red de colágeno cuyas fibras se orientan de manera longitudinal, oblicua o circular respecto al eje del tendón.

Existen dos tipos principales de células sinoviales. Las del primer tipo o tipo A son macrófago y representan el 20-30% de la capa sinovial. Estas células segregan ácido hialurónico, el cual sirve de lubricante para controlar la irrigación por fricción y posee, además, función fagocítica. Las células del segundo tipo o tipo B poseen las características de los fibroblastos y representan el 70-80% del total celular. Estas células también producen líquido sinovial rico en ácido hialurónico. En el citoplasma de estas células encontramos glicoaminoglicanos (GAG) y proteoglicanos (PG) estructurales. Además se pueden encontrar una tercera serie de células o tipo C, igualmente de tipo sinovial, forma intermedia entre A y B que participan en el tejido autoinmune.

La principal función de la sinovia tendinosa es procurar lubricación, aunque algunos autores han defendido su contribución a la nutrición del tendón. El mesotendón es

característico de los tendones de la mano y pie tiene dos funciones: primera, anclar el tendón y protegerlo del exceso de rotación, y segunda, proporcionar la placa por la que los vasos y nervios penetran en el tejido del tendón.

### Componentes del Tendón

El tendón está constituido por distintos elementos: células, sustancia fundamental y fibras de colágeno, todo ello mantenido por diferentes tipos de enlaces. Estos elementos constituyen el cuerpo del tendón en distintas proporciones.

*Cuadro 1 Morfología y funcionamiento de los componentes del tendón.*

<b>Componentes del tendón</b>	<b>Función</b>
Células	Fibroblasto es la célula predominante Produce colágeno y sustancia fundamental Necesarias para la cicatrización.
Sustancia fundamental	Elementos más frecuentes: proteoglicanos y agua , organiza y controla el tejido colágeno Actúa como barrera ante algunas sustancias Facilita la nutrición. Soporta las propiedades mecánicas durante la compresión.
Fibras de colágeno	Moléculas de colágeno empaquetadas como miofibrillas. Microfibrillas empaquetadas como fibras de colágeno. Colágeno tipo I más presente en el tendón Gran fuerza tensil.

### Irrigación de los Tendones

A partir de los trabajos de Smith, en 1965, se atribuye al tendón una actividad metabólica propiciada por su flujo continuo de sangre.

El aporte sanguíneo al tendón proviene en su mayoría del músculo. El abordaje vaso-tendón difiere en función del segmento tendinoso, considerando el tendón en tres regiones: UMT, cuerpo del tendón y UOT .Los vasos sanguíneos se originan desde microvasos en el perimio.

En la UMT los vasos sanguíneos del perimio muscular continúan entre los fascículos del tendón y son del mismo tamaño que los vasos en el músculo.



En la porción media del tendón el aporte vascular llega vía paratendón o a través de la vaina sinovial. Son vasos de menor tamaño, por lo que esta zona está peor perfundida, lo que la convierte en una zona crítica lesional. Los tendones que están expuestos a la fricción y están encerrados en una vaina sinovial reciben el aporte sanguíneo a través de la membrana sinovial. Si no existe membrana sinovial, la perfusión sanguínea ocurre a partir de la red vascular del paratendón. Los vasos penetran en el epitendón y recorren el endotendón para formar la red vascular intratendinosa. Las arteriolas discurren longitudinalmente flaqueadas por dos vénulas.

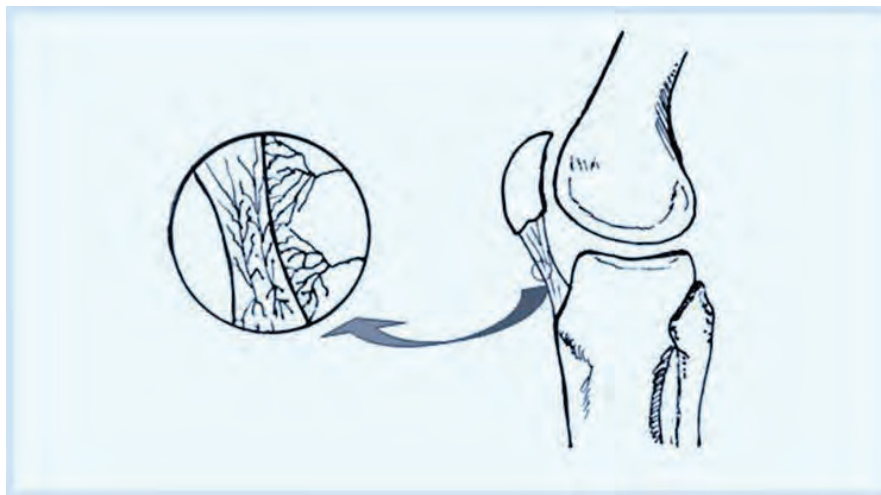


Figura 3. *Aporte vascular al tendón rotuliano. Se observa como una fina red vascular invade las capas más externas del tendón procedentes de la grasa amarilla; por otro lado, se observa la disposición vascular en paralela en paratendón.*

Los vasos que irrigan la OUT suministran el tercio externo del tendón. No están comunicados directamente los vasos procedentes del hueso con los que proceden del tendón, debido a la presencia de una membrana fibrocartilaginosa entre el tendón y el hueso.

De cualquier modo, su aporte sanguíneo es menor y no contribuye a la vascularización del cuerpo del tendón.

La comunicación espacial de la red vascular depende de la morfología del tendón; es larga y uniforme para tendones como el rotuliano o el de Aquiles, y ancha estrellada para los tendones flexores de los dedos.

El aporte sanguíneo al tendón aumenta durante el ejercicio y ante los procesos de curación, y se ve disminuido cuando es sometido a tensión o en determinadas zonas de fricción, torsión o compresión.

## Biomecánica de los Tendones

Siguiendo al profesor Munuera, los tendones están constituidos por el material más resistente a la tracción de todos los tejidos blandos del organismo, tanto por el elevado contenido como por la disposición del colágeno. De esta forma, la fuerza de rotura de los flexores superficiales de los dedos oscila entre 0,2 y 1,2 KNw (1 KNw equivale a 112 kg). Esto explica, por ejemplo, que un escalador sea capaz de mantenerse durante cierto tiempo sobre la punta de los dedos.

### Respuesta del Tendón al Ejercicio y la Carga

Como en otros tejidos conectivos, el estímulo mecánico induce un aumento de la resistencia del tejido a la tracción. El entrenamiento físico actúa sobre los tendones. Parece ser que los tendones flexores actúan al 100% de sus posibilidades normalmente y por ello no pueden mejorar sus propiedades biomecánicas. Sin embargo, los tendones extensores, con un programa físico adecuado, parece aumentar su resistencia. Distintos estudios demuestran que el aumento de la resistencia se produce gracias al aumento de fibras de mayor diámetro con respuesta al deporte.

### Respuesta del Tendón a la Lesión y Mecanismos de Reparación

Cualquier lesión en los tendones obedece a uno o varios de los **mecanismos** siguientes:

- **Lesión directa** del tendón con sección trasversal de la sustancia tendinosa (figura A).
- **Lesión indirecta** con avulsión del hueso en la zona de inserción tendinosa (Figura B).
- **Lesión intrasustancia** por fenómenos intrínsecos o extrínsecos con posterior pérdida de la continuidad tendinosa.



Figura 4. Lesiones deportivas del tendón. A. Lesión directa del tendón de Aquiles. B. Fractura de avulsión. Lesión indirecta. Centro de información Médica. Consultas de salud.

### Los Arrancamientos o Avulsiones

Óseas pueden producirse por cargas de tensión excesivas o por bien por traumatismos sobre tendones que se encuentran en máxima tensión. Como por ejemplo tenemos los arrancamientos del extensor de los dedos, con un fragmento óseo dorsal articular de la base de la falange distal (dedos trifalángicos) o bien el arrancamiento del flexor profundo del dedo anular en la base de la falange distal (que constituye alrededor del 75% de las lesiones tendinosas de la mano) (Figura 5).

### Las lesiones Intrasustancia

Se pueden producir por la suma de cargas repetidas o por impactos repetidos en el tendón sobre superficies rígidas, como ocurre con el manguito de los rotadores sobre el acromion. Este tipo de lesiones son tremendamente frecuentes en la traumatología deportiva o laboral. En caso de que los traumatismos se sigan produciendo, la lesión puede evolucionar hacia una rotura completa del tendón debido a la debilidad tendinosa asociada a una carga continua.

La lesión indirecta en la parte media de un tendón precisa de una patología preexistente asociada a una sobrecarga mecánica. El tendón de Aquiles se rompe generalmente en sujetos de mediana edad con una intensa actividad física. La rotura generalmente es casual, aguda y el paciente no refiere antecedentes de lesión o molestias; sin embargo, al realizarse un estudio anatopatológico del tendón lesionado, se observa la llamada hiperplasia angiobrosa, que sugiere un proceso degenerativo con fracaso de los procesos de regeneración del tendón. La escasa vascularización de la zona media del tendón, junto con la enfermedad inflamatoria y otros factores locales, favorece la rotura.



*Figura 5. Manejo inicial de las lesiones de punta del dedo. Guía de tratamiento basado en la experiencia Hospital San José.*

### Fisiopatología de las lesiones Tendinosas

Existen 4 modelos que intentan explicar el dolor en las lesiones tendinosas por sobreuso:

## 1. Modelo Tradicional

Propone que el sobreuso del tendón provoca inflamación, y por lo tanto dolor.

Observado microscópicamente que los pacientes con tendinopatía rotuliana se caracteriza por la presencia de un tendón de consistencia blanda o con fibras de colágeno desorganizadas y de color amarillo oscuro en la porción posterior profunda del polo inferior de la rótula.

Esta apariencia microscópica se describe como degeneración mucoide o mixoide.

Microscópicamente se observa que las fibras de colágeno se encuentran desorganizadas y separadas por un aumento de la sustancia fundamental

Tras una lesión aguda de un tendón se produce una cicatrización tendinosa que cumple las fases propias de la cicatrización de cualquier otro tejido blando (figura 6).

- Fase inflamatoria.
- Fase reparadora.
- Fase remodeladora

Este proceso de cicatrización está íntimamente relacionado con el caudal vascular en la zona. A mayor vascularización, mejor cicatrización. Se distingue entre dos tipos de cicatrización:

- Cicatrización vascular (existencia de paratendón)
- Cicatrización avascular (tendón en vaina sinovial)

### Cicatrización de un Tendón Recubierto de Paratendón (Proceso Vascular)

Tras la sección del paratendón y el tendón, la herida es ocupada por un hematoma rico en sustancias proinflamatorias, células sanguíneas, restos celulares y fibrina procedente de los vasos seccionados.

#### *Cuadro 2 Descripción del período de cicatrización de un tendón recubierto de paratendón (Proceso vascular)*

Período de la lesión	Características del tejido
<b>Primera semana</b>	Se produce una invasión del espacio existente entre los dos muñones tendinosos por tejido proliferativo de granulación procedente del paratendón. El espacio existente se rellena de fibroblastos y por yemas vasculares que forman un tejido de granulación entre los extremos tendinosos.
<b>Al tercer día</b>	Se inicia la síntesis de colágeno a partir del procolágeno (precursor) sintetizado por los fibroblastos. Posteriormente se produce la polimerización de colágeno en fibrillas que van engrosándose hasta formar fibras onduladas histológicamente

	visibles.
<b>A las dos semanas</b>	Los muñones del tendón presentan un puente fibroso, a la vez que continúa la proliferación de fibroblastos y la producción de colágeno. El crecimiento y la migración de las fibras entre los muñones del tendón se orientan perpendicularmente al eje del tendón. En esta etapa, se produce una marcada proliferación vascular y del fibroblasto, llenándose el espacio por un tejido fibrovascular, que va formar al <b>callo tendinoso</b> .
<b>Tercera y cuarta semana</b>	Se produce una orientación progresiva de los fibroblastos y de las fibras de colágena de forma paralela al eje del tendón como resultado de la carga. Este fenómeno de orientación se produce únicamente en el tejido próximo a los muñones, ya que el resto del tejido cicatricial permanece desorganizado. En este periodo de remodelación secundaria se asocia a un aumento de la resistencia del tendón junto con una disminución de la cicatriz tendinosa. La fuerza tensil aumenta debido al mayor grado de organización de las fibras de colágeno y al aumento de las uniones intermusculares entre las fibras colágenas.
<b>Sexto mes</b>	Existen grandes similitudes en cuanto a la histología, vascularización y propiedades mecánicas entre cicatriz tendinosa y tendón normal.

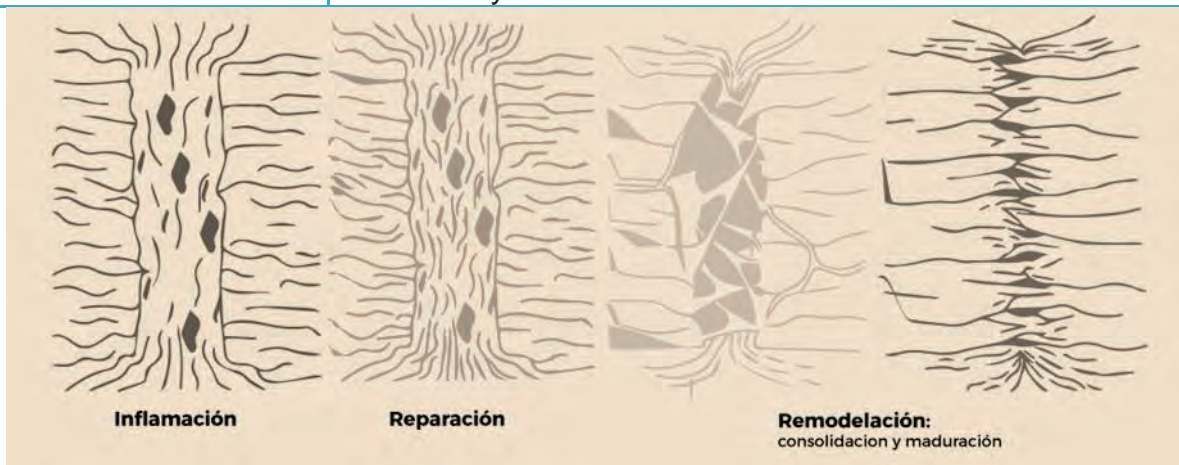


Figura 6. Cuanto tarda en recuperar un tendón. Fase de remodelación.

### Cicatrización de un tendón envuelto en una vaina (Proceso avascular)

Según en investigaciones recientes, cuando el tendón está envuelto en una vaina fibrosa u osteofibrosa y sumergido en líquido sinovial, sus células mantienen cierta capacidad intrínseca de reparación. Los tendones flexores en cultivo celular son capaces de participar en un proceso de reparación en el que se forma un capuchón de tejido en los extremos del tendón, debido a la proliferación y emigración de las células

del epitendón y del endotendón. Ocurre una emigración de las células del epitendón a la zona de la herida y se produce una diferenciación a fagocitos o macrófagos.

Dentro del endotendón, se produce un aumento de las células que semejan fibroblastos metabólicamente activos con síntesis de proteínas. Se implican dos procesos celulares, la fagocitación por fibroblastos diferenciados del epitendón y la síntesis de colágeno por células del endotendón. Por otro lado, en el tendón inmovilizado se produce cicatrización a través del crecimiento hacia el interior del tejido conjuntivo de la vaina digital con proliferación celular del endotendón.

### **Tendinopatías y Tendinitis**

Estos términos engloban a todo el conjunto de lesiones microtraumáticas e inflamatorias de los tendones.

### **Etiopatogenia**

Las lesiones tendinosas se pueden diferenciar, según el mecanismo de producción, en lesiones traumáticas directas, lesiones por conflicto de espacio o por rozamiento.

Algunos de los autores afirman que todas las tendinitis y tendinoperiostitis son enfermedades por estrés tisular, por desequilibrio fuerza- resistencia. La frecuencia de esta patología es cada vez mayor, debido fundamentalmente al aumento del número de deportistas de competición y de ocio. Otra causa es la asociación de distintas actividades deportivas y actividades de ocio y laborales.

Existen una serie de factores dependientes propiamente del tendón (**factores intrínsecos**). La edad deja huella en el tendón produciendo cambios histoquímicos que van a favorecer la patología inflamatoria degenerativa. Las variantes morfológicas de la anatomía humana también influyen en la tensión y carga tendinosa, como ocurre y carga tendinosa. Por último, otro elemento esencial dependiente del tendón es la rigidez musculotendinosa, que si no es vencida mediante entrenamiento y estiramientos, provocara graves alteraciones en la fisiología del tendón. Influyen también factores relacionados con el **estado de salud del paciente**, ya que hay procesos sistémicos que se asocian a una mayor frecuencia de tendinopatías: diabetes mellitus, gota, hipotiroidismo, condrocalcinosis, embarazo, etc. Otra series de denominados **extrínsecos** afectan por aumentar las sollicitaciones sobre el tendón, estando relacionados con la forma del entrenamiento, la inadaptación al material deportivo o de trabajo, además el terreno donde se practica el deporte, por ejemplo , los terrenos duros influyen muy directamente sobre las extremidades inferiores y la aparición de tendinopatías.

### **Tipos anatomoclínicos**

Las afecciones tendinosas se pueden localizar en distintas zonas

- En el cuerpo del tendón.
- Próximas las vainas tendinosas (tesenovitis) (b) y en la superficie tendinosa (peritendinitis)
- En las zonas de inserción (entesopatías) (c )

### **Las tendinopatías del Cuerpo del Tendón**

Se localizan a lo largo del tendón, pudiendo aparecer ensachamientos o nódulos. Generalmente, los tendones más afectados por estas lesiones se le localizan en la extremidad inferior, sobre todo en el tendón cuadriceps, el rotuliano y el tendón de Aquiles.

### **Tenosivitis y Peritendinitis**

Puede darse aisladas junto a una tendinopatía del cuerpo del tendón (figura 7).

Comienzan por una fase aguda con inflamación exudativa de la vaina tendinosa o del peritendón, manifestándose clínicamente por crepitación. En la fase crónica aparecen como secuelas adherencias a los tejidos vecinos o a la vaina, disminuyendo la capacidad de deslizamiento del tendón del tendón. Estas tenosinovitis son frecuentes en el tendón Aquiles, el tibial anterior y los extensores de la muñeca.



*Figura 7. Tenosinovitis de Quervain-Juan Arnal. Traumatología en Madrid.*

### **Entesitis o Entesopatías**

La patología de la inserción osteotendinosa se produce por el exceso de tracción sobre la inserción, manifestándose como lesiones tendinosas, perióticas y, en algunos de los casos, óseas (figura 8). Ejemplos de estas lesiones entesitis de los tendones epicondileos y los epitrocleares. Todas las lesiones anteriores pueden encontrarse en el mismo tendón.

Macroscópicamente, el tendón puede encontrarse adelgazado o bien engrosado por el proceso inflamatorio. Al microscopio óptico se observa pérdida de la estructura fascicular, con disminución del número de fascículos, reemplazándose por tejido cicatricial sin organización estructural. Se aprecian zonas de necrosis, degeneración

quística y mucoide, con formación de hematomas o quistes, con pérdida de la disposición lineal del colágeno, necrosis de fibroblastos e infiltración por células inflamatorias. Si el tendón ha recibido infiltraciones repetidas, los procesos necróticos se extienden y son mayores. Conforme aumentan la afectación tendinosa, la vascularización va desapareciendo.



*Figura 8. Entesopatías del pie- ScienceDirect.*

### Diagnóstico

Para llegar al diagnóstico clínico de estas lesiones es necesario precisar cuándo han comenzado las molestias, la asociación con el ejercicio o la práctica laboral de las mismas. Existe un estadiaje clínico para valorar el grado de la lesión:

- **Estadio I** corresponde a un dolor de baja intensidad que aparece en la fase de calentamiento y desaparece al empezar a realizar ejercicio intenso.
- **Estadio II**, el dolor aumenta durante la práctica o el ejercicio.
- **Estadio III**, el dolor impide la realización de la actividad deportiva, apareciendo incluso en reposo.

### Pruebas Complementarias

Las pruebas de imagen ayudan en el estadio de las lesiones tendinosas, aunque el diagnóstico debe basarse en la sospecha clínica. Destaca por su utilidad la ecografía, la RMN y la TAC.

Mediante las radiologías, se pueden visualizar calcificaciones sobre las estructuras tendinosas como ocurre a veces, en el manguito de los rotadores. También La ecografía puede valorar la presencia de un derrame pretendinoso, roturas parciales o de espesor completo de un tendón. La TAC con contraste puede ayudar a visualizar roturas tendinosas longitudinales. En la RMN, se presentan como zonas con aumento de la señal.



### **Tratamiento de las lesiones Tendinosas**

Las opciones terapéuticas para el tratamiento de las lesiones tendinosas abarcan desde el tratamiento farmacológico al entrenamiento, fisioterapia y, en algunos casos, el tratamiento quirúrgico.

Para el tratamiento de cualquier tipo de tendinopatía, se debe comenzar con reposo del musculotendinoso afectado. La duración del reposo generalmente es de 2 y 4 semanas, asociada con geles antiinflamatorios, masoterapia y/o fisioterapia. Algunos autores no consideran necesario la inmovilización con yeso, pues el reposo determinaría una atrofia de los músculos involucrados, de difícil recuperación en las actividades deportivas. En algunos casos puede ser necesaria la administración de antiinflamatorios esteroideos por vía sistémica en pauta decreciente y corta.

La reducción en la práctica deportiva, el entrenamiento postural, la fisioterapia y la vuelta progresiva y escalonada a la actividad deportiva parece ser la clave del tratamiento de las tendinopatías de origen deportivo.

El tratamiento quirúrgico se reserva para aquellos pacientes que no mejoran con las medidas conservadoras y que desean continuar con la práctica deportiva. Tras un análisis y estudio concreto del tipo de lesión, se procederá a la técnica quirúrgica necesaria, pudiendo ser la liberación tendinosa, incisiones de descarga, extirpación de nódulos y engrosamientos, plastias tendinosas, actuación sobre zonas de inserción.



## Actividad de Aprendizaje de Lesiones Tendinosas

### 1 Estructura y función de los tendones

A completa los siguientes enunciados.

1. Los tendones son estructuras anatómicas o nexos situados entre en músculo y el hueso cuya función es la \_\_\_\_\_ dando lugar al movimiento articular.

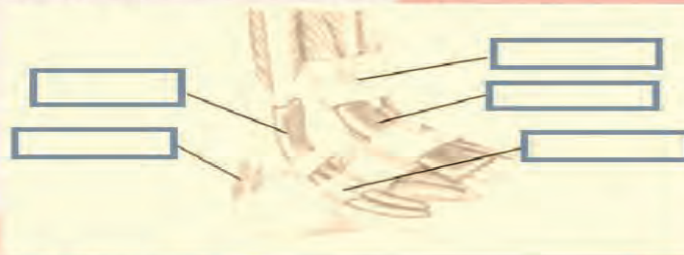
2. Los lesiones y ligamentos poseen tres zonas específicas en su longitud: 1) punto de unión músculo tendón se denomina unión miotendinosa (UMT); La unión tendón- hueso recibe el nombre \_\_\_\_\_

3. Un tendón consta de células principalmente de \_\_\_\_\_ del tejido conectivo y sustancias \_\_\_\_\_

4. la célula del tendón encargada de su mantenimiento es el \_\_\_\_\_ aunque por su situación muchos autores lo denominan \_\_\_\_\_

### 2) Elemento extra tendinosos

En el siguiente esquema identifica los elementos extra tendinosos y escribe sus funciones.



### Vainas tendinosas

Une con una flecha las características que corresponden a las vainas tendinosas.

Su principal función es minimizar la fricción entre el tendón y los tejidos que lo rodean.

Son estructuras anatómicas o nexos ubicados entre el músculo y el hueso.

Esta constituidas de células, sustancia fundamental y fibras de colágeno

Se encuentran alrededor del tendón y son más comunes en los tendones de la mano y del pie.

### Vainas Tendinosas

Están formados fundamentalmente por haces de colágeno especializado que transmite la energía cinética

Consta de dos capas una externa que es la vaina fibrosa y una interna que es la vaina sinovial.

Otras de sus funciones es que contribuye a la nutrición del tendón

## Irrigación de los tendones

Ordena cronológicamente como se realiza la irrigación sanguínea de los tendones

a) Unión miotendinosa los vasos sanguíneos del perimio muscular continúa entre los fasículos del tendón.

a) 1b, 2c, 3d, 4e, 5a

b) Comienza vasos de menor tamaño, por lo que esta zona está peor perfundida lo que la convierte en la zona crítica lesional.

b) 1d, 2c, 3a, 4e, 5b

c) Se divide el tendón en 3 regiones: Unión miotendinosa, cuerpo del tendón y Unión osteotendinosa.

c) 1c, 2d, 3a, 4e, 5b.

d) Proviene en su mayoría del músculo

d) 1d, 2a, 3e, 4b, 5c

e) El aporte vascular llega a vía paratendón o a través de la vaina sinovial.

### Caso clínico (tendinitis aquilea)

Paciente masculino de 31 años, derivado del servicio de urgencias refiere dolor en la parte posterior del tendón izquierdo (tendón calcáneo o tendón de Aquiles), de dos meses de evolución. El dolor se manifiesta como un "pinchazo" al realizar deporte, especialmente al correr. No aparecen molestias al andar.

No refiere haber sufrido ningún traumatismo en este período de tiempo, tampoco un gesto deportivo brusco solo un cambio en su rutina de ejercicio

### Exploración Física

-Dolor a la compresión en la zona de inserción del tendón de Aquiles.

-Flexión dorsal del tobillo limitada en ambas partes.

-Durante la marcha, se produce un despegue precoz del talón.

Tras realizar ecografía en el tendón de Aquiles a nivel de su inserción, comparando las imágenes del pie izquierdo y el derecho apreciamos:

-Aumento de grosor.

-Discontinuidad de las fibras del tendón, sin rotura.

-Tendón del pie derecho en rangos normales.

**1¿Con respecto al caso clínico anterior y al párrafo respuesta del tendón al ejercicio y la carga, porque es más probable que en el deporte un tendón flexor se lesione en este caso (tendón calcáneo o tendón de Aquiles) que un extensor?**

**2¿Con respecto al caso clínico anterior y al párrafo respuesta del tendón a la lesión y mecanismo de reparación, analiza porque motivos el tendón de Aquiles puede lesionarse o incluso llegar a romperse, e identifica los factores de riesgo que presenta el paciente para padecer esta patología?**

**3¿Por las características físicas del tendón de Aquiles que tipo de cicatrización realiza vascular o avascular y explica porque?**

**4¿Con forme al caso clínico anterior y al cuadro de cicatrización de un tendón recubierto de paratendón encierra en un círculo solo las características del tejido que correspondan al proceso de cicatrización, tomando en cuenta también, el tiempo de evolución de esta lesión:**

- Ø Los muñones del tendón presentan un puente fibroso.**
- Ø En este período es de remodelación secundaria se asocia a un aumento de la resistencia del tendón junto con una disminución de la cicatriz tendinosa.**
- Ø Se inicia la síntesis de colágeno a partir del procolágeno.**
- Ø Se produce una orientación progresiva de los fibroblastos y de las fibras de colágeno de forma paralela al eje del tendón como resultado de la carga.**
- Ø El crecimiento y la migración de las fibras entre los**

**5¿Con forme al caso clínico y tus propias palabras define que es la tendinitis aquiliana?**

**6¿La etiopatogenia refiere que existen dos factores que pueden ocasionar las tendinopatías, conforme al caso clínico describe a qué tipo de factor pertenece extrínseco o intrínseco?**

**7. Las afecciones tendinosas se pueden localizar en distintas zonas: cuál de los siguientes incisos refiere la localización correcta respecto al caso clínico y explica porque?**

- a)En la zona de inserción.**
- b)En la superficie tendinosa.**
- c)En el cuerpo del tendón.**
- d)Próximas a las vainas tendinosas.**

**8. Conforme a las características del dolor que refiere el paciente en el caso clínico en que estadio clínico de la lesión se presenta?**

- a) Estadio I**
- b) Estadio II**
- c) Estadio III**

**9. Encierra la respuesta correcta porque como prueba complementaria para el diagnóstico de la tendinitis aquilea, se le realizó una ecografía y no alguna otra prueba?**

**a) Porque se puede visualizar calcificaciones sobre las estructuras tendinosas.**

**b) Porque puede ayudar a visualizar roturas tendinosas longitudinales.**

**c) Porque puede valorar la presencia de un derrame pretendinoso, roturas parciales o de espesor completo de un tendón.**

**d) Porque pueden visualizarse cambios óseos en las zonas de inserción.**

**10. Conforme al tratamiento escribe las intervenciones de enfermería que se deben realizar a un paciente con una tendinitis aquilea?**



## Lesiones de Ligamentos

### Anatomía

Los ligamentos son bandas de tejido conjuntivo fibroso, fuerte y flexible, que unen entre sí los huesos de una articulación o soportan vísceras. Poseen formas variables; cintilla o cinta, cordón diferenciado, espesamiento adherente a la capsula, son de resistencia variable y le confieren a la articulación una gran firmeza. Poseen una elasticidad variable, pudiéndose distinguir, de forma general entre:

- Ligamentos fibrosos: prácticamente inestables, su tensión limita movimiento.
- Ligamentos elásticos: Son algo más extensibles, como por ejemplo el ligamento amarillo de las articulaciones vertebrales.

### Estructura Histológica del Ligamento

Podemos distinguir dos tipos que son:

- Ligamentos intraarticulares: Se encuentra en el interior de una articulación, por fuera de la membrana sinovial y rodeados por ella. Por ejemplo el ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla.
- Ligamentos extraarticulares: se encuentra rodeados por tejido conectivo laxo, en continuidad con otras estructuras derivadas del mesoderma. Constituyen la gran mayoría de los ligamentos.



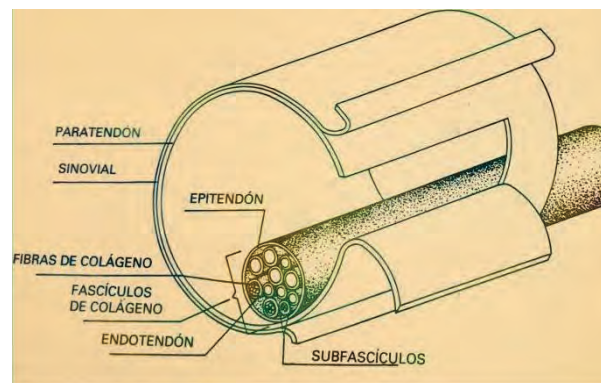
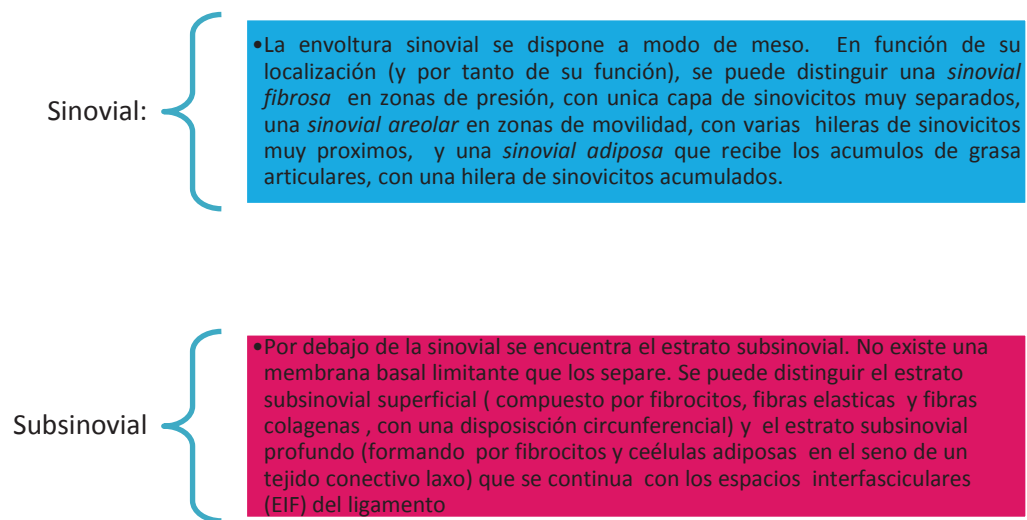
Figura 1. Lesión del ligamento cruzado posterior. Dr Vichez.

### Ligamentos Intraarticulares

Están rodeados por una serie de estructuras que los aíslan del medio sinovial. Estas estructuras se pueden sistematizar de la siguiente forma:



## Esquema 1 Conceptualización de la clasificación de las estructuras de ligamentos intraarticulares



**Figura 2.** Capas conjuntivas de envoltura del LCA humano según Burks, 1990 (modificado), (dibujo J.J, Ramírez Iao)

### Disposición fascicular

Los ligamentos están compuestos de múltiples haces de fibrillas colágenas, separadas por tabiques y vainas conectivas. Las fibrillas de colágeno se originan en fibras, están

en subfascículos y estos en fascículos. Los conjuntos de fascículos forman los haces ligamentosos principales.

### **Tabiques conectivos**

Yahia y Drouin, en 1989, describen las capas conjuntivas que envuelven a los elementos de los ligamentos intraarticulares, denominados peritenon, epitenon y endotendon, siguiendo la nomenclatura propuesta para los tendones.

La condensación del estrato subsinovial profundo se denomina periligamento, y está formado por un tejido conectivo que va a rodear a los conjuntos de fascículos. Se continúa con el epiligamento, tejido conectivo laxo con elastina, fibroblasto y células adiposas que rodea los fascículos. El epiligamento se encuentra en continuidad con el endoligamento, que envuelve a las unidades subfasiculares.

### **Ligamentos Extraarticulares**

La disposición anteriormente descrita es aplicable al resto de los ligamentos, teniendo en cuenta que, a diferencia de los ligamentos intracelulares, en los que el paratenon conecta con la sinovial, en el resto de los ligamentos el paratenon se continúa con el tejido conectivo laxo que rodea con la articulación.

### **Estructura colágena**

Los ligamentos están compuestos por 2/3 de agua y un 1/3 de matriz orgánica. El constituyente principal de la matriz orgánica es el colágeno. El componente celular del ligamento está constituido por fibrocitos cuya función es la síntesis y degradación de la materia orgánica manteniendo un estado estable de la matriz estructural del ligamento maduro que a su vez aporta la capacidad de soportar carga.

El colágeno es principal componente de los ligamentos, constituyendo el 75% de su peso seco. No todos los ligamentos tienen la misma cantidad de colágeno. Así, por ejemplo, los haces anteriores del LCA contienen una masa de colágeno por unidad de volumen significativamente mayor (25%) que los haces posteriores. A su vez, los segmentos centrales contienen una masa de colágeno mayor (9%) que los segmentos de inserción proximal distal. En los ligamentos, el 90% del colágeno es del tipo I. Los diámetros de las fibras de colágeno oscilan entre el 20 y 245 nm. Los tipos III y IV se concentran en la zonas de inserción (los ligamentos se insertan mediante la incorporación de sus fibras de colágeno a las sustancias ósea mineral).

### **Vascularización**

Los ligamentos están irrigados por una microvascularización uniforme que procede de diferentes arterias periarticulares. La vascularización intraligamentosa es relativamente pobre, pero muy importante porque mantiene el proceso continuado de síntesis y

reparación de la matriz (figura 3). Desde de los vasos adyacentes a los ligamentos, se usa una red perligamentosa o plexo vascular sinovial (PVSS). Las inserciones osteligamentosas no contribuyen, en grado significativo al PVSS. El PVSS se distribuye por el estrato subsinovial profundo. Desde aquí parten ramas transversas que penetran en el interior del ligamento, en las zonas denominadas puntos de entrada.

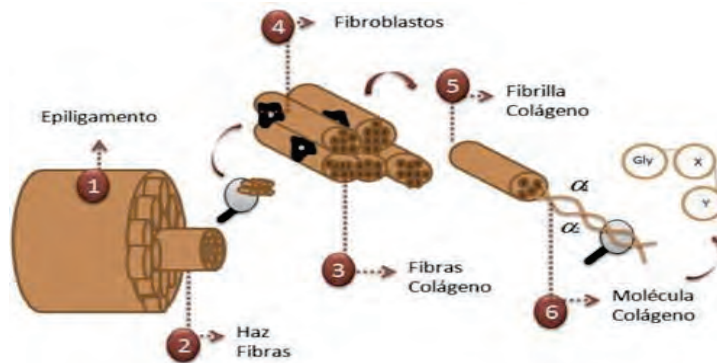


Figura 3. Estructura jerárquica del ligamento. Adaptado de Wang y Cols. Mecanobiología de reparación del ligamento.

### Biomecánica de los Ligamentos

Los ligamentos son estructuras complejas que cambia su forma según varían su posición sus puntos de origen e inserción con los movimientos de la articulación. Los EIF funcionan como planos de deslizamiento, permitiendo movimientos relativos entre los haces de colágeno y protegiendo las estructuras neurovasculares de fuerzas de cizallamiento. El agua asociada a los proteoglicanos proporciona la lubricación para el deslizamiento de las fibras de colágeno, confiriendo propiedades viscoelástica al ligamento.

Las fibras de colágeno son inestables. Sin embargo, en las distintas posiciones que tiene una articulación es necesaria la adaptación de los ligamentos a ligeras diferencias de longitud. La respuesta ligamentaria al estrés comienza con rectificación de las fibras onduladas, seguido por la deformación de las fibras rectas. Gracias a la disposición de las fibras de colágeno y al efecto dinamométrico del ligamento relajado, existe cierta capacidad de adaptación a las diferencias de longitud.

### Inervación Articular

La inervación macroscópica de una articulación (capsula y ligamentos) se deben en parte a ramas nerviosas independientes, denominadas nervios articulares, y en parte a ramas que proceden de los nervios que inervan los músculos adyacentes.

Así por ejemplo, Yahia y cols, en estudios experimentales, observan un gran número de axones que se distribuyen radialmente desde la sinovial periférica hacia el centro,

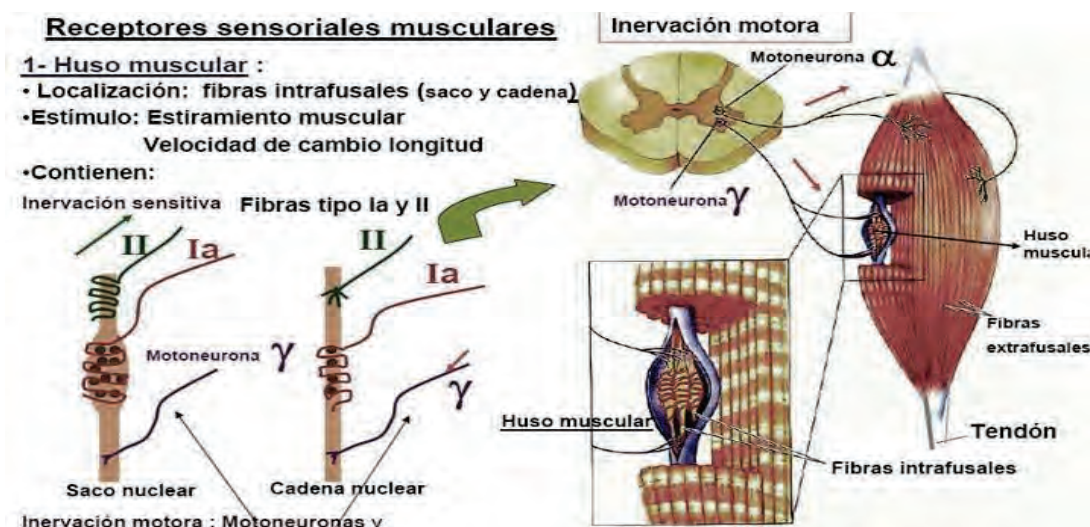
acabando en receptores. Desde los nervios articulares, así como desde los tejidos blandos periarticulares, se desprende fascículos nerviosos que alcanzan los ligamentos. De estos fascículos se desprenden fibras nerviosas (mielínicas y amielínicas) que penetran en el espacio sinovial del ligamento.

Hasta que Halata y Haus en 1989 demuestran mediante microscopía electrónica de transmisión.

Las terminaciones nerviosas fueron sistematizadas por Freeman y Wyke en 1967 en 4 tipos: encapsuladas (tipos I, II y III) y libres (tipo IV). O'Connor estudia los receptores presentes de los tejidos articulares, y distingue; terminaciones encapsuladas paciniformes

Johansson y Cols, mediante estudios electrofisiológicos, llegan a la conclusión de que las aferencias desde los ligamentos no actúan sobre el alfa motoneuronas, y enuncian la teoría del "*bucle gamma*"(figura 4). Consideran al sistema gamma como un sistema neuronal de integración premotor, modulado por vías descendentes e informaciones recibidas desde receptores musculares y ligamentarios. Este sistema actuaría sobre la musculatura agonista y antagonista, permitiendo una regulación continua del tono muscular. Los ligamentos actuarían como sensores que modificarían de manera refleja el tono muscular de manera excitatoria o inhibitoria, sobre un tono intrínseco preprogramado. Esto permite la modulación fina del estado contráctil de toda la musculatura periarticular en cada momento.

Los mecanorreceptores de la capsula y de los ligamentos son los puntos gatillo del arco reflejo gamma, que ajusta el balance muscular contribuyendo a la estabilidad funcional articular.



**Figura 4. EL HUSO DE LAS FIBRAS MUSCULARES.** Reflejo miotático o de estiramiento muscular. En el interior de los músculos existe una zona llamada Huso muscular donde hay unos receptores que informan de: – la longitud del músculo– de los cambios de esta longitud.

### Zonas de Inserción de los Ligamentos

En las zonas de inserción, el cambio brusco del tejido flexible ligamentoso a hueso rígido está mediado por una zona de transición fibrocartilaginosa, que permite un cambio gradual en la rigidez y previene la concentración de fuerzas. Así mismo, existe una transición desde el colágeno tipo I a colágenos tipo III y IV.

La inserción de ligamento en el hueso representa una transición de un material a otro. Las inserciones se clasifican en directas e indirectas, siendo estas últimas las más frecuentes.

- Las inserciones directas: Contienen dos tipos de fibras: fibras superficiales que unen al periostio, y fibras profundas que se unen al hueso formando un ángulo de 90°. Inmediatamente antes de su inserción en el hueso, el ligamento se transforma en una cinta, primero fibrocartilaginosa y después calcificada.
- Las inserciones indirectas: están formadas por su mayoría por una capa superficial que se inserta en el periostio en el ángulo agudo. Las fibras de Sharpey son fibras de colágeno que se originan en el hueso y terminan en el periostio, y pueden desempeñar un papel importante en la inserción indirecta del ligamento.

### Ligamentos y Mecánica Articular

El ligamento no es una estructura rígida e indeformable, sino un constituyente capaz de una cierta deformación. Bajo tensiones fisiológicas, de poca velocidad, el alargamiento elástico puede alcanzar de un 20 a un 25% de longitud.

Las pruebas de tensión de los ligamentos miden la elongación del ligamento (generalmente en un complejo hueso- ligamento-hueso) sometido a una fuerza, obteniéndose la curva fuerza/ elongación (carga/elongación).

La curva de carga-elongación de Hookes puede dividirse en tres regiones

#### Región de baja tensión

- Corresponde a la colocación en paralelo de todos los constituyentes del ligamento. La elongación que se produce en esta fase de la curva se debe al cambio en el patrón de ondulación de las fibras de colágeno, que se rectifican según va aumentando la carga.

#### Región basal

- Corresponde a la deformación elástica (2). también se llama región elástica de la curva

#### Región de alta rigidez

- (3) Es la fase de deformación plástica que precede a la ruptura. En esta fase, se presenta un cierto número de ondulaciones. Es lo que se explica que se agrupe bajo el término de esguince a todos los grados de lesiones ligamentarias desde la simple elongación hasta la ruptura total.

### *Esquema 2 Explicación y clasificación de las tres regiones de la curva de carga-elongación de Hookes*

Si disminuye la tensión durante la zona basal de la curva, puede percibirse que la curva de descarga no es superponible a la curva de carga. Persiste cierta deformación. Esto significa que el ligamento no tiene un compartimiento elástico puro, sino un compartimiento viscoelástico asociado a un cierto grado de deformación permanente.

Las repercusiones clínicas del comportamiento físico de los ligamentos están representadas en la gráfica siguiente (modificada de Carlstedt y cols). Los tendones también representan una curva de ruptura con un compartimiento similar. Las microrrupturas se producen al final de la región de carga fisiológica. El movimiento articular viene determinado por la combinación de varias fuerzas; actividad muscular, fuerzas aplicadas externamente y fuerzas de ligamentos. La interacción de estas fuerzas permite a la articulación tener un movimiento suave y uniforme.

Durante el estiramiento, las pequeñas fuerzas iniciales producen una gran elongación rectificando el plegamiento. Después se necesitan fuerzas mucho más grandes para que un mayor estiramiento haga que las fibrillas empiecen a elongarse. Debido a los diversos grados de plegamiento y a la diferente orientación de las fibrillas en el seno

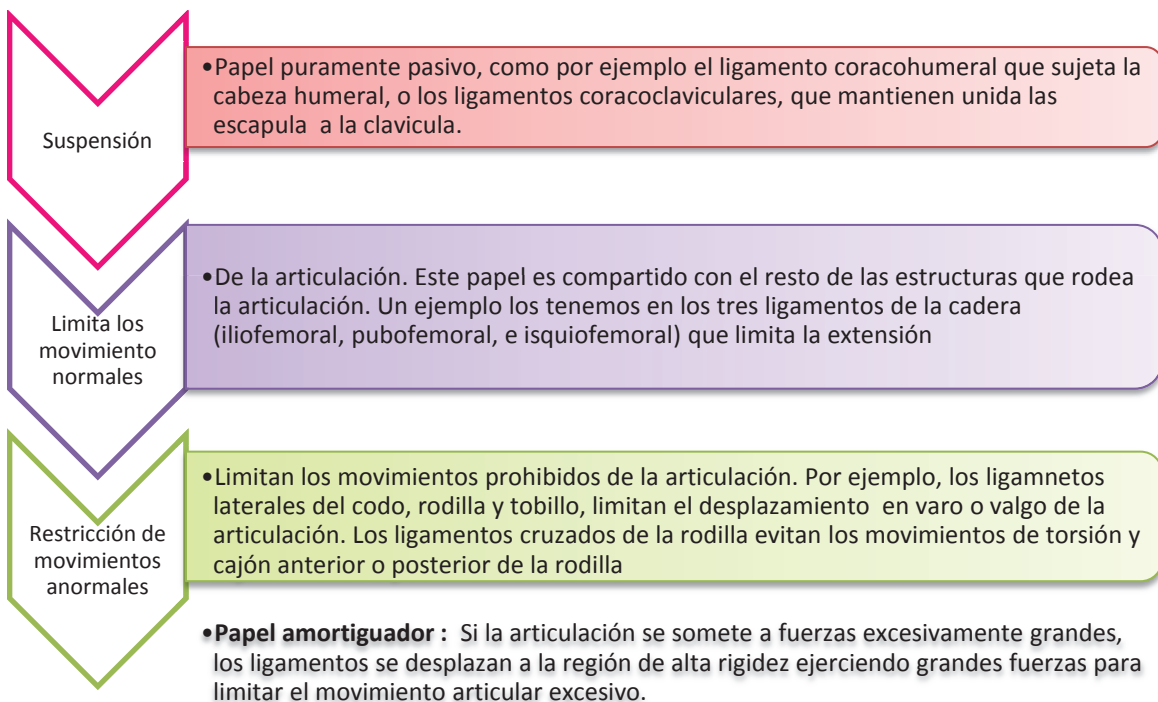
del ligamento, cada fibrilla empieza a resistir el estiramiento con una elongación diferente. Al aumentar la elongación, más haces de fibras se desdoblán y se orientan en dirección de la carga. Este reclutamiento de fibras produce un incremento gradual en la rigidez de la estructura.

Durante la actividad normal, los ligamentos trabajan en la región de rigidez baja de la curva de carga-elongación. Cuando la articulación se somete a fuerzas excesivamente grandes, el ligamento se desplaza a la región de alta rigidez, y resiste grandes fuerzas en un intento por limitar el movimiento excesivo y proporcionar protección a la articulación. Los ligamentos también muestran un comportamiento dependiendo del tiempo. Si se aplica una carga progresiva, se obtendrá un alargamiento más importante. En cambio, un golpe brusco, aunque sea de menor intensidad que la carga de ruptura habitual, puede provocar una ruptura.

La viscoelasticidad ligamentaria es responsable del fenómeno denominado "precondicionamiento", muy útil en la actividad deportiva. Tras un periodo largo de inactividad, los tejidos blandos se embeben de líquido intersticial. Durante las primeras aplicaciones de fuerza este líquido se moviliza desde el interior de los tejidos por efecto mecánico. Por lo tanto, los primeros ciclos después de la inactividad muestran mayor rigidez. Tras la fase del calentamiento, el comportamiento de los tejidos se vuelve más elástico.

### **Fisiología**

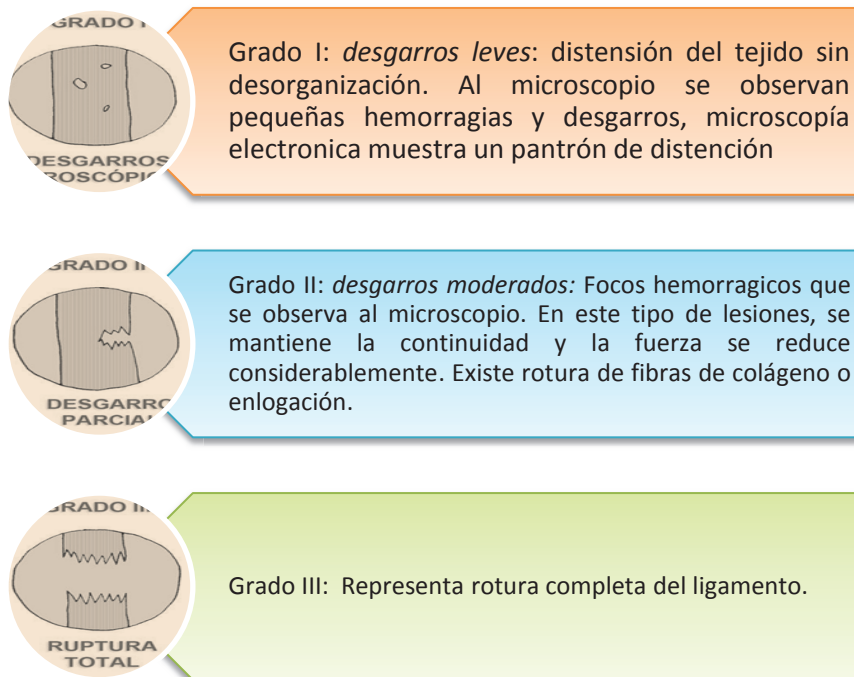
La función que cumplen los ligamentos en el organismo es múltiple.



**Esquema 3 Descripción y clasificación de la función que ejercen los ligamentos en el organismo.**

### Histopatología del Ligamento

Las lesiones de los ligamentos se clasifican en tres grados:



**Esquema 4 Descripción de los tres grados de clasificación de lesiones de ligamentos.**



### Cicatrización de los Ligamentos Extraarticulares

La cicatrización de los ligamentos extraarticulares es similar a cualquier tejido vascularizado. Después de la lesión, aparece un exudado de sangre y productos sanguíneos desde los vasos lesionados y se organiza un coágulo de fibrina, el cual se vasculariza.

Aparece una proliferación de células, con síntesis de una matriz extracelular y finalmente, remodelación de tejido de reparación. El mecanismo general sigue las fases básicas del proceso inflamatorio del tejido conjuntivo (existe una respuesta celular y una respuesta bioquímica).

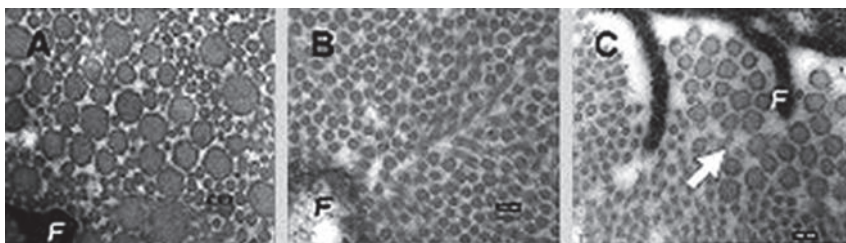
Siguiendo Oregon y cols, se pueden distinguir cuatro fases.

- **Fase I:** tras la rotura completo del ligamento, los extremos se retraen y presentan un aspecto deshilachado. En el caso de los ligamentos extraarticulares, los capilares dañados dentro del ligamento producen un hematoma que llena el espacio creado por retracción de los extremos. Posteriormente, como respuesta a la lesión y a la formación de coagulo de fibrina, se liberan potentes vasodilatadores, histamina, serotonina, bradiquininas y prostaglandinas. Las bradiquininas producen vasodilatación y aumenta la permeabilidad capilar, permitiendo la trasudación de líquido y movimiento de las células inflamatorias al espacio extracelular. Estos fenómenos inflamatorios se producen en las primeras 72 horas. Los monocitos y los macrófagos son los encargados de fagocitar las zonas necróticas. Asimismo, producen un factor angiogénico que estimula la proliferación de yemas capilares endoteliales en la herida. Al final de esta fase inflamatoria, empieza la proliferación de fibroblastos que se encargan de producir una matriz de proteoglicanos y colágeno. En esta fase empieza a remodelarse el colágeno y la síntesis es ligeramente mayor a la degradación. La mayor parte del colágeno sintetizado es del tipo III, el cual se cree responsable de la estabilización de la red de colágeno.
- **Fase II:** En esta fase, que ocurre durante las seis semanas siguientes, se produce la proliferación celular y la formación de la matriz. En la zona lesionada se observa un tejido de granulación que sangra facilidad. El tipo de célula que predomina el fibroblasto, aunque también aparecen macrófagos y mastocitos. Las yemas vasculares endoteliales se comunican con los capilares adyacentes en una red difusa. En esta fase se produce la síntesis de colágeno activo y glicosaminoglicanos, tanto en la actriz proliferante como en el tejido adyacente normal. En esta fase empieza a predominar el colágeno tipo I, que se cree responsable de las propiedades de la matriz a largo plazo.
- **Fase III:** Se observa una disminución de la celularidad y de la vascularización, así como un aumento de la densidad del colágeno. El colágeno empieza

organizarse, alineándose a lo largo del eje del ligamento. Aparecen cambios bioquímicos en la matriz del colágeno aumenta su fuerza tensil. Se cree que se debe a su reorganización y la formación de enlaces cruzados.

- **Fase IV:** Es la fase más larga y consiste en la remodelación de este tejido cicatricial.

La cicatrización de los ligamentos extraarticulares se produce un fenómeno equivalente a la Ley de Wolff del hueso, de tal forma que la dirección de las líneas predominantes de fuerza induce la disposición paralela del colágeno. De esta forma, una cicatriz ligamentosa sometida a tensiones moderadas con una dirección predominante, adquiere mayor resistencia en esa dirección (figura 5). Estas observaciones han motivado un cambio de actitud en el tratamiento de las lesiones ligamentosas, tendiéndose en la actualidad a la movilización precoz. Las laxitudes postraumáticas residuales, que clásicamente se atribuyen a este “alargamiento” se deben a la mayor elasticidad del tejido neoformado, cuyas fibras de colágeno tienen una orientación más irregular que las del ligamento original, aunque no alarga (Munuera).



**Figura 5.** A) Fibras de colágeno normales. B) A las 6 semanas se observan fibras de menor diámetro y con menor contenido de colágeno. C) Con el tiempo se va remodelando la estructura.

#### Cicatrización de los ligamentos Intraarticulares

En cuanto a los ligamentos intraarticulares, su mecanismo de cicatrización es totalmente distinto figura. El LCA de la rodilla, por ejemplo, no presenta una cicatrización espontánea. Esto se debe a un fallo en la formación del hematoma. Hay respuesta vascular desde los extremos rotos, pero el hematoma se diluye en el líquido sinovial, evitándose la formación del coágulo de fibrina. Tras la rotura del LCA se produce un sangrado desde los muñones del ligamento, que sufren retracción quedando libres y sin continuidad en la escotadura intercondílea, produciéndose un

hemartros. No existe formación de coagulo entre los extremos del LCA, a lo que se suma la disminución de la actividad hemostática inducida por un líquido sinovial.

### Clínica

En este apartado se describen los dos tipos de lesiones originadas por la distensión del aparato capsuloligamentario: el esguince y la luxación. Las lesiones del sistema musculoesquelético pueden presentar muchas formas diferentes, dependiendo del mecanismo de la lesión, la magnitud de la fuerza aplicada sobre el esqueleto y el lugar donde se aplica. Aunque se mencione la patología derivada de la lesión del aparato capsulo-ligamentario en las distintas articulaciones, estos serán tratados más extensamente en otros capítulos.

### Esguince

El esguince es una lesión dolorosa traumática de una articulación, provocada por el alargamiento violento de los ligamentos con o sin rotura de estos. En el esguince se produce una subluxación temporal de la articulación, cuyas superficies articulares vuelven posteriormente a su situación normal. Aunque el desplazamiento es transitorio, la capsula y los ligamentos se ven lesionados. Hay que diferenciar el esguince (patología ligamentaria) de la distensión (lesión por estiramiento de la unidad musculotendinosa).

El movimiento de la articulación se halla limitado solo por el dolor y no por que exista una incongruencia articular.

Son varias las clasificaciones que hay de los esguinces de acuerdo con la gravedad del daño tisular. En la clasificación más aceptada para el uso clínico, se distingue entre tres grados:

Esguince de Grado I (leve)	Esguince Grado II (moderado)	Esguince Grado III (grave)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se caracteriza por un ligero estiramiento de la capsula y de los ligamentos, habitualmente, este tipo de esguinces cura en tres o cuatro semanas sin una pérdida significativa de la función.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rotura parcial de la capsula y de los ligamentos. La mayoría de estos esguinces también curan en tres o cuatro semanas, si las estructuras lesionadas no son sometidas a una carga o un estiramiento excesivo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consiste en la rotura completa de la capsula y de los ligamentos. Esta lesión es tan grave como una luxación completa. La única diferencia es que, en el esguince, las superficies articulares vuelven espontáneamente a su posición normal.</li></ul>

## *Esquema 5 Explicación, clasificación del grado y la gravedad de los esguinces.*

### **Inestabilidad Articular**

Con el término inestabilidad articular, se recogen dos conceptos totalmente diferentes: sensación subjetiva de la falta de estabilidad y laxitud.

**La laxitud:** Puede ser constitucional, pero también puede presentarse como un cuadro adquirido como consecuencia de un traumatismo, en cuyo caso indica la ineficacia o la ausencia del ligamento. La laxitud adquirida no tiene por qué ir acompañada de sensación de inestabilidad (estructuras propioceptivas inactivas).

### **Esguinces Recidivantes**

Estos esguinces se producen por los mismos mecanismos y en las mismas situaciones que un esguince primario. Sin, embargo, existe un mayor riesgo por el déficit propioceptivo, secuela de la lesión inicial. El trastorno propioceptivo, secundario a la rotura neuroligamentosa, favorece un fallo en el reconocimiento de la posición de la articulación con respecto al centro de gravedad, o un error en el equilibrio entre muchos agonistas y antagonista.

Estudios experimentales, que cuantifican las estructuras neurales en ligamentos intactos y reconstruidos, apoyan la dificultad (ligamentos extraarticulares) o la incapacidad (ligamentos intraarticulares reconstruidos) de recuperación del control propioceptivo. Este argumento explicaría, por lo menos en parte, la recurrencia de las lesiones ligamentosa figura.

La generación anatómica exacta de la estructura neurológica propioceptiva sería poco probable tras una lesión severa del ligamento.

### **Etiopatogenia del Esguince**




Los esguinces se producen como consecuencia de movimientos pasivos anormales, que fuerzan la articulación en un plano distinto a los permitidos en condiciones fisiológicas. Así por ejemplo, en el mecanismo de producción del esguince de tobillo, pueden aparecer implicados unos factores, como las irregularidades del suelo, y unos factores propios del deportista, como trastornos del sentido de la posición articular (defecto propioceptivo articular, trastornos de la sensibilidad profunda, falta de atención o dolor), trastorno del impulso motor (perturbación del tono muscular,

### **Tratamiento**

El tratamiento inicial de los esguinces debe ir dirigido a calmar el dolor y favorecer la cicatrización de las estructuras lesionadas. Los objetivos son prevenir la inestabilidad y el desarrollo de un dolor clínico.

## Esguinces de Ligamentos Extraarticulares

Para los esguinces, el tratamiento clásico consiste en la utilización de AINES (controvertido), hielo elevación y compresión moderada mediante vendaje. Existen otras terapias, controvertidas para las fases iniciales, consistentes en: masajes transversos profundos, corrientes eléctricas, campos magnéticos pulsados. Siguiendo a Sinder y cols, para el tratamiento de los esguinces se pueden distinguir 3 fases (utilizando como el ejemplo los esguinces de tobillo):

Primera Fase	Segunda fase	Tercera fase
 <ul style="list-style-type: none"><li>•La inmovilización no es necesario en los esguinces leves. Existen dispositivos ortopedicos , que pueden ser beneficiosos en estas lesiones , ya que restringen los movimientos que interfieren en la cicatrización de la lesión. Así por ejemplo, se admite la utilización, en los esguinces leves del tobillo, de brace o tobilleras neumáticas (air stirrup) como sistemas de protección. Para los esguinces graves, suele utilizarse en la fase inicial, una inmovilización rigida con yeso durante un maximo de 2 a 6 semanas.</li><li>•La inmovilización con yeso tras lesiones musculoesqueleticas esta indicada para proteger a los tejidos afectados de un mayor daño durante las fases precoces de la cicatrización</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>•Los efectos secundarios de esta movilización son: aumento de la rigidez articular por adherencias sinoviales y proliferación del tejido graso-fibroso.</li><li>•En la actualidad existe una tendencia a disminuir el tiempo de inmovilización de las lesiones ligamentarias. Son muchos autores que defiende la movilización inmediata. estos opinan que los tendones y los planos aponeuróticos ejercen una compresión capaz de reducir(oponer) el desgarro capsular o capsulo-ligamentoso. la movilización precoz además permitira eliminar los elementos sinoviales que hubieran podido quedar atrapados en la articulación. También contribuiría a eliminar el hematoma intraarticular.</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>•La movilización inmediata muestra además otras ventajas, ilustrando así la ley de Wolf, que no se limita a la biología osea: permite una orientación funcional de las fibras de colágeno, que favorece a la resistencia mecánica y evita los efectos de la inmovilización con yeso.</li><li>•Se ha comprobado que existe una disminución drástica de las propiedades estructurales del ligamento colateral medial de la rodilla después de nueve semanas de inmovilización. El restablecimiento del movimiento articular lleva a una regresión lenta de los efectos de la inmovilización sobre las propiedades articulares. hay una recuperación retardada en las resgiones de inserción. en comparación con la sustacia ligamentosa</li></ul>

### *Esquema 6 descripción y clasificación de las tres fases de gravedad de los esguinces de ligamento extraarticulares.*

Pasada la fase dolorosa se pueden utilizar otras medidas terapéuticas: baños de contraste, deambulación precoz en descarga, elevación, analgésicos etc.

### **Segunda fase**

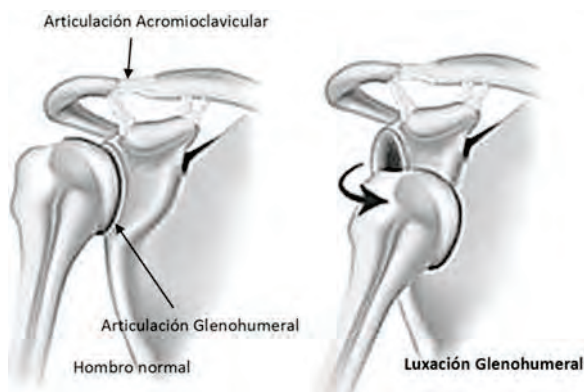
La segunda fase comienza cuando el paciente tolera la deambulación sin dolor ni inflamación (2 a 4 semanas tras la lesión). Se utiliza ortesis de protección, y se realiza rehabilitación orientada a la recuperación arco de la movilidad y a la potenciación de los músculos adyacentes.

### Tercera fase

La tercera fase, 4 a 6 semanas tras la lesión, consiste en un condicionamiento funcional, con entrenamiento propioceptivo, de agilidad y de resistencia. Los ejercicios para la recuperación propioceptiva son fundamentales (plataforma giratoria de tobillo con los ojos cerrados, carreras en zig-zag etc). Durante esta fase se debe proteger la articulación (“brace” funcional, ortesis neumáticas (“air stirrup”), vendajes funcionales, etc), para intentar evitar esfuerzos tensionales en un ligamento que todavía está en fase de cicatrización. El uso de “brace” estaría especialmente indicado en deportes de contacto y pivotaje. Así mismo, es necesario realizar un programa de ejercicios activos de potenciación muscular específico. La duración media de esta fase es de 2 semanas para las lesiones leves y 6 a 8 semanas para las lesiones severas.

### Definiciones

La luxación es un desplazamiento completo y persistente de las superficies articulares de los huesos que constituyen una articulación, con rotura parcial, o total de la capsula articular y de algunos de sus ligamentos. Después de una luxación, el espasmo muscular bloquea en posición anormal los dos extremos óseos desplazados, provocando generalmente una deformidad importante y evidente (figura 1).



*Figura 6. Luxación de hombro. Comparación un hombro normal (a la izquierda) con una que ha sufrido una luxación glenohumeral.*

La subluxación es una luxación parcial de una articulación, es decir los extremos óseos se separan parcialmente uno del otro, sin perderse totalmente la congruencia. Generalmente las subluxaciones dañan parte de la capsula articular y algunos de los ligamentos, pero no tan gravemente como en las luxaciones. Después de un

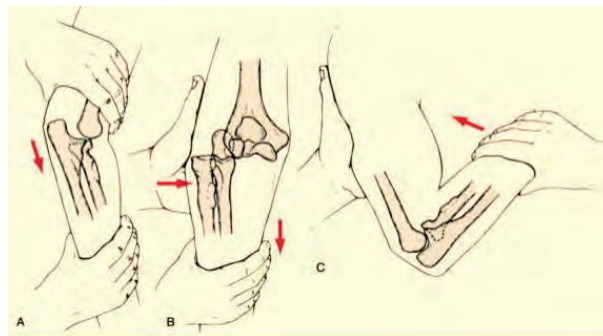
subluxación, el paciente puede mover la articulación algunos grados. Si no se reconoce ni se trata, puede dejar como secuela una laxitud ligamentosa y una incongruencia.

### (Clínica)

Clínicamente, el paciente presenta un dolor muy intenso acompañado de deformidad. Es necesario realizar un estudio radiográfico para descartar lesiones asociadas (fracturas osteocondrales, arrancamientos óseos, etc). Las luxaciones se suelen producir en traumatismos de cierta energía, y son relativamente frecuentes las lesiones por compresión, estiramiento o arrancamiento de vasos y nervios (por ejemplo lesión de la arteria poplítea en la luxación de la rodilla).

### Tratamiento

El primer objetivo es la reducción con carácter urgente, para disminuir el daño tisular local y el tiempo de isquemia de los tejidos articulares y periarticulares (Figura 7). Debe realizarse con maniobras suaves para evitar la posibilidad de fracturas iatrogénicas, siendo muchas veces necesaria una anestesia con relajación muscular (por ejemplo en las luxaciones de cadera). En otras luxaciones (por ejemplo glenohumeral), con frecuencia pueden realizarse las maniobras de reducción después de haber calmado el dolor y la contractura muscular con un tratamiento analgésico y miorelajante. Una vez que se obtiene la congruencia articular se inmoviliza la articulación, siendo conveniente iniciar una rehabilitación precoz. Son válidos los principios generales del tratamiento de los esguinces:



*Figura 7. Reducción de una luxación del codo posterior consta de una tracción longitudinal (A), la corrección de desplazamiento lateral o medial (B), y la flexión del codo (C).*

Las causas de irreductibilidad son: existencia de obstáculos intraarticulares o maniobras de reducción erróneas, que provocan una constricción de las estructuras fibrosas o tendinosas alrededor del cuello de la brecha capsular. Estaría indicando una reducción abierta en los siguientes casos:

- Cuando no se puede lograr una reducción anatómica concéntrica mediante una técnica cerrada suave efectuada con el paciente bajo anestesia general.
- Cuando una reducción no puede ser mantenida.
- Si aparece una alteración neurovascular después de una reducción cerrada y previamente no existía:





## Actividad de Aprendizaje de Lesiones Ligamentaria.

### Anatomía de los ligamentos

1. Escriban al final de cada afirmación F si es falsa, V si es verdadera

- 1) Los ligamentos fibrosos son prácticamente inestables y su tensión limita el movimiento.
- 2) Los ligamentos poseen formas variables; circulares, planos y cilíndricos.
- 3) Los ligamentos unen entre sí los huesos de una articulación y soportan vísceras.
- 4) Los ligamentos elásticos son más extensibles y un ejemplo de ellos es el ligamento amarillo de las articulaciones vertebrales.
- 5) Los ligamentos intraarticulares están rodeados por una serie de estructuras que lo aíslan del medio sinovial.
- 6) Los ligamentos están compuestos de múltiples haces de fibrillas de líquido sinovial, separadas por tabiques y vainas conectivas.
- 7) Ohuem y Yahia en 1989, describen las capas conjuntivas que envuelven a los elementos de los ligamentos intraarticulares, denominados peritenon, epitenon y endotendon.

### 2. Estructura colágena

1. Contesten las siguientes preguntas de opción múltiple:

- 1) Los ligamentos están compuestos por:
  - a) 2/5 de agua y un 1/3 de matriz orgánica.
  - b) 2/3 de agua y un 1/4 de matriz orgánica.
  - c) 2/3 de agua y un 1/3 de matriz orgánica.
  - d) 2/7 de agua y un 1/5 de matriz orgánica.

2. El componente celular del ligamento está constituido por fibrocitos cuya función es:

- a) Síntesis y degradación de la materia orgánica manteniendo un estado estable de la matriz estructural del ligamento maduro que a su vez aporta la capacidad de soportar carga.
- b) Descomposición de la materia orgánica manteniendo un estado estable de la matriz estructural del ligamento maduro que a su vez aporta la capacidad de soportar carga.
- c) Reestructuración de la materia orgánica manteniendo un estado estable de la matriz estructural del ligamento maduro que a su vez aporta la capacidad de soportar carga.

3. La vascularización intraligamentosa es relativamente pobre pero es muy importante porque:

- a) Están irrigados por una microvascularización uniforme que procede de diferentes arterias periarticulares.
- b) Desde de los vasos adyacentes a los ligamentos, se usa una red periligamentosa o plexo vascular sinovial.
- c) Mantiene el proceso continuado de síntesis y reparación de la matriz.
- d) Desde aquí parten ramas transversas que penetran en el interior del ligamento, en las zonas denominadas puntos de entrada.

**4) En que consiste la teoría de “bucle gamma” y quien la postulo:**

- a) Consideran al sistema gamma como un sistema neuronal de integración premotor, modulado por vías descendentes e informaciones recibidas desde receptores musculares y ligamentarios- Johansson y Cols.
- b) Se observan un gran número de axones que se distribuyen radialmente desde la sinovial periférica hacia el centro, acabando en receptores Yahia, Cols.
- c) Este sistema actuaría sobre la musculatura agonista y antagonista, permitiendo una regulación continua del tono muscular- Johansson y Cols.
- d) Estudia los receptores presentes de los tejidos articulares, y distingue; terminaciones encapsuladas paciniformes O'Connor.

**Caso clínico**

Futbolista de elite de 25 años de edad, sufre un esguince de tobillo derecho, grado II con (Rotura parcial del ligamento peroneo-astragalino anterior y del ligamento peroneo-calcáneo). Por el momento, el paciente refiere un dolor importante y agudo con impotencia funcional, que le hace claudicar al caminar. Acudió al servicio de urgencias

**Valoración:**

El paciente acude a consulta con el tobillo inmovilizado por una férula y con ayuda de dos muletas para deambular.

**Inspección estática:** Se realiza en bipedestación, decúbito supino. Además del edema global, inflamación y equimosis en la zona afectada. Se observa:

- Ø Laxitud ligamentaria
- Ø Valgo de calcáneo, más pronunciado en el pie derecho.

**Inspección dinámica:** Hay una limitación en los últimos grados de la flexión plantar y dorsal, así como, una limitación desde los grados medios de la inversión, acompañados de dolor. Maniobra de bostezo positivo que indica laxitud ligamentaria,



- 1) Conforme al caso clínico anterior, y al párrafo de zonas de inserción de los ligamentos que tipo de inserción tiene cada uno de los ligamentos lesionados?
- 2) Conforme al caso clínico anterior, y a la clasificación de la curva de carga-elongación de Hooke a que región de tensión pertenece la lesión del paciente?
  - a) Región de baja tensión.
  - b) Región basal.
  - c) Región de alta rigidez.
  - d) La b y la c son correctas.



**3) De los ligamentos lesionados en el caso clínico anterior, que funciones cumplen este par de ligamentos?**

- a) Suspensión.
- b) Limita los movimientos.
- c) Restricción de movimientos anormales.
- d) Papel amortiguador.

**4) Conforme al caso clínico y al tipo de ligamentos afectados por la lesión, su cicatrización que características presenta:**

- a) Es similar a cualquier tejido vascularizado. Después de la lesión aparece un exudado de sangre desde los vasos lesionados y se organiza un cuadro de fibrina el cual se vasculariza.
- b) No presenta una cicatrización espontánea. Esto se debe a un fallo en la formación del hematoma.
- c) Hay respuesta vascular desde los extremos rotos, pero el hematoma se diluye en el líquido sinovial, evitándose la formación del coagulo de fibrina.
- d) Aparece una proliferación de células, con síntesis de una matriz extracelular y finalmente, se suma la disminución de la actividad hemostática inducida por un líquido sinovial.

**5) Conforme a la información del caso clínico, el esguince se puede definir como:**

- a) Consiste en la ruptura parcial o total de uno o más ligamentos de una articulación y se caracteriza por dolor, edema y limitación funcional.
- b) Es una lesión dolorosa traumática de una articulación, provocada por el alargamiento violento de los ligamentos con o sin rotura de estos.
- c) Una subluxación temporal de la articulación, cuyas superficies articulares vuelven posteriormente a su situación normal.
- d) Todos los incisos anteriores son correctos.

**6) Para ser un esguince de II grado debe de tener ciertas características. Encierren en un círculo cuál de las siguientes características son ciertas:**

- 1) Este tipo de esguince se cura de tres a cuatro semanas sin una pérdida significativa de la función.
- 2) Consiste en la ruptura completa de la capsula y de los ligamentos.
- 3) La mayoría de estos esguinces también curan en tres o cuatro semanas, si las estructuras lesionadas no son sometidas a una carga a un estiramiento excesivo.
- 4) Rotura parcial de la capsula y de los ligamentos.
- 5) Se caracteriza por un ligero estiramiento de la capsula y de los ligamentos.



**3) De los ligamentos lesionados en el caso clínico anterior, que funciones cumplen este par de ligamentos?**

- a) Suspensión.
- b) Limita los movimientos.
- c) Restricción de movimientos anormales.
- d) Papel amortiguador.

**4) Conforme al caso clínico y al tipo de ligamentos afectados por la lesión, su cicatrización que características presenta:**

- a) Es similar a cualquier tejido vascularizado. Después de la lesión aparece un exudado de sangre desde los vasos lesionados y se organiza un cuadro de fibrina el cual se vasculariza.
- b) No presenta una cicatrización espontánea. Esto se debe a un fallo en la formación del hematoma.
- c) Hay respuesta vascular desde los extremos rotos, pero el hematoma se diluye en el líquido sinovial, evitándose la formación del coagulo de fibrina.
- d) Aparece una proliferación de células, con síntesis de una matriz extracelular y finalmente, se suma la disminución de la actividad hemostática inducida por un líquido sinovial.

**5) Conforme a la información del caso clínico, el esguince se puede definir como:**

- a) Consiste en la ruptura parcial o total de uno o más de los ligamentos de una articulación y se caracteriza por dolor, edema y limitación funcional.
- b) Es una lesión dolorosa traumática de una articulación, provocada por el alargamiento violento de los ligamentos con o sin rotura de estos.
- c) Una subluxación temporal de la articulación, cuyas superficies articulares vuelven posteriormente a su situación normal.
- d) Todos los incisos anteriores son correctos.

**6) Para ser un esguince de II grado debe de tener ciertas características. Encierren en un círculo cuál de las siguientes características son ciertas:**

- 1) Este tipo de esguince se cura de tres a cuatro semanas sin una pérdida significativa de la función.
- 2) Consiste en la ruptura completa de la capsula y de los ligamentos.
- 3) La mayoría de estos esguinces también curan en tres o cuatro semanas, si las estructuras lesionadas no son sometidas a una carga a un estiramiento excesivo.
- 4) Rotura parcial de la capsula y de los ligamentos.
- 5) Se caracteriza por un ligero estiramiento de la capsula y de los ligamentos.

### 7) Diagnóstico de la gravedad de un esguince de tobillo.

Conforme a cada uno de los tipos de esguinces que existe a completa la siguiente tabla.

Nota: Llenen los espacios con base a las intervenciones y tratamiento específico de cada uno de los esguinces.

ESGUINCE GRADO I

ESGUINCE GRADO III

ESGUINCE GRADO II





## Lesiones Óseas

### Histología

El hueso como órgano se compone de varios tejidos:

- Tejido conjuntivo.
- Tejido adiposo
- Vasos sanguíneos
- Vasos linfáticos
- Tejido nervioso

### Tejido Óseo

Atendiendo a la disposición de los elementos que constituyen la matriz ósea, podemos distinguir dos tipos de tejido óseo;

- Hueso fibrilar: Se trata de un tejido donde tanto las fibras de colágeno como sus células se van a disponer de una manera irregular, siendo éstas de distintos tamaños. Se observa en el recién nacido, en la metáfisis del hueso en crecimiento, en callos de fractura y en algunos tumores.
- Hueso laminar: Por el contrario, se caracteriza por una disposición paralela y bien definida de las fibras de colágeno, y además sus células son de un tamaño similar. En definitiva, se trata de un hueso maduro.

Estos dos tipos de huesos pueden organizarse de dos formas distintas:

- Hueso esponjoso: Al realizar un corte transversal de un hueso, podemos encontrar este tipo de tejido con una localización central. Es un tejido que dispone formando trabéculas, lo que confiere menor densidad y resistencia.
- Hueso compacto: Ocupa la zona externa del hueso y se dispone rodeando al anterior. Posee una alta resistencia gracias a su especial disposición que conforma el sistema haversiano, cuya unidad básica es la osteona. La **osteona** posee una zona central canal por donde discurren vasos y nervios y, alrededor, algunas capas de hueso laminar dispuestas concéntricas. Estos canales tienen su eje mayor paralelo al eje longitudinal del hueso, y comunican hacia el exterior (cortical), o al interior del hueso (medular) a través de los canales de Volkmann. El hueso compacto va estar formado por un gran número de sistemas de Havers, entre los que se disponen las laminillas intersticiales, que no son más los sistemas de Havers, que se han reabsorbido parcialmente. Finalmente, las laminillas circunferencial interna y externa marcan el límite del hueso compacto con el endostio y el periostio.



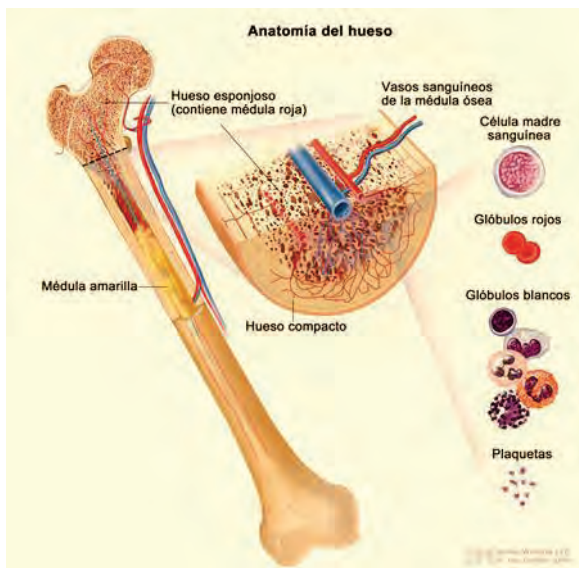


Figura 1. Anatomía del hueso: localización del hueso compacto, el hueso esponjoso y la médula ósea en un hueso largo.

El **periostio** está formado por tejido conjuntivo denso y vasos sanguíneos, aunque en su capa más profunda, también llamada de transición, se dispone de forma más laxa con abundantes células osteogénicas y fibras elásticas (figura 1). Las fibras de Sharpey son fibras colágenas que anclan el periostio al interior de las laminillas circunferenciales externas. Eso tiene particular importancia en las zonas de inserción de los tendones y músculos, donde grandes vasos penetran en el hueso, y sobre todo en la zona de unión de la epífisis con la diáfisis en los huesos largos. En **endostio** en una fina capa de tejido conjuntivo que reviste las paredes de las cavidades óseas, incluidas los espacios medulares.

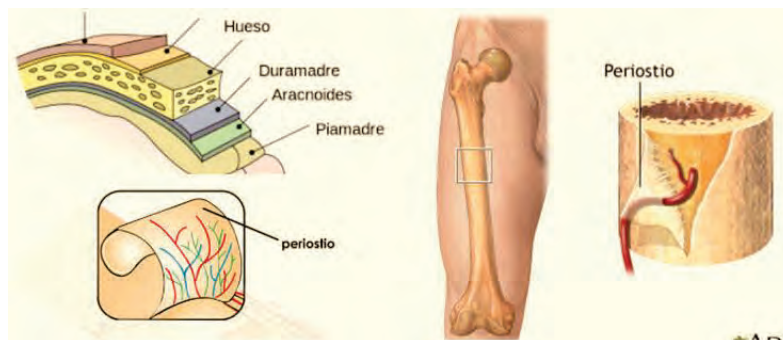


Figura 2. Periostio. Región extremadamente delgada de tejido no calcificado en el exterior del hueso. Definición, fisiología, Orígenes, Regulación de crecimiento, Células, Reparación de fracturas y Modelado Óseo.

### Matriz Ósea

Está formado por un 25% de componente orgánico, fundamentalmente a expensas de fibras de colágeno tipo I, que le van a proporcionar la resistencia a las fuerzas de tensión. También existe un porcentaje pequeño de proteínas no colágenas (osteocalcina, osteopontina, osteonectina, proteínas procedentes de suero, etc.). Un 70% de la matriz ósea va estar formada mayoritaria, por cristales de fosfato y cálcico. Estos cristales se disponen en los espacios que quedan entre las fibras de colágeno, y van a ser los responsables de la resistencia a las fuerzas de compresión. Finalmente, un 5% del peso del tejido va a estar formada por agua.

### Vascularización

La vascularización de un hueso, suponiendo un modelo de hueso largo, se compone de varios sistemas:

- ✓ Sistema nutricio o medular: Lo constituyen la arteria y vena nutricias, que entran por la diáfisis, dando ramas ascendentes y descendentes que proporcionan irrigación a la metáfisis y a los dos tercios profundos de la cortical.
- ✓ Sistema epífiso-metáfisario: Proviene de los flexos plexos periarticulares, que atraviesan a distintos niveles la cortical, y hacen la anastomosis con el sistema anterior. Este sistema proporciona escaso aporte sanguíneo, ya que el cartílago articular es avascular. Este hecho es de vital importancia, en aquellos huesos donde la superficie articular es muy extensa, y la vascularización se restringe a áreas pequeñas, ya que en caso de traumatismo, se puede desencadenar la necrosis del hueso. Este es el caso de huesos como el escafoides, astrágalo a la cabeza femoral.
- ✓ Sistema perióstico: Formado por el plexo muscular óseo. Los vasos perforan la cortical a nivel de las inserciones musculares.

### Biología Ósea

En la formación ósea podemos distinguir varias etapas:

- Histogénesis
- Osificación endondral
- Fenómenos de remodelación

Estas tres fases son sucesivas y se encuentran solapadas entre sí, produciéndose durante toda la vida.

### Histogénesis y Osificación Endondral

Hasta la 6ª semana de gestación, donde el futuro hueso no es más que una agrupación de células mesenquimales, no se va a producir la transformación de estas células de tipo

condral, concretamente en condroblastos. En el momento en el que estas células comienzan a producir sustancia cartilaginosa, pasan a denominarse condrocitos. Pues bien, el conjunto de condrocitos y las sustancias cartilaginosas que estos producen, constituyen el molde cartilaginoso a partir del cual se va a formar la estructura ósea adulta. El proceso de sustitución de este esqueleto cartilaginoso por el óseo se denomina **Osificación endocondral (figura 3)**. Cuando el hueso se forma en el embrión directamente, sin pasar por la fase de cartílago, hablamos de **osificación intramembranosa**. Es típica de algunos huesos del cráneo, escápula, clavícula, y pelvis.

La **placa de crecimiento** está formada por varias zonas:

- **Zonas de reposo:** Células diseminadas entre la sustancia intracelular. Como su nombre indica son células sin actividad. La alteración de esta capa no produce ninguna patología.
- **Zona proliferativa:** En esta capa, las células adquieren disposición columnar, siendo sus ejes longitudinales paralelos a los del hueso. Posee una gran vascularización desde la epífisis. La existencia de sustancias como los proteoglicanos impiden la calcificación de la matriz.
- **Zona hipertrófica:** Mantiene la misma disposición de la capa anterior, aunque sus células han aumentado de tamaño, acumulando en su interior fosfatasa alcalina y glucógeno. Toda la energía que producen busca un solo fin, acumular calcio.
- **Zona de calcificación:** Es la más delgada y está apoyada sobre el hueso de la diáfisis. En ella encontramos los restos de células necróticas y la matriz calcificada. En esta zona se produce la penetración de vasos vasculares y células osteogénicas que formaran hueso sobre el cartílago calcificado. Estos núcleos de cartílago, rodeados por hueso, van a formar lo que se conoce con el nombre de metáfisis.

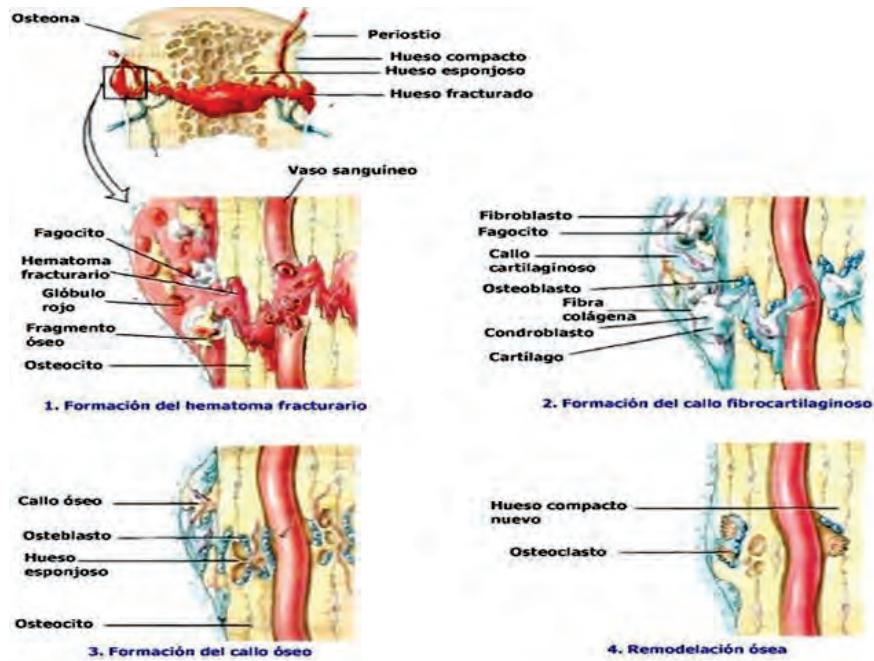


Figura 3. Osificación Endocondrial. Formación de hueso sustituyendo, progresivamente, un modelo de tejido cartilaginoso en tejido óseo.

### Fenómenos de Remodelación

A lo largo de la vida, el hueso va a sufrir constantemente fenómenos de destrucción y formación, que van a estar regulados por numerosos factores tales como los niveles de paratohormona, vitamina D, calcitonina y otros muchos. Al tratar la remodelación ósea, no podemos dejar de mencionar las unidades óseas del remodelamiento o BMU. En el hueso compacto, estas unidades están formadas por un grupo de osteoclastos que reabsorben hueso, una asa vascular capilar y otro grupo de osteoblastos que se van a localizar en la oquedad que van dejando los osteoclastos. En el caso del hueso esponjoso, este fenómeno va a ocurrir de la misma manera, pero localizando en la superficie trabecular y a una velocidad diez veces superior.

Debemos distinguir entre el termino remodelamiento, que como su nombre indica no es más que la renovación sobre el hueso ya existente, y el termino modelamiento, que es el fenómeno de reabsorción y formación de hueso que proporciona la morfología ósea definitiva durante el crecimiento Vitamina D y desarrollo del mismo.

## Metabolismo Óseo

Los principales reguladores del metabolismo óseo son: el calcio, el fósforo, la vitamina D, la parathormona (PTH), y la calcitonina.

<b>Reguladores del metabolismo óseo</b>	<b>Función</b>
<b>Calcio</b>	El 99% del calcio del organismo se encuentra en el esqueleto óseo en forma de hidroxapatita, situado en la superficie de los cristales. Este calcio se encuentra en equilibrio con el líquido extracelular, que constituye el 1% restante, e interviene en regulación de numerosos procesos bioquímicos. La regulación del calcio se va a realizar de una forma estricta, fundamentalmente a través de la PTH. La concentración de proteínas séricas va a jugar también un papel importante, ya que la mayor parte del calcio iónico se encuentra unido a la albúmina. Ahora bien, no todo el calcio que se ingiere es absorbido por nuestro organismo, ya que esta absorción va depender de varios factores, tales como la edad del individuo, el estado gestacional, la lactancia etc. La absorción del calcio se realiza fundamentalmente en los tramos proximales del intestino, estando regulado por la vitamina D. Una parte del calcio se secreta nuevamente a la luz intestinal, siendo este proceso constante e independiente de la absorción.
<b>Fósforo</b>	El fósforo es también un elemento fundamental en la constitución del hueso, y participa de manera activa en un gran número de procesos metabólicos. A diferencia del calcio, sólo un 12% se va a encontrar unido a proteínas plasmáticas. Se obtiene a través de la dieta, estando presente en gran cantidad de alimentos: productos lácteos, cereales, huevos y carne. Su absorción es alta, casi un 70% del ingerido. Su regulación se va a realizar, al igual que la del calcio, en el riñón. Se filtra en el glomérulo y se reabsorbe en el túbulo proximal.
<b>Vitamina D</b>	La vitamina D se puede considerar como una hormona. Se obtiene principalmente a través de dos vías, la dieta y la exposición solar, siendo esta última la más importante. Cuando se expone la piel al sol, la radiación ultravioleta convierte el 7-dehidrocolesterol en vitamina D <sub>3</sub> . Esta provitamina va a ser inactiva, necesitando hidroxilarse en el hígado y riñón para alcanzar su forma biológicamente activa (1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> ). La vitamina D es un gran estimulador de la absorción de calcio en el intestino.
<b>Hormona paratiroidea (PTH)</b>	Esta hormona va actuar directamente sobre el hueso y el riñón, e indirectamente sobre el intestino mediante la síntesis de vitamina D, para elevar la concentración de calcio en el suero. Cuando se

	<p>produce una situación de hipocalcemia, se disparará la secreción de PTH, que va a tener las siguientes consecuencias;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumenta la reabsorción ósea, lo que conlleva a un paso de calcio del hueso a la sangre. Esta reabsorción va a ser mayor a nivel del hueso cortical, favoreciendo la diferenciación y maduración de los osteoclastos, y aumentando su número. Además, de modo indirecto, promueve la formación de osteoclastos, al estimular la producción de interleukina-6 por parte de los osteoblastos.</li> <li>➤ Disminuye la eliminación renal del calcio</li> <li>➤ Aumenta la absorción de calcio en intestino a través de la vitamina D</li> </ul>
<b>Calcitonina</b>	<p>Procede fundamentalmente de la síntesis a nivel tiroideo. Se calcifica como la hormona antagonista de la parathormona, ya que realiza la función hipocalce-miante. Va a inhibir la reabsorción ósea, actuando sobre los osteoblastos e impidiendo su formación y actividad. Además, estimula la eliminación renal de calcio: su aumento incrementará la producción de calcitonina y viceversa.</p>

*Cuadro 1 Resumen y clasificación de los principales reguladores del metabolismo óseo.*

#### **Definición y Clasificación de las Fracturas:**

Una fractura es una pérdida de la continuidad anatómica del hueso por fracaso mecánico del mismo

Son muchos de los criterios que se pueden utilizar a la hora de clasificar las fracturas:

- Según su mecanismo de producción
- Según de la etiología
- Según las lesiones asociadas
- Según la gravedad
- Según el trazo de la fractura

#### **Mecanismo de Producción**

Puede ser de dos tipos: directo o indirecto

- **Directo:** Cuando el agente actúa sobre el lugar de la fractura. El tipo de la fractura resultante depende de la intensidad del impacto y de la dirección o la posición del hueso entre otros factores.
- **Indirecto:** La fractura se produce a distancia del punto de impacto. Pueden producirse por diferentes mecanismos.

**Flexión:** Se define como el defecto que se deriva de la aplicación de dos fuerzas de dirección paralela e igual sentido en los extremos de un punto que actúa como tope.

Este fenómeno produce fuerzas de tracción sobre una superficie del hueso, y de compresión sobre la opuesta. Puesto que el hueso tolera peor las fuerzas de tracción, es por esta zona donde comenzará el trazo de fractura. Estos trazos serán generalmente transversales u oblicuos.

**Tracción:** Dos fuerzas de la misma dirección y sentido opuesto divergentes desde un objeto. Es típica de los arrancamientos o avulsiones. Son fracturas con separación importante de los fragmentos, debido precisamente a la tracción que ejerce el músculo al estar anclado en el hueso a través de su tendón. Las más frecuentes son las fracturas de la base del 5º metatarsiano (peroneo lateral corto), tuberosidad anterior tibial (cuádriceps), polo superior de la rótula (cuádriceps), y el trocante menor (psoas ilíaco).

**Compresión:** Se entiende como dos fuerzas de la misma dirección y sentido opuesto, convergen hacia el objeto. El patrón típico de estas fracturas es el aplastamiento. Afecta fundamentalmente a los huesos con mayor grosor del tejido esponjoso, ya que por su estructura son más débiles que el compacto y con mayor facilidad para fracturarse. Es típico en las fracturas vertebrales y en las fracturas del calcáneo.

**Cizallamiento:** Se produce cuando dos fuerzas que tienen direcciones paralelas y sentido opuesto, actúan sobre un objeto de manera convergente hacia este.

**Torsión:** Dos fuerzas ejercen un movimiento de rotación en direcciones paralelas y sentidos contrarios sobre un objeto, o bien se produce si uno de los extremos se encuentra fijo y sólo actúa en el otro extremo una fuerza de rotación. Su trazo de fractura típico es espiroideo.

### **Etiología**

Las fracturas se pueden producir en el marco de tres circunstancias:

- **Fracturas habituales:** El agente traumático posee la suficiente energía para vencer la resistencia del hueso.
- **Fractura por estrés:** También llamadas espontáneas. Cuando fuerzas de pequeña intensidad actúan de manera repetida sobre una zona (figura 5).
- **Fracturas patológicas:** En este caso, el hueso no posee su resistencia habitual y, por tanto, no se precisan traumatismos de gran energía para vencerla. Este tipo de fracturas son muy frecuentes en procesos como osteoporosis, osteomalacia, tumores óseos, metástasis, osteomielitis, etc (figura 6).



Figura 5. Fractura por estrés de la tibia.



Fractura 6. Fractura patológicas

### Según el Trazo de la Fractura

Esta clasificación incluye:

**Incompletas:** El trazo de la fractura no abarca la totalidad del espesor del hueso. En este grupo podemos incluir:

*Esquema 1 Clasificación y definición de las fracturas incompletas, según el trazo de la fractura.*

**Fisuras:** Se caracterizan por producirse a raíz de un traumatismo mínimo pero con suficiente energía como para romper el hueso. Son difíciles de detectar radiológicamente, ya que prácticamente no existe separación de los fragmentos, y por tanto el diagnóstico lo va a determinar la exploración, a veces ayudada por otras pruebas complementarias (gammagrafía, resonancia magnética) (figura 8).

**Fracturas de tallo verde:** Son típicas de los niños por las características elásticas del hueso. Se producen por mecanismo de flexión, dando lugar a un despegamiento del periostio en la zona opuesta en donde actúa la fuerza. Afectan fundamentalmente a huesos con cierta longitud, como los de las extremidades y la clavícula (figura 7).

**Fracturas en rodete:** También propias de la edad infantil. Su principal localización se encuentra entre la unión metafisoepifisaria, donde por un mecanismo de compresión se produce un aplastamiento del hueso esponjoso de la metafisis, dando lugar a un engrosamiento en dicha zona.





Figura 7. Fractura en tallo verde de radio. Pediatría.



Figura 8. Fisura de la falange distal (3ª)

**Completas:** Son aquellas en las que la solución de continuidad del hueso va a afectar a todo el espesor. Según su morfología se van a dividir en:

*Esquema 2 Clasificación y definición de las fracturas completas según el trazo de la fractura.*

**Transversas:** Como su nombre indica, el trazo es perpendicular al eje mayor del hueso. Suelen ser fracturas estables. Se producen por un traumatismo directo.

**Oblicuas:** También llamadas en pico de flauta. En este tipo, la línea de fractura, va a formar un ángulo con el eje mayor del hueso menor 90°.

**Espiroideas:** Están producidas por un mecanismo de rotación sobre el eje mayor del hueso. Al igual que en las oblicuas, si no existe gran desplazamiento, suelen tener buena consolidación, pues los bordes del trazo presentan una buena superficie de contacto.

**Conminutas:** Se define como aquella en la que existe más de dos fragmentos. Están producidas generalmente por traumatismos de alta energía, con afectación en un alto porcentaje de partes blandas (músculos, nervios o vasos). Son fracturas muy inestables que requieren en la mayoría de los casos, un tratamiento quirúrgico, tanto para evitar los problemas de una mala consolidación como las complicaciones sistémicas (sepsis, hemorragia, embolia grasa).

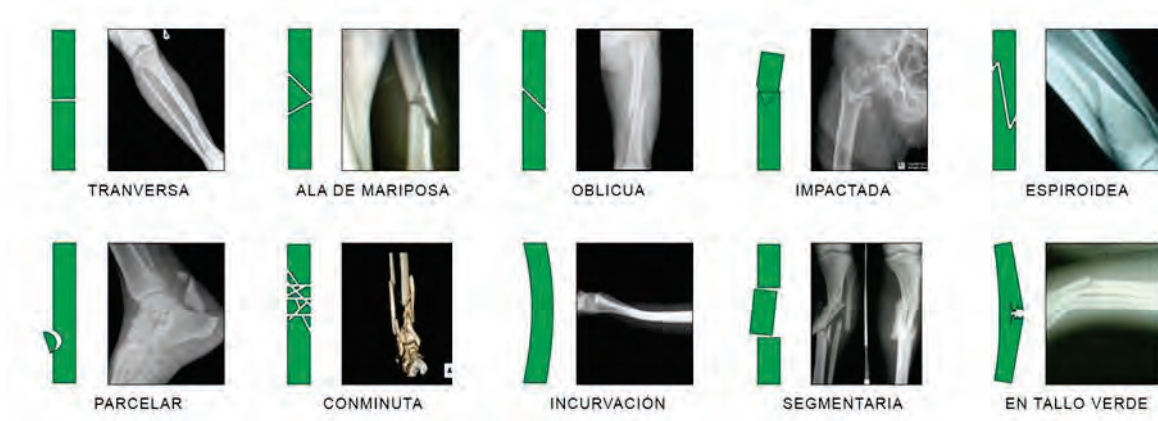


Figura 9. Tipos de fracturas óseas: Definición y Clasificación-MBA Blog.

### Según las Lesiones Asociadas

A grandes rasgos, podemos dividir las fracturas según la afectación de partes blandas en:

- Fracturas abiertas: Son aquellas en las que existe una solución de continuidad en la piel, poniéndose el hueso en contacto con el exterior.
- Fracturas cerradas: Aquellas en las que no existe esa solución de continuidad.

Con respecto a las fracturas abiertas seguiremos la clasificación de Gustilo, que distingue tres tipos en la siguiente tabla:

Tipo	Dimensión	Contaminación	Conminución
I	Menos de 1 cm	Mínima	Mínima
II	1 a 10 cm	Moderada	Moderada
III	Más de 10 cm	Alta	Alta
		A	Cobertura posible
		B	Necesita técnicas de reconstrucción
		C	Lesión de la arteria principal

Cuadro 2 Descripción y clasificación de Gustilo dependiendo de la dimensión de la fractura abierta.

El hecho del que el foco de fractura se encuentre en contacto con el exterior aumenta el riesgo de infección. Por otro lado, la desvitalización de los tejidos alrededor del foco de fractura enlentece el proceso de consolidación. Se trata de una urgencia osteoarticular.

Las fracturas cerradas se clasifican a su vez atendiendo a la gravedad de la afectación de las partes blandas, relacionada de forma directa con la energía del traumatismo. La clasificación que se utiliza en la actualidad es la de Tscherne y Oestern.

### El Fenómeno de la Consolidación Ósea

¿Qué es lo que ocurre en el foco de fractura tras producirse un impacto? Lo primero que acontece es una hemorragia en dicho foco, por la rotura de los vasos que se encuentran en el interior del hueso. Al suprimirse la vascularización de esa zona se producirá necrosis tanto del tejido óseo como de las partes blandas adyacentes, según haya sido la intensidad del impacto. Como en cualquier órgano de nuestra economía, una agresión va a producir un fenómeno de inflamación, con todas sus consecuencias.

#### *Cuadro 3 Clasificación de Tscherne y Oestern: gravedad de la afectación de las partes blandas*

Grado	Partes blandas	Desplazamiento	Conminución	Mecanismo
0	Lesión mínima	Mínimo	No	Indirecto
1	Abrasiones o contusiones	Moderado complejo	No	Indirecto
2	Contusión importante	Importante	Compleja	Directo
3	Aplastamiento	Muy importante	Muy compleja	Directo

- Aumento de la permeabilidad vascular y vasodilatación (rubor y calor)
- Paso de líquido al espacio intersticial (edema)
- Liberación de factores locales por leucocitos, células del sistema mononuclear fagocítico y plaquetas.

En esta fase no es más que el intento por parte del organismo de limpiar los focos necróticos para que pueda asentarse nuevo tejido sano. Estas sustancias producen la migración de células mesenquimales hacia el foco, que se diferenciarán en osteoblastos o condroblastos según el medio donde se encuentren. Desde la capa interna del periostio, estas células mesenquimales progresan, se diferencian y van a formar, desde cada extremo de la fractura, un rodete que acabará uniéndose con el extremo contrario del foco. Si el ambiente tisular es rico en oxígeno, se producirá la diferenciación de las células hacia osteoblastos, produciéndose un callo de tipo óseo, con trabéculas muy poco organizadas que recuerdan al hueso embrionario. Ahora bien, si el medio es pobre en oxígeno, se diferenciarán en condroblastos, que producen matriz cartilaginosa, y una posterior calcificación, tal como vimos en la osificación endocondral.

El resultado de estos procesos es lo que se conoce como **callo blando**, ya que clínicamente no posee resistencia, y permitiría la movilización del foco de la fractura. A continuación se produce la formación del **callo duro**, que no es más que la osificación

endocondral que se produce en tejido cartilaginoso neoformado, y el depósito de sales de hidroxapatita sobre el tejido osteoide. En esta fase, se produce un callo óseo de tipo fibrilar, con resistencia suficiente para no poder movilizar el foco de la fractura, pero sin mantener las características normales del hueso. Como su nombre indica, esa zona adquiere mayor dureza que el resto del hueso, lo cual implica menor elasticidad, de lo que se deduce que, ante un nuevo traumatismo, el hueso se volverá a romper por esa misma zona. Finalmente, se producen los fenómenos de **remodelación**, donde este hueso fibrilar va a ser sustituido poco a poco por hueso trabecular de la misma característica que el resto. Las trabéculas ocupadas por los restos necróticos de hueso son destruidas por los osteoclastos, dejando cavidades. Estas son revestidas por osteoblastos, que van crear finalmente el hueso nuevo.

## Clínica de las Fracturas

### Anamnesis

Como en cualquier otra especialidad médica, la anamnesis es fundamental para hacer un buen diagnóstico y entender bien la fisiopatología de la fractura. Las clásicas preguntas ¿Qué le ocurrió?, ¿Desde cuándo? Y ¿a qué lo atribuye?, son un comienzo válido para hacernos una idea de la situación en el que se ha producido la fractura y nos aportarán información necesaria para determinar el camino a seguir.

### Exploración Física

También en este apartado deben seguir los criterios clásicos de toda exploración:

- **Inspección:** Generalmente, nos va a proporcionar una gran cantidad de información. La simple forma de entrar del paciente en la consulta nos va a aportar información sobre qué le ocurre (por ejemplo el paciente con fractura de húmero acude
- **Deformidad:** es la pérdida de los contornos anatómicos habituales en la región afecta. Va a ser específica para cada tipo de fractura.
- **Equimosis:** Muchas veces localizada en la zona de impacto o bien, si el paciente acude tras varios días, el hematoma se hace visible según las zonas de declive y los planos anatómicos, como ocurre en el hematoma axilar tras la fractura del cuello humeral.
- **Heridas o laceraciones:** A veces indican un impacto contra un objeto duro, o bien abrasiones por rozamiento de la piel contra alguna superficie. Permiten hacer una estimulación del mecanismo de fractura.

### Palpación

Localicen los puntos dolorosos, algunos puntos importantes son:

- **Crepitación:** Producida por el roce de los fragmento óseos.
- **Movilidad anormal:** Como ocurre en casos de fracturas de hueso largos donde, si la lesión se asienta en un tercio medio, podemos apreciar un desplazamiento de los fragmentos a nivel del foco.

Como resumen, podemos definir la clínica de las fracturas con dos clases de signos y síntomas.

- **Inespecíficos:** Pueden aparecer en otros procesos como contusiones, luxaciones, esguinces etc. Son el dolor, la inflamación y la equimosis.
- **Específicos:** Son la deformidad, la crepitación y la movilidad anormal.

### Diagnóstico

Suele ser suficiente con la anamnesis y una buena exploración clínica para obtener el diagnóstico en un elevado porcentaje de casos. La radiología se emplea de forma sistemática para el diagnóstico de confirmación de las lesiones, al mismo tiempo que nos proporciona una serie de datos sobre el tipo de fractura, la morfología del trazo, el desplazamiento de los fragmentos, grado de conminución. Ante cualquier sospecha de fractura, se debe realizar un estudio radiográfico convencional, siendo a menos necesario dos proyecciones, especialmente la anteroposterior (AP) y Lateral (L). En los huesos largos, lo ideal sería realizar una radiografía tanto AP como en la proyección L, centradas sobre el punto de dolor, incluyendo las articulaciones proximal y distal al foco, ya que con relativa frecuencia suelen existir lesiones a dichos niveles. En los casos en los que, tras un estudio radiográfico convencional en las proyecciones mencionadas, surjan dudas diagnósticas, se pueden realizar proyecciones oblicuas, tal como ocurre en el carpo y en el tarso, regiones en las que en la superposición de líneas óseas pueden hacer difícil el diagnóstico.

### Tratamiento

Una vez realizado el diagnóstico de la fractura mediante la radiología o cualquier otra prueba de imagen, se procederá a su tratamiento en función de las diferentes características de la fractura en sí y del paciente, así como teniendo en cuenta las posibilidades del medio. Los objetivos que se persiguen con el tratamiento son:

- Acelerar el proceso de consolidación, evitando en lo posible la existencia de algún grado de deformidad.
- Recuperar la función, de manera que el individuo continúe realizando las mismas actividades que antes del incidente.

Para plantear los diferentes tratamientos, deben tener en cuenta una serie de factores locales (dependientes del tipo de fractura), Estos son básicamente: la existencia de desplazamiento entre los fragmentos y la estabilidad de estos fragmentos.

- Si existe **desplazamiento** entre los fragmentos de una fractura, tendemos que aplicar maniobras de reducción para colocar los fragmentos en la posición más anatómica posible.
- Si la fractura es **inestable**, significa que tendremos que emplear método de contención o fijación lo suficientemente potentes para mantener la reducción que hemos realizado.

Una vez establecidos estos principios, pasamos exponer las **fases del tratamiento de una fractura**.

- Reducción
- Inmovilización
- Rehabilitación

Estas fases son las habituales, lo que no implica que todas las fracturas que vayamos a tratar precisen de su aplicación (no todas las fracturas precisan ni reducción, ni inmovilización, ni rehabilitación). Hay que estudiar cada caso por separado.

### Reducción

Entendemos por maniobra de reducción a aquel acto mecánico por el cual tratamos de colocar el hueso en posición anatómica (figura 10). Será necesario reducir una fractura cuando está desplazada, aunque no siempre ya que es necesario tener en cuenta una serie de variables como:

- Localización de la fractura.
- Repercusión sobre la funcionalidad.
- Edad del paciente.
- Grado de desplazamiento.

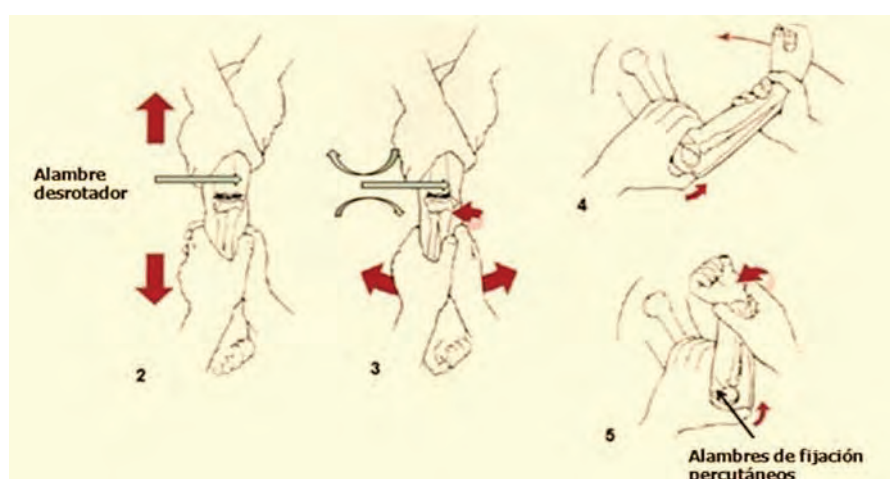


Figura 10. Pasos a seguir en la técnica de desrotación interfragmentaria de la fractura supracondilea del codo.

Como norma diremos que va a ser necesaria siempre que exista una deformidad en rotación a una angulación importante. Las maniobras de reducción pueden ser de dos tipos:

#### ***Maniobras Cerradas:***

Se realizan en necesidad de abordar el foco de la fractura, y se suelen realizar a ciegas o bien control radioscópico. Son muchas las maniobras de reducción que existen, incluso para una misma fractura, pero básicamente todas ellas llevan a realizar el mecanismo opuesto al que provocó la fractura. Requisito previo para practicar una buena reducción es el que el paciente se encuentre con una buena relajación muscular, ya sea bajo anestesia general o mediante sedación superficial. El punto común a todas estas maniobras es que se deben empezar por un movimiento de tracción en dirección del eje del miembro ya que, debido a la acción muscular, los fragmentos suelen estar impactados.

La reducción cerrada tiene una serie de ventajas:

- Tratamiento rápido.
- Evitar los riesgos propios de la cirugía y de las anestesia.
- Ideal en fracturas con trazos limpios y estables.

También tiene una serie de *inconvenientes*

- No son aplicables a todos los tipos de fracturas (muy desplazadas, inestables, conminutas).
- No siempre se puede alcanzar una restitución anatómica de los fragmentos.
- No permite controlar la existencia de daños a las estructuras nobles vecinas. En aquellas fracturas que asientan en regiones de paso de estas estructuras, es necesario realizar una exploración neurológica y vascular antes y después de la reducción (codo, cadera , hombro)

#### ***Reducción Abierta:***

Se accede al foco de forma quirúrgica, y se manipulan directamente los fragmentos hasta conseguir una buena reducción se mantiene posteriormente por alguno de los métodos de fijación interna que explicaremos más adelante.

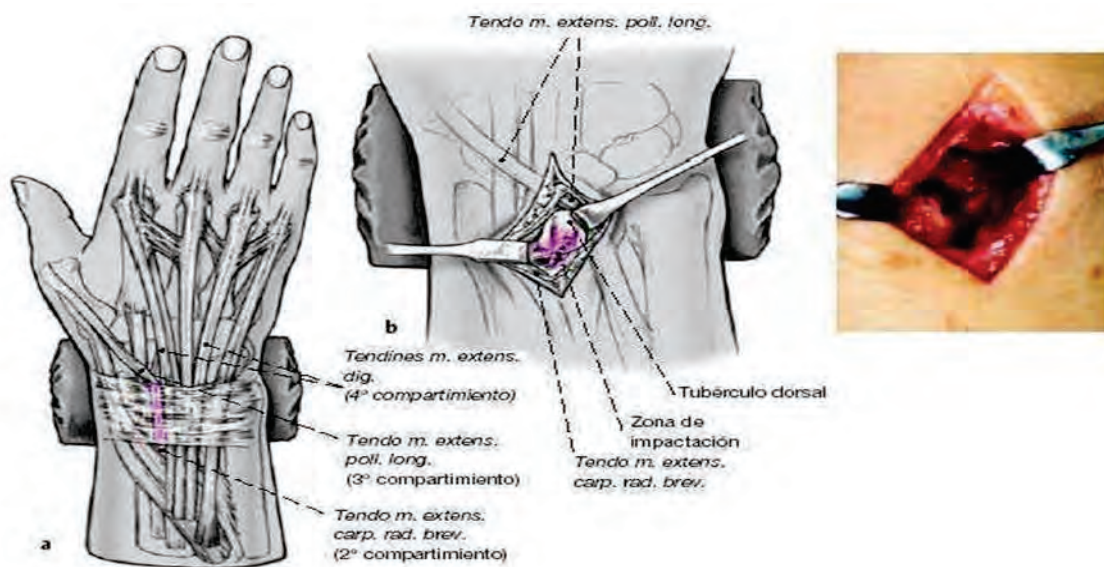


Figura 11. Reducción de los fragmentos. Es mejor comenzar la reducción por el fragmento cubitopalmar (faceta cubital).

## Inmovilización

Para facilitar su estudio, vamos a realizar una diferenciación entre los métodos quirúrgicos y los no quirúrgicos:

### Métodos de Tratamiento no Quirúrgico

- **No rígidos:** Nos referimos a la inmovilización mediante vendajes circulares, elástico o no, y otros métodos como cabestrillos, collarines, etc. Su principal función es la inmovilización relativa del foco, para disminuir el proceso inflamatorio y la posible formación de hematomas. Su utilización es más frecuentes en esguinces, leves y contusiones, y en menor orden en algunos tipos de fractura (por ejemplo tratamiento mediante cabestrillo de la fractura de cuello humeral no desplazada del anciano).
- **Rígidos:** El más empleado es el vendaje de yeso aunque, hoy en día, son muchos los materiales que se han desarrollado tratando de sustituirlo, como por ejemplo las vendas de fibra de vidrio.

Estos vendajes se aplican una vez conseguida la reducción de la fractura, si es que esta fue necesaria. Son muchos los tipos de vendajes que se pueden realizar con yeso, aunque de una manera global podemos distinguir dos tipos, fundamentalmente: los vendajes incompletos o férulas y los completos:

- Los **incompletos o férulas:** Consisten en planchas de yeso que no abarcan toda la circunferencia de un miembro, y que se completan con medios de inmovilización no rígidos, como los vendajes elásticos, vendas de gasa o



cohesivas, utilizándose cuando las lesiones son de escasa importancia, o el edema de las fracturas impiden la colocación de un yeso cerrado.

- Por otro lado, **los vendajes completos** se van a aplicar circunferencialmente sobre una parte del miembro o en su totalidad (figura 13).



*Figura 13. Diferencia entre yeso y férula.2017.Citra Fitness and Health.*

Para la aplicación de estos métodos rígidos de estabilización, se deben seguir las siguientes normas: la posición del miembro debe ser funcional, es decir, la posición de reposo de cada articulación, siendo además precisa la inmovilización de la articulación proximal y distal a la lesión. Debido al tiempo que deben mantenerse estos vendajes, la piel debe protegerse del contacto con el yeso ya que, al transpirar y macerarse, con el roce podrían producirse úlceras. Esta protección debe realizarse con especial interés en las zonas de relieve óseos, que serán las que sufrirán mayor compresión por parte del yeso. Se suele utilizar un vendaje tubular elástico y, sobre este, una capa de venda de algodón o celulosa. El vendaje tubular se coloca para evitar los problemas alérgicos al algodón que se presentan en algunos individuos. Para la regulación del algodón, se aplicará una capa de papel de fieltro y, sobre éste las vendas de yeso previamente mojadas. Finalmente se debe comprobar que el vendaje no produzca excesiva compresión en ninguna zona, que los extremos queden regulares para no producir rozaduras, y que la posición final siga siendo funcional.

Ante todo el paciente al que se le coloque un vendaje enyesado, debemos realizar las siguientes advertencias: mantener el miembro elevado durante los primeros días, que es cuando la inflamación es mayor, ejercitar las partes libres del yeso para evitar rigidez en la demás articulaciones y facilitar la circulación, acudir al servicio de urgencias si el paciente presenta cambios de coloración en las extremidades libres (palidez o cianosis), dolor excesivo o inflamación importante. Ante cualquier signo de

sospecha, es preferible retirar el yeso, explorar al paciente y volver a colocarlo si no se evidencia ninguna articulación. Si la inflamación fuese muy importante, puede sustituirse el yeso cerrado por una férula, o realizar una apertura de descarga a todo lo largo del vendaje enyesado, cerrándose posteriormente con una venda elástica, para permitir que a través de esta línea, el yeso se distienda conforme aumenta la inflamación. A pesar de estas medidas, la vigilancia de estos pacientes en las primeras 24 o 48 horas debe ser exhaustiva, no descartando el ingreso si fuera necesario (consultar tema: Vendajes). Existen técnicas mixtas, como la tracción bipolar, que consiste en la aplicación de un yeso sobre dos agujas de Kirschner, con lo que se pretende mantener la longitud del hueso fracturado.

### **Tracción Continúa:**

Podemos hablar de tres tipos de tracciones:

- Por gravedad: Es utilizada por ejemplo en las fracturas de húmero en las que, al colocar un cabestrillo o un yeso colgante de Cadwell, el mismo peso de la extremidad produce tracción del foco de fractura.
- Tracción dérmica: Se trata de una venda adhesiva que se aplica a lo largo de todo el miembro, sobre la piel. En su extremo se colocan unas pesas, cuantificadas según la edad del paciente, su peso y el tipo de fractura. Se fundamenta en que la venda, a través de las partes blandas, va a transmitir la fuerza hasta el fragmento distal del hueso. Se utiliza con frecuencia como tratamiento inicial (a veces definitivo) en fracturas del miembro inferior. Presenta como ventajas el ser un método incruento y su fácil colocación, pero con el inconveniente de que la fuerza de tracción que realiza es pequeña, y en grandes fracturas o personas de gran volumen no se debe aplicar. Es necesario ser muy cuidadosos en personas de edad avanzada, en los que la piel ya no conserva las características de elasticidad normales, pudiendo producirse heridas y úlceras por despegamiento. Como regla general, no deben sobrepasarse los 2,5 kg en las tracciones cutáneas.
- Tracción transósea: Consiste en atravesar un hueso mediante agujas de Kirschner o clavos de Steinmann trasversales al eje mayor del miembro afecto. Se colocan en zonas de mayor resistencia ósea, como son los cóndilos femorales, meseta tibial, calcáneo u olecranon. Presenta como desventaja el ser un método cruento, pero a cambio es mucho más efectiva la transmisión de fuerzas, al mismo tiempo que permite la aplicación de mayor peso figura. Una variante es la tracción cervical (halo, compás), para la estabilización de lesiones vertebrales y/o ligamentarias. En este tipo de tracción, solamente se perfora la tabla externa con ayuda de un destornillador dinamométrico, que permite ejercer una fuerza controlada.



Figura 14. Como aplicar una tracción cutánea

### Métodos de Tratamiento Quirúrgico

Se entiende por fijación quirúrgica (figura 15) a aquellos métodos que requieren un abordaje quirúrgico, aunque esto no implique que sea a través del foco de fractura, como veremos más adelante. Se deben emplear los métodos de fijación quirúrgica:

- Cuando necesitamos una reducción lo más anatómica posible para conservar una buena funcionalidad (fracturas articulares)
- Cuando fracasa la reducción cerrada.
- Si existen lesiones neurovasculares asociadas.
- En el caso de fractura patológicas.
- Ante la necesidad de la movilización precoz del paciente (politraumatizados).
- En el caso de epifisiolisis tipos III y IV de Salter y Harris.

Nunca estará justificada la apertura del foco de fracturas si no podemos asegurar la obtención de un resultado igual o mejor que si realizamos una reducción cerrada, ya que convertimos una fractura cerrada en una fractura abierta y reducimos el potencial biológico local de regeneración ósea por la agresión quirúrgica, a la vez que aumentamos el riesgo de infección.



Figura 15. Fijación quirúrgica de fracturas costales con placas de titanio. Revista Scielo.

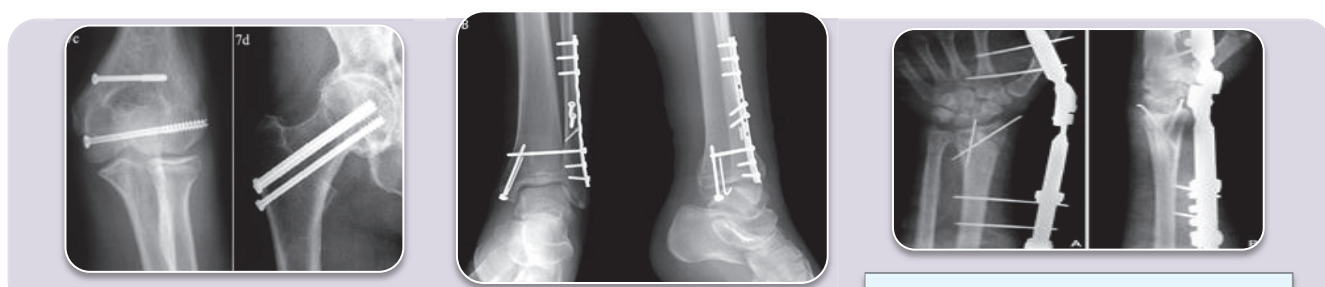
- No producir reacción en los tejidos, es decir, deben ser materiales biológicamente inertes.
- Debes estar exentos de corrosión.

- Deben cumplir las características necesarias para ser capaces de soportar las sollicitaciones de carga y efecto.

A continuación vamos a pasar a describir distintos métodos de fijación quirúrgica, que podemos dividir en tres grandes grupos:

- Sistema de fijación intraóseos.
- Sistema de fijación paraóseos.
- Sistema de fijación extraóseos.

*Esquema 3 Resumen y clasificación de los distintos métodos de fijación quirúrgica.*



**Sistema Intraóseos:** Consiste en la colocación de uno o varios dispositivos que se localizan en el espacio intramedular, paralelos al eje mayor del hueso. Se indica fundamentalmente en fracturas diafisarias. Proporciona una fijación menos rígida que otras modalidades, ya que por sí solos no suelen controlar las rotaciones y el desplazamiento, y necesitan por tanto de dispositivos accesorios de estabilización. En estos sistemas podemos incluir los clavos de Kuntscher, de Grosee, los del sistema A.O, los clavos de Ender.

**Sistema de fijación paraóseos:** Consiste en emplear un elemento de fijación que hace que los fragmentos fracturados se compriman entre sí. Estabilizan la fractura directamente adosados al hueso. Incluidos en este sistema están las placas y los tornillos. En el sistema más clásico de osteosíntesis (sistema AO), se pueden distinguir dos tipos distintos de tornillos: Tornillo de esponjosa y tornillo de cortical, en función de diseño de sus espiras.

**Sistema extraóseos:** En estos casos, la estabilización del foco se realiza mediante un dispositivo situado fuera del organismo y aislado de la zona lesionada. Están indicados fundamentalmente en fracturas abiertas, ya que la colocación de material de osteosíntesis interna en los casos en los que el hueso fracturado ha estado en contacto con el exterior, y por lo tanto se ha contaminado, eleva el riesgo de infección. Han sido muchos los modelos diseñados (Wagner, Ilizarov, Lazo-Cañadell.) En la actualidad una amplia gamma de dispositivos de fijación externa, desde lo más simple hasta montajes de gran dificultad y con variadas aplicaciones tales, como compresión, dinamización, alargamientos, distracción del foco.

### Complicaciones de las Fracturas

Podemos clasificarlas en dos grandes grupos, las generales y las locales.

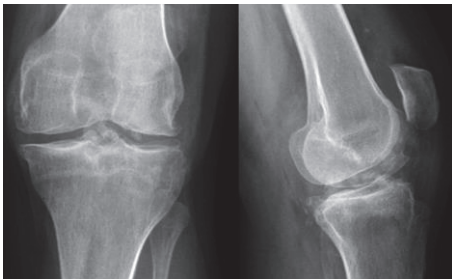
**Complicaciones generales:** Suelen aparecer en los primeros días y son las más graves, porque pueden llegar a producir la muerte del individuo. Son más frecuentes cuanto mayor es la intensidad del traumatismo, ya que la afección de partes blandas y otros órganos será también más importante. Las más frecuentes son:

- Hemorragias internas y externas.
- Shock en cualquier de sus tipos: hipovolémico, cardiogénico, neurogénico y séptico.
- Síndrome de embolia grasa (figura 16).
- Trombosis venosa profunda
- Coagulación intravascular diseminada.

La incidencia de estas complicaciones disminuye con un tratamiento precoz del enfermo politraumatizado, comenzando con una buena evaluación de las fracturas de huesos largos lo más temprana posible.

### **Complicaciones locales**

- Lesiones vasculares, nerviosas y tendinosas.
- Infecciones de partes blandas
- Síndrome compartimental
- Retardo de consolidación
- Pseudoartrosis (figura 16).
- Necrosis vascular
- Rigidez articular
- Miositis osificante.



*Figura 16. Pseudoartrosis en la imagen se observa una articulación falsa que se forma después de una fractura cuyos dos fragmentos óseos no se han consolidado.*



## Actividad de Aprendizaje de Lesiones Óseas.

### 1. Tipos de tejido óseo

Establezcan relación

a) Al realizar un corte transversal de un hueso, podemos encontrar este tipo de tejido, con una localización central.

1) Hueso fibrilar

b) Sus células se van a disponer de manera irregular, siendo éstas de distintos tamaños.

2) Hueso laminar

c) Posee una alta resistencia gracias a su especial disposición que conforma el sistema haversiano, cuya unidad básica es la osteona.

3) Hueso esponjoso

d) Tiene una disposición paralela y bien definida de las fibras de colágeno.

4) Hueso compacto

### 2. Coloquen una V si es verdadero o una F si es falso en las siguientes afirmaciones:

1) Las fibras de Sharpey son fibras colágenas que anclan el endostio al interior de las laminillas circunferenciales externas.

2) El periostio está formado por tejido denso y vasos sanguíneos.

3) El endostio es una fina capa de tejido conjuntivo que reviste las paredes de las cavidades óseas, incluidos los espacios medulares.

4) La matriz ósea está formada por un 27% de componente orgánico.

5) El Sistema nutricional lo constituyen la arteria y vena nutricias, que entran por la diáfisis, dando ramas ascendentes y descendentes que proporcionan irrigación a la metáfisis y a los dos tercios profundos de la cortical.

6) La vascularización del hueso, suponiendo un hueso largo como la tibia, se compone de tres sistemas: Sistema nutricional, Sistema medular, y Sistema perióstico.

7) El sistema perióstico está formado por el plexo muscular óseo.

### 3. Biología Ósea

Ordenen correctamente la formación ósea

a) El conjunto de condrocitos y las sustancias cartilaginosas que estos producen, constituyen el molde cartilaginoso a partir del cual se va a formar la estructura ósea adulta.

1) 1c, 2d, 3a, 4b, 5e

b) Sucede el proceso de sustitución del esqueleto cartilaginoso por el óseo este se denomina Osificación endocondral.

2) 1c, 2a, 3b, 4e, 5d

c) Hasta la 6ª semana de gestación, donde el hueso no es más que una agrupación de células mesenquimales.

3) 1a, 2b, 3e, 4c, 5d

d) Las células comienzan a producir 4) 1 b, 2 e, 3 c, 4 d, sustancia cartilaginosa, pasan a 5 a denominarse condrocitos.

e) Cuando el hueso se forma en el embrión directamente, sin pasar por la fase de cartílago, hablamos de osificación intramembranosa

#### 4) La placa de crecimiento está formada por varias zonas las cuales son:

a) Zona de reposo: Son células sin actividad, la alteración de esta capa no produce ninguna patología. Zona proliferativa: Esta capa, las células adquieren disposición columnar. Toda la energía que producen busca un solo fin, acumular calcio. Zona hipertrófica: Posee una gran vascularización desde la epífisis. La existencias de sustancias como los proteoglicanos impiden la calcificación de la matriz. Zona de calcificación: Es la más delgada y está apoyada sobre el hueso de la diáfisis. En ella encontramos los restos de células necróticas y la matriz calcificada.

b) Zona de reposo: Son células sin actividad, la alteración de esta capa no produce ninguna patología. Zona proliferativa: Esta capa, las células adquieren disposición columnar. Posee una gran vascularización desde la epífisis. La existencias de sustancias como los proteoglicanos impiden la calcificación de la matriz. Zona hipertrófica: Mantiene la misma disposición de la capa anterior, aunque sus células han aumentado de tamaño. Toda la energía que producen busca un solo fin, acumular calcio. Zona de calcificación: Es la más delgada y está apoyada sobre el hueso de la diáfisis. En ella encontramos los restos de células necróticas y la matriz calcificada.

#### 5. Metabolismo Óseo

Identifiquen las características de los principales reguladores del tejido óseo, y únelos correctamente.

1. Sólo un 12% se va encontrar unido en proteínas plasmáticas

2. Se puede considerar como una hormona. Se obtiene por la dieta y la exposición al sol.

3. El 99% se encuentra en el esqueleto óseo. Su regulación fundamentalmente a través de la PTH.

4. Va inhibir la reabsorción ósea actuando sobre los osteoblastos

5. Es un gran estimulador de la absorción de calcio en el intestino.

6. Se obtiene en la dieta principalmente en productos lácteos, cereales, huevos y carne, su absorción es del 70% de lo ingerido

7. Procede principalmente de la síntesis a nivel tiroideo. Se clasifica como la hormona antagonista de la parathormona

8. Va actuar directamente sobre el hueso y el riñón.

Hormona paratiroidea

Calcitonina

Vitamina D

Calcio

Fósforo



### Caso clínico

Fractura de tibia y peroné

Presentación del Paciente: Chica de 18 años, es aficionada a la escalada. Hace tan solo dos meses estaba escalando sobre hielo en el Picón de Jerez. Tras un fallo técnico en las cuerdas de seguridad, cayó al vacío perpendicularmente al suelo desde tres metros de altura, el impacto provocó la fractura distal del peroné y la tibia. Además de quemaduras superficiales provocadas por la fricción con el hielo: en la cara, extremidad superior y tronco.

### Síntomas:

- Fuerte dolor.
- Incapacidad: andar, mover pierna o soportar peso.
- Deformidad e hinchazón.
- Desgarro cutáneo de 3 cm de dimensión en el lugar de la fractura.
- Pérdida de sensibilidad debido a que hay nervios afectados.

### Pronóstico:

- Presenta edema generalizado y derrame localizado en arco plantar interno. Fóvea localizada en retináculo de flexores y región retromaleolar externa.
- Atrofia muscular sobre todo en cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y tibial anterior.
- La movilidad de rodilla está conservada, mientras que la movilidad activa de tobillo presenta 60° de Flexión Plantar y 85° de Flexión Dorsal.

1. Conforme al caso clínico anterior y al mecanismo de producción de la lesión esta fue directa o indirecta, fundamenten su respuesta?
2. Etiológicamente hablando las fracturas se pueden producir por tres circunstancias, en el caso de la paciente a cuál de ellas corresponde?
  - a) Fracturas habituales.
  - b) Fracturas por estrés.
  - c) Fracturas patológicas.
3. Según el trazo de la fractura establece dos tipos de clasificación incompleta y completa, definan a cuál de ellas corresponde y conforme a la radiografía especifiquen su subclasificación:



- a) Transversas
- b) Fracturas del tallo verde
- c) Espiroideas
- d) Fisuras
- e) Oblicuas
- f) Conminutas
- g) Fracturas en rodete

### Fundamentación

4. Con respecto al caso clínico la fractura de la paciente, se considera una fractura abierta, conforme a la clasificación de Gustilo distinguan que tipo de fractura es, tomando en cuenta la dimensión de la herida cutánea, y acompleten el siguiente cuadro:

- a) Tipo I
- b) Tipo II
- c) Tipo III

Tipo	Dimensión	Contaminación	Conminución
------	-----------	---------------	-------------

5. En el apartado de la exploración física, se inicia con la inspección, en el caso clínico anterior, identifica los datos que correspondan a esta primer paso de la exploración?

6. Respecto al manual es importante localizar los puntos dolorosos durante la palpación, algunos otros puntos importantes expuestos en el caso clínico son los siguientes. Cuál de ellos te da un panorama específico de la gravedad de la situación y fundamenta tu respuesta?

- a) Presenta edema generalizado y derrame localizado en arco plantar interno. Fóvea localizada en retináculo de flexores y región retromaleolar externa.
- b) Atrofia muscular sobre todo en cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y tibial anterior.
- c) La movilidad de rodilla está conservada, mientras que la movilidad activa de tobillo presenta 60° de Flexión Plantar y 85° de Flexión Dorsal

7. En el diagnóstico el examen de elección para confirmar una fractura de hueso largo son las pruebas radiológicas, siendo al menos necesarias dos proyecciones las cuales son?

8. En el caso clínico existe un desplazamiento del tejido óseo de los huesos afectados tanto en tibia como en peroné, de las siguientes intervenciones cuál es la que se debe priorizar para disminuir el daño en el tejido óseo y partes blandas?

- a) Reducción: Aquel acto mecánico por el cual tratamos de colocar el hueso en posición anatómica.
- b) Tendremos que aplicar maniobras de reducción para colocar los fragmentos en la posición más anatómica posible.
- c) Tendremos que emplear método de contención o fijación lo suficientemente potentes para mantener la reducción que hemos realizado.
- d) el inciso b y c son correctos

9. Las maniobras de reducción se clasifican en dos, en maniobras cerradas y maniobras abiertas, a cuál de ellas pertenece la maniobra que se debe de realizar para reducir la fractura del caso clínico anterior y define su procedimiento?

10. En el párrafo de tracción continua podemos definir tres tipos de tracciones, con respecto al caso clínico a cual corresponde.

- a) Por gravedad.
- b) Tracción dérmica.
- c) Tracción trasósea.

11. Cual de los siguientes incisos son correctos para elegir un método de fijación quirúrgica en el caso clínico anterior.

- a) Se necesitó una reducción lo más anatómica posible para conservar una buena funcionalidad.
- b) Fracaso la reducción cerrada.
- c) Si existe lesiones neurovasculares asociadas.
- d) Ante la necesidad de la movilización precoz del paciente.

12. En el anterior caso clínico el tratamiento fue una fijación quirúrgica, como se muestra en la siguiente imagen. Qué tipo de sistemas de fijación se utilizaron para reparar el desplazamiento del hueso?



- A) Sistema de fijación intraóseos.
- B) Sistema de fijación paraóseos.
- C) Sistema de fijación extraóseos.
- D) Los incisos a y b son correctos

**Fundamenta tu respuesta:**

13. Para disminuir la incidencia de complicaciones generales como locales, subraya las etiquetas diagnósticas que aplican en el paciente:

- 00044 Deterioro de la integridad tisular.**
- 00046 Deterioro de la integridad cutánea**
- 00027 Déficit de volumen de líquidos**
- 00204 Perfusión tisular periférica ineficaz**
- 00004 Riesgo de infección**
- 00205 Riesgo de Sangrado**
- 00148 Temor**
- 00213 Riesgo de traumatismo vascular**
- 00040 Riesgo de Síndrome de desuso**
- 00228 Riesgo de perfusión tisular periférica ineficaz**
- 00028 Riesgo de déficit de volumen de líquidos**
- 00088 Deterioro de la deambulación**
- 00085 Deterioro de la movilidad**
- 00132 Dolor agudo**
- 00133 Dolor crónico**
- 00100 Retraso en la recuperación Quirúrgica**
- 00248 Riesgo de deterioro de la integridad cutánea**
- 00086 Riesgo de disfunción neurovascular periférica**



## Lesiones Musculares

### Introducción

La patología del musculo estriado es, sin duda, una de las lesiones más frecuentes en la traumatología deportiva. Desde el punto de vista deportivo, una lesión que puede parecer banal no siempre lo es.

### Lesión Directa

Los agentes traumatizantes que actúan sobre el tejido muscular producen contusiones musculares, esguinces, laceraciones, miositis osificante o reabdomiolisis (figura 1). En todas ellas se produce la destrucción total o parcial de un músculo, con pérdida funcional proporcional a la severidad del traumatismo.



*Figura 1. Sufusión hemática típica de las lesiones de la musculatura isquiosural. Lesiones musculares en el deporte. Apuntes de Medicina Deportiva.*

### Lesión Indirecta

Son aquellas que se producen sobre otros tejidos distintos del muscular, pero que van a repercutir de forma indirecta sobre el músculo. Existen dos tipos de lesiones musculares indirectas.

- Lesión de la fibra muscular por isquemia producida por insuficiencia vascular (aguda o crónica).
- Lesión de la fibra muscular por parálisis secundaria a lesión neurológica (de 1° o de 2° neuronas)

A diferencia de la lesión muscular directa como veremos más adelante, en las lesiones indirectas existe una capacidad reducida para la regeneración y reparación muscular. En el presente tema, se van a exponer las lesiones directas, que son las que con mayor frecuencia se producen en el ámbito deportivo.

### Histopatología de las Lesiones Musculares

En la lesión muscular se asocia siempre la afectación de fibras musculares a la del tejido conjuntivo de sostén. La gravedad de la lesión va a venir dada por la gravedad de la agresión (sea por traumatismo directo o indirecto sobre el tejido muscular), y por la trasmisión de energía cinética a los tejidos. Para que la reparación sea eficaz, los fenómenos implicados en ella deben permitir obtener una cicatriz sólida que conserve la elasticidad, contractilidad y resistencia lo más semejante posible a las normales. En ellos interviene dos procesos simultáneos, complementarios pero que pueden ser antagonistas: la regeneración muscular y la formación del tejido cicatricial.

### Regeneración Muscular

Las fibras musculares lesionadas sufren necrosis celular y degeneran en el área lesional y en la zona perilesional inmediata. Desde el momento del traumatismo, aparecen modificaciones morfológicas que asocian picnosis nuclear, acumulación de mitocondrias alteradas, fragmentación de las miofibrillas y rotura parcial del sarcolema con vaciamiento del sarcoplasma. A partir de este momento, comienza un proceso de limpieza del foco necrótico por parte de los macrófagos tisulares.

A partir de las 12 horas tras la lesión, se produce una reacción inflamatoria macrofágica que elimina el detritus histológico pero respeta la membrana basal, que servirá de estructura guía para la regeneración. Según Plaghki y Ferret y cols, en los días siguientes. La “reconstitución” más o menos completa del tejido muscular se produce en cuatro estadios sucesivos, estrechamente coordinados.

Estadios	Proceso
<b>Proliferación de mioblastos</b>	Se trata de células mononucleares, fusiformes, basófilos, orientadas según el eje longitudinal de la fibra lesionada. El núcleo es rico en cromatina y nucléolos, y el citoplasma aumenta de volumen progresivamente. Su origen es motivo de controversia. Se admite que proceden, en su mayor parte, de las células satélites o quiescentes (células de Mauro), vestigios de miogénesis, Reznik opina que proceden también de la fragmentación de las fibras lesionadas.
<b>Formación de sarcoblastos</b>	Aparecen a partir del tercer día por fusión de los citoplasmas de los mioblastos. Los sarcoblastos también se denominan miotúbulos, y son células multinucleadas. Esta fase se prolonga de 24 a 48 horas, de tal forma que, al 5º día de la lesión, se han formado casi la totalidad de los sarcoblastos. En el citoplasma aparecen miofilamentos de los dos tipos, finos y gruesos, cuya agrupación en fascículos de

	tamaño variable permite el esbozo de las miofibrillas. La aparición de la estriación transversal se debe a la disposición longitudinal de los miofilamentos en el seno de cada miofibrilla y la alineación transversal de las miofibrillas entre ellas.
<b>Formación de fibras estriadas nuevas</b>	Por maduración morfológica e histiobioenzimológica de los sarcoblastos.
<b>Reinervación de las fibras musculares regeneradas:</b>	Permite la maduración de la nueva fibra estriada y su diferenciación morfológica e histoquímica hacia fibra lenta hacia fibra rápida.

*Cuadro 1 Reconstitución más o menos completa del tejido muscular*

Estudios experimentales sugieren que a las 2 o 3 semanas del traumatismo aparecen nuevas placas motoras por proliferación axonal a partir de los nervios que quedan intactos en los bordes de la zona de necrosis tisular. Dieler y Schroder demuestra que los husos musculares (mecanorreceptores dinámicos) son susceptibles de reinervación si se mantiene la continuidad anatómica. Tras la lesión nerviosa, todos los brotes del axón lesionado junto con las prolongaciones de células de Schwann, constituyen la denominada unidad de regeneración. Cada unidad de regeneración permanece encerrada por una membrana basal continua desde el axón proximal, a través de la lesión nerviosa, hasta el muñón distal, hacia el órgano diana. De estos estudios se podría inferir que es necesaria la existencia de una continuidad anatómica de las fibras nerviosas para que el proceso biológico de regeneración neural se lleve a cabo, aunque esto no es admitido por todos los autores. Así, Horch realiza un estudio experimental valorando la reinervación y concluye que la reaparición de los mecanorreceptores tras la lesión nerviosa se debe a las propiedades intrínsecas de los lugares receptores, más que a la guía de los axones en regeneración por la matriz endoneural de la porción distal del nervio seccionado.

Aunque el proceso de regeneración muscular no se conoce en su totalidad, se puede resumir de la siguiente forma: La activación de los mioblastos de reserva ocasiona un periodo de proliferación celular rápida en el musculo lesionado. Los mioblastos proliferantes se fusionan para formar pequeños miotúbulos que, por último, se fusionan para “reformular” el músculo.

Sin embargo, aunque interesante desde el punto de vista biológico, la regeneración muscular tiene grandes limitaciones. Este complicado proceso de reparación es capaz de puntear únicamente pequeñas lesiones locales, mientras que el proceso de reparación para las lesiones de mayor tamaño es la formación de tejido cicatricial.



Figura 2. Proceso patológico posterior a la lesión muscular. *Current Opinion Orthopedic*, 2001.

### Formación del Tejido Cicatricial

El proceso de formación de una cicatriz fibrosa responde al esquema básico de respuesta inflamatoria del tejido conjuntivo. La rotura de vasos produce un sangrado (desde una hemorragia infiltrativa en lesiones pequeñas hasta la formación de un gran hematoma). La producción de prostaglandinas atrae células fagocíticas que se encargan de la limpieza de la zona lesional. Ya en las primeras horas tras la lesión aparece en la zona fibronectina, proteína de origen sanguíneo que, con la fibrina, permite la formación de un tejido reticulado que favorece el anclaje de los fibroblastos. Estos proliferan durante los días siguientes al traumatismo y sintetizan colágeno tipo III, fino, y tipo I, de estructura fibrilar más gruesa.

Para la producción de una cicatriz fibrosa son necesarios una serie de factores:

- **Vascularización:** El aporte de oxígeno es necesario para la proliferación de los mioblastos y de los fibroblastos. Se consigue gracias a la proliferación de capilares a partir de los vasos lesionados. Se inicia en la periferia de la lesión.
- **Inervación:** Se ha comentado su papel en la maduración y diferenciación de las fibras estriadas.
- **Tracción longitudinal:** Indispensable para la obtención de una unidad muscular completa y para la orientación de las nuevas fibras.

El efecto global es la formación de una cicatriz fibrosa que rellena el defecto y que permite la continuidad tisular (figura 3).



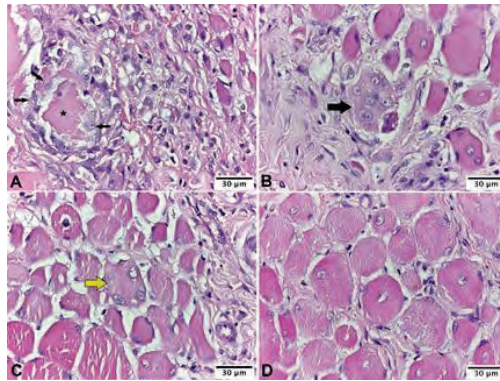


Figura 3. Biopsia de músculo tibial anterior de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (grupo S). A. Fibra muscular necrótica (\*) rodeada por mioblastos (flecha delgada). B. Sincitio de células miogénicas con múltiples núcleos vesiculares con prominentes nucléolos (fechas gruesas). C. Miocitos con núcleos periféricos (flecha amarilla). D. Miocitos de tamaño y forma variable, algunos presentan núcleos de ubicación centra. Tinción HE.

#### Clasificación de las lesiones Musculares

Existen lesiones agudas y crónicas. Las lesiones agudas pueden producirse mediante dos mecanismos lesionales responsables de las lesiones específicas mecanismo (traumatismo) directo e indirecto.

LESIONES MUSCULARES AGUDAS	
TRAUMATISMO DIRECTO	- Laceración
	- Contusión
	- Hematoma
TRAUMATISMO INDIRECTO	- Contracturas
	- Distensión
	- Desgarro

LESIONES MUSCULARES CRONICAS
- Seudoquiste
- Nódulo fibroso
- Miositis osificante

- Desgarro recidivantes

*Cuadros 2-3 Clasificación de las lesiones musculares específicas: mecanismo (traumatismo) directo e indirecto*

<b>Clasificación</b>	<b>O'Donoghue 1962</b>	<b>Ryan 1969 (inicialmente para cuádriceps)</b>	<b>Takebayashi 1995, Peetrans 2002 (basada en ultrasonido)</b>	<b>Stoller 2007 (basada en RM)</b>
<b>Grado I</b>	No desgarro de tejido apreciable, no hay pérdida de la función o de la fuerza, sólo una respuesta inflamatoria de bajo grado.	Lágrima de algunas de las fibras musculares, fascia restante intacta.	No hay anomalías o sangrado difuso con rotura de fibra focal de menos de 5% de los músculos implicados	MRI negativo= 0% de daño estructural. Edema hiperintenso con hemorragia.
<b>Grado II</b>	El daño tisular, la fuerza de la unidad musculotendinosa reducida, alguna función residual.	Lágrima de un número moderado de fibras, fascia restante intacta	La rotura parcial: rotura de fibra focal más del 5% de los músculos implicados con/sin lesión fascial.	MRI positivo con ligamento hasta el 50% de las fibras musculares. Posible hiperintenso defecto focal y la retracción parcial de las fibras musculares.
<b>Grado III</b>	Rotura completa de la unidad musculotendinosa, la pérdida completa de la función.	Lágrima con muchas fibras con ruptura parcial de la fascia	Rotura muscular completa con retracción, lesión fascial.	Rotura muscular= 100% de daño estructural, Desgarro completo o sin retracción muscular.
<b>Grado IV</b>	X	Desgarro completo del músculo y fascia de la	X	X

		unidad músculo- Tendón.		
--	--	-------------------------------	--	--

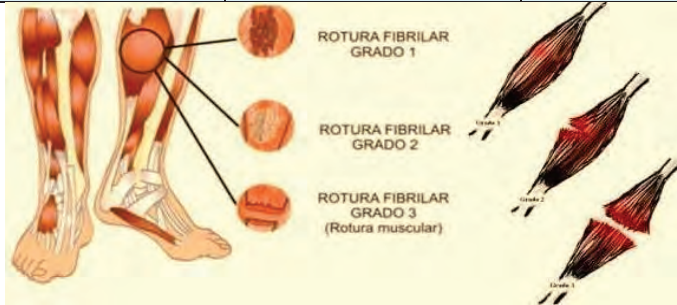


Figura 4. Distensión o Desgarro Muscular y su clasificación.

#### Cuadro 5 Clasificación de los Trastornos Musculares Agudos y Lesiones

<b>A. Muscular indirecta Trastorno/Lesión</b>	Trastorno muscular funcional	Tipo1: Trastorno muscular relacionada a esfuerzo excesivo	Tipo 1 A: trastorno muscular inducido por fatiga
			Tipo 1B: el dolor muscular de aparición tardía (DOMS)
		Tipo2:Trastorno muscular y neuromuscular	Tipo 2 A: trastorno neuromuscular relacionado con la medula espinal
			Tipo 2B : Trastorno neuromuscular relacionado con el músculo
	Lesión muscular estructural	Tipo 3: rotura muscular parcial	Tipo 3 A: desgarro muscular parcial menor
			Tipo 3 B: desgarro muscular parcial moderado
	Lesión muscular estructural.	Tipo 4: (sub)desgarro total	Desgarro muscular subtotal o total
		Avulsión tendinosa	
<b>B) Lesión muscular directa</b>		Contusión	
		Laceración	

**Cuadro 6 Clasificación integral de la Lesión Muscular: Definiciones Específicas del Tipo y Presentaciones Clínicas.**

Tipo	Clasificación	Definición	Síntomas	Signos clínicos	Ubicación	Ultrasonido /MRI
1 <sup>a</sup>	Trastorno muscular inducido por fatiga.	Aumento longitudinal circunscrito del tono muscular (firmeza muscular) debido al esfuerzo excesivo, el cambio de la superficie de juego o el cambio en los patrones de entrenamiento	La firmeza Muscular Dolor. El aumento de la actividad continuada Puede provocar dolor en reposo. Durante o después de la Actividad.	Dolor sordo, difuso y tolerable en los músculos involucrados, aumento del tono circunscrito. Reporta tensión muscular	Focal participación hasta toda la longitud del músculo	Negativo
1B	Dolor muscular de aparición retardada (DOMS)	Dolor muscular más generalizado después de movimientos de desaceleración excéntricos que no están acostumbrados	Dolor agudo inflamatorio. Dolor en reposo. Horas después de la actividad	Hinchazón edematosa, rigidez de los músculos. Rango de movimiento limitado de las articulaciones adyacentes. Dolor en las contracciones isométricas. Estiramiento o terapéutico para el alivio.	Músculo o grupo muscular mayormente toda.	Negativo o edema solo.
2 <sup>a</sup>	Trastorno muscular neuromuscular relacionado con la medula espinal.	Aumento circunscrito longitudinal del tono muscular (firmeza muscular) debido a un desorden	Firmeza muscular dolorosa. Incrementa con la actividad continua. No hay dolor en	Aumento longitudinal circunscrito del tono muscular. Edema discreto entre el músculo y	Haz músculo o grupo muscular más grande a lo largo de toda la longitud del músculo	Negativo o edema solo

		estructural funcional de la médula/ lumbopelvica.	reposo	la fascia. Sensibilidad ocasional de la piel, reacción defensiva en el estiramiento o muscular. Dolor a la presión.		
2B	Trastorno muscular neuromuscular relacionado con el músculo	Área circunscrita (forma de huso) de aumento del tono muscular (firmeza muscular. Puede resultar del control neuromuscular disfuncional como inhibición recíproca.	Dolor, aumentando gradualmente la firmeza y la tensión muscular. Dolor como calambre.	Área circunscrita (forma de huso) de aumento del tono muscular, hinchazón edematosa. Estiramiento o terapéutico para el alivio. Dolor a la presión.	Principalmente a lo largo de toda la longitud del vientre muscular.	Negativo o edema solo.
3A	Desgarro muscular parcial moderado	Ruptura con diámetro de más de un fascículo	Dolor agudo punzante, la ruptura a menudo se nota en el momento de la lesión. A menudo experimenta un chasquido seguido por un inicio repentino de dolor localizado	Bien definido por dolor localizado. Probablemente defecto palpable en la estructura de la fibra dentro de una banda muscular firme. Inducida estiramiento o empeora el dolor.	Principalmente unión músculo-tendón.	Positivo para La fibra de interrupción en alta resolución MRI .Hematoma intramuscular
3B	Desgarro muscular parcial Moderado	Ruptura con un Diámetro de más de un	Dolor agudo punzante, la	Bien definido por dolor localizado.	Principalmente Unión músculo -tendón	Positivo para La interrupción

		fascículo	ruptura a menudo se nota en el momento de la lesión. A menudo experimenta un chasquido seguido por un inicio repentino de dolor localizado. Posible Caída	Defecto palpable en la estructura muscular, a menudo hematoma, lesión fascial. Agravación del dolor por el estiramiento		significativa de fibras, probablemente incluyendo algunos de Retracción. Con la lesión De la fascia Y el hematoma intermuscular
4	(Sub) desgarró muscular total/ avulsión tendinosa	Implica la Ruptura subtotal/ Total del diámetro muscular/lesión tendinosa que implica la unión hueso-tendón	Dolor sordo en el momento de la lesión. Ruptura notable. Experimenta a un chasquido seguido por un inicio repentino de dolor localizado. A menudo Caen.	Gran defecto En el músculo, hematoma, brecha palpable, retracción muscular, dolor con el movimiento la pérdida de función, hematoma	Principalmente Unión músculo -tendón o hueso-tendón unión	Subtotal/total al discontinuidad del músculo /tendón. Posible morfología del tendón ondulado y retracción. Con la lesión de la fascia y el hematoma intermuscular
Contusión	Lesión directa	Trauma muscular directa, causada por una fuerza externa contundente. Que conduce a hematoma	Dolor sordo En el momento de la lesión, posiblemente aumentando debido a un hematoma	Dolor sordo difuso, hematoma, dolor con el movimiento, hinchazón, disminución de la amplitud de movimiento,	Cualquier músculo, más frecuentes vasto intermedio y recto femoral.	Hematoma difuso o circunscrito en dimensiones variables.

		circunscrita dentro del músculo causando dolor y pérdida de movimiento.	creciente. A menudo informa mecanismo o externo definido	dolor a la palpación en función de la gravedad del impacto. Pueden ser capaz de continuar con su actividad deportiva en lugar de una lesión estructural indirecta.		
--	--	---	--	--	--	--

### Exploración Clínica

Ante una lesión muscular, se presentan una serie de síntomas comunes que se pueden sistematizar de la siguiente forma:

- El paciente refiere una sensación de dolor brusco. También puede tener la sensación de una “onda de choque” que se transmite a lo largo del grupo muscular. Algunas veces, la impotencia funcional es tal que obliga al deportista a detener el ejercicio; si no es así, hay que recomendar el cese de la actividad deportiva hasta que se etiquete la lesión.
- Inspección: Pueden aparecer hematomas o bien deformación del musculo y equimosis.
- Palpación: Se debe de buscar tumefacción, puntos gatillo, hendidura o contractura muscular.
- Estudio de movilidad activa y pasiva
- Pruebas musculares: Estiramientos pasivos, contracciones contra resistencia, presencia de hernia muscular etc.

### Pruebas Complementarias

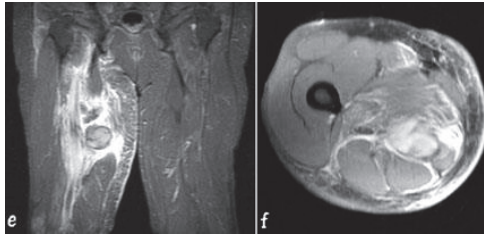
Las pruebas complementarias son útiles como complemento de la exploración clínica.

### Radiografía Simple

En las lesiones agudas, las radiografías permiten descartar lesiones óseas asociadas. Debido al escaso contraste de los tejidos blandos, presenta poca especificidad para las lesiones concretas. Es útil para observar las calcificaciones en las lesiones crónicas.

## Termografía:

Aunque se trata de una prueba poco específica puede objetivar cambios en la temperatura secundarios a procesos inflamatorios.



*Figura 5. Lesiones musculares deportivas  
Diagnóstico por imágenes. E. RM: Secuencia STIR. Desgarro completo del aductor mayor. Corte coronal. f. RM: Corte transversal.*

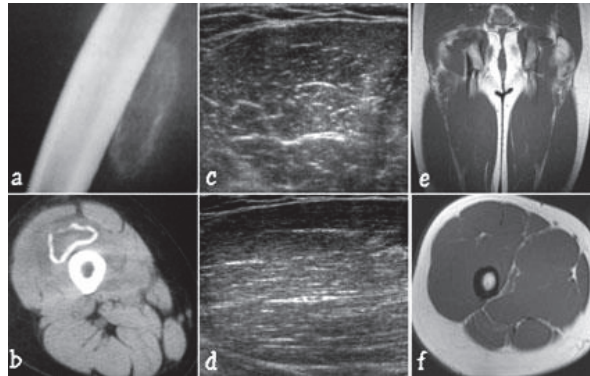
## Ecografía

Existen muchos autores que consideran la ecografía como la prueba de elección en el diagnóstico de las lesiones musculares agudas. Son múltiples sus ventajas: no producen irradiación al paciente, pudiéndose repetir y comparar con el lado sano. También permite hacer un estudio cinético, contrayendo el músculo. Es necesario un radiólogo con experiencia, que utilice una onda de alta frecuencia. En las lesiones agudas en fase inicial, la ecografía muestra una zona hipoecogénica (sangrado). Después, el contenido se hace más hiperecogénico por encapsulación del hematoma, pero con masas de aspecto irregular entre las zonas líquidas. Si la evaluación es normal, la lesión regresa. En el estudio de las lesiones crónicas, la ecografía permite ver la evaluación del traumatismo y ayuda en el diagnóstico diferencial entre pseudoquiste, nódulo fibroso y miositis osificante.

## TAC Y RMN

La TAC aporta buenas imágenes de las lesiones crónicas calcificadas. Es menos útil en lesiones de partes blandas. La RMN es la prueba de elección para la detección de la lesión muscular y para la determinación del tipo y el grado de afectación muscular (Figura 6). Presenta alta sensibilidad para el edema muscular y para la hemorragia. Las imágenes traducen la evolución del hematoma. En fases iniciales se aprecia una hiposeñal en T1, con hiperseñal en T2. En fases tardías se observa hiperseñal en T1 Y T2. En las lesiones crónicas es muy útil para el diagnóstico del pseudoquiste y del nódulo fibroso.





**Figura 6.** Lesiones musculares deportivas Diagnóstico por imágenes. **A,b,c,d,f.** **a.** Rx simple: Calcificación en miositis osificante. **b.** TAC: Calcificación en musculatura, sin relación con la cortical ósea. **c.** US: Corte transversal músculo estriado normal. **d.** US: corte longitudinal músculo estriado normal. **e.** RM: Corte coronal T1 músculos de ambos muslos. **f.** RM: corte axial T1 músculos del muslo.

### Titulaciones Enzimáticas y Bioquímicas

Las titulaciones enzimáticas y bioquímicas son marcadores inespecíficos de lesión que no contribuyen al diagnóstico ni al pronóstico.

### Traumatismos Directos

El traumatismo directo ocasiona una hemorragia intersticial que puede alcanzar grandes proporciones. Hay un aumento de volumen precoz, asociándose a la hemorragia un componente inflamatorio. Esta masa puede aumentar de tamaño o ser sintomática durante varios meses antes de llegar a estabilizarse. En función del tipo de lesión existen diferentes anatomopatológicas.

LESIONES MUSCULARES AGUDAS	
TRAUMATISMO DIRECTO	- Laceración
	- Contusión
	- Hematoma

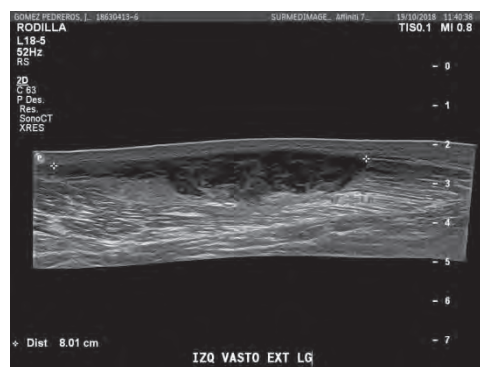
*Cudro 6 Clasificación de lesiones musculares agudas en relación con traumatismos directos*

### Laceración Muscular

Una herida incisa puede seccionar total o parcialmente un vientre muscular. Los labios de la herida tienden a separarse y se forma un hematoma que rellena la cavidad. La

gravedad lesional, además de por el tamaño de la sección y por la proximidad al pedículo nervioso muscular, viene dada por la dirección del agente cortante. Laceraciones trasversas con respecto al eje de las fibras musculares crean un segmento denervado grande con pobre capacidad de recuperación. La reparación del defecto tiene que realizarse mediante un puente fibroso, ya que no se produce regeneración a su través (Figura 7). Además, el musculo distal sufre denervación por el agente cortante, con lo que se produce una perdida funcional significativa.

Deben aproximarse los bordes lesionales para facilitarse la cicatrización, además de las medidas generales de tratamiento que serán embozadas en otro apartado. Estudios clínicos recientes muestran que se pueden alcanzar algo más del 50% de la fuerza (con pruebas manuales), cuando se rapara la lesión conectado la porción proximal y distal del músculo lacerado mediante un injerto tendinoso.



*Figura 7. Contuso Laceración Muscular Subfacial.Ecografía Deportiva*

### **Contusión Muscular**

Las contusiones musculares generalmente son causadas por agentes traumatizantes romos no penetrantes. La gravedad del cuadro depende de la intensidad del traumatismo (transferencia de energía cinética). Se produce una disrupción parcial de fibras musculares, con ruptura capilar y sangrado de tipo infiltrativo, con formación de hematomas intramusculares. Se produce una lesión secundaria adicional por el edema y la reacción inflamatoria de los tejidos vecinos. La lesión cura por cicatrización a partir del tejido conectivo.

La gravedad de la lesión puede cuantificarse según la pérdida funcional:

- Leve: Rango de movilidad casi normal (en miembros inferiores marcha sin claudicación)

- Moderado: Movilidad entre el 75% y el 50% del arco funcional (marcha antiálgica)
- Severa: Movilidad menor del 50% del arco funcional (claudicación marcada)

El tratamiento de las contusiones severas consiste en la limitación del rango de movilidad, elevación frío local y vendaje compresivo con el fin de limitar la formación de hematoma intrasustancia. Esta fase se continúa por una fase de ejercicios activos y activos-asistidos para recuperar el rango de movilidad articular. El tratamiento finalizado con un programa de rehabilitación funcional y ejercicios de resistencia progresiva. Se puede utilizar medicación analgésica. Existen muchos autores que consideran que la utilización de fármacos antiinflamatorios puede distorsionar la biología (histología natural) del foco lesional, y optan por la utilización de fármacos analgésicos puros.



*Figura 8. Contusión-EcuRed. Lesión producida por la fuerza vulnerante mecánica que se produce sin romper la piel y puede producir magulladuras o aplastamientos u ocultar otras graves lesiones internas*

### **Hematoma Muscular**

El sangrado entre los planos musculares, secundario a la rotura de los capilares, puede acumularse para formar un hematoma. La presencia de fluctuación es un signo patognomónico pero puede ser difícil de detectar si se encuentran en planos profundos. Las fibras musculares vecinas pueden dañarse por la presión del hematoma y por la reacción inflamatoria acompañante. El tratamiento va dirigido a detener el sangrado: frío, elevación, compresión, evacuación del hematoma (bajo control ecográfico) y protección muscular mientras se produce la reabsorción. Otros autores consideran que no está indicada la evacuación por el riesgo de infección y por la recidiva inmediata de la colección hemática.

### Traumatismos Indirectos

El traumatismo indirecto es el mecanismo más frecuente de lesión en la práctica deportiva. Las lesiones se producen al ser un músculo incapaz de soportar una fuerza o carga que sobrepasa la capacidad de resistencia del tejido. Entre las causas se ha hablado de automatismo equivocado o de un discronismo neuromuscular. Como quiera que sea el músculo está sometido a exigencias mecánicas que superan sus límites. Intervienen factores favorecedores, algunos bien conocidos como fatiga muscular y otros más oscuros, incluso hipotéticos, como la predisposición genética y las alteraciones histoquímicas o metabólicas. La lesión por mecanismos indirectos tiene múltiples denominaciones.

TRAUMATISMO INDIRECTO	- Contracturas
	- Distensión
	- Desgarro

*Cuadro 7 Clasificación de lesiones musculares agudas en relación a traumatismo indirecto.*

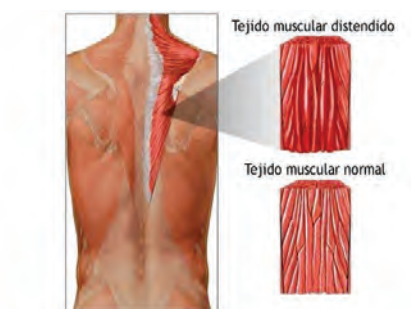
#### **Contractura Muscular**

Se trata de una contracción muscular involuntaria que ocurre 12 a 48 horas tras la realización de un gran esfuerzo muscular. Consiste en el desarrollo de una tensión miotática por acumulación de esfuerzos sin periodos de recuperación suficientes y la consiguiente alteración del metabolismo muscular. Se ha hablado también del desequilibrio electrolíticos locales. La contractura cede estirando el músculo contracturado. Puede resultar útil el reposo posterior y la aplicación del frío local. Algunos pacientes encuentran alivio con calor local. Algunos autores utilizan miorelajantes

#### **Distensión Muscular**

Aparece tras una tensión brusca o bien después de algún movimiento mal coordinado. En este caso, tampoco hay lesión anatómica. Se debe a alteraciones histoquímicas, alteraciones metabólicas intracitoplasmáticas, lesiones mitocondriales. Los síntomas se producen cuando la cantidad de estrés aplicada a la unidad músculotendinosa sobrepasa sus probabilidades de elongación sin llegar a distorsionar la integridad estructural. Se produce una reducción temporal en la capacidad funcional, sin lesión permanente. El daño muscular microscópico induce una resistencia inflamatoria inespecífica, con acumulación local de fagocitos mediada por prostaglandinas. En la exploración ecográfica aparece una pequeña zona hipoecogénica con desorganización local de los ecos normales en un punto concreto que coincide con el punto de máximo dolor. La imagen RMN demuestra edema difuso en la zona.

El tratamiento inicial (2 a 3 días) de la lesión se centra en el reposo y frío local para disminuir la respuesta inflamatoria. Tras 3 ó 4 días, se inicia la cicatrización de la unidad musculotendinosa con formación de nuevo tejido colágeno, siendo en esta etapa la aplicación de fuerzas de tensión de moderada intensidad para inducir la remodelación tisular. Esta movilización precoz favorece el alineamiento del colágeno según las líneas tensionales. Se puede volver a la práctica deportiva a los 10-14 días (si ha desaparecido la clínica), tras realizar ejercicios de estiramiento activos y pasivos (figura 9).

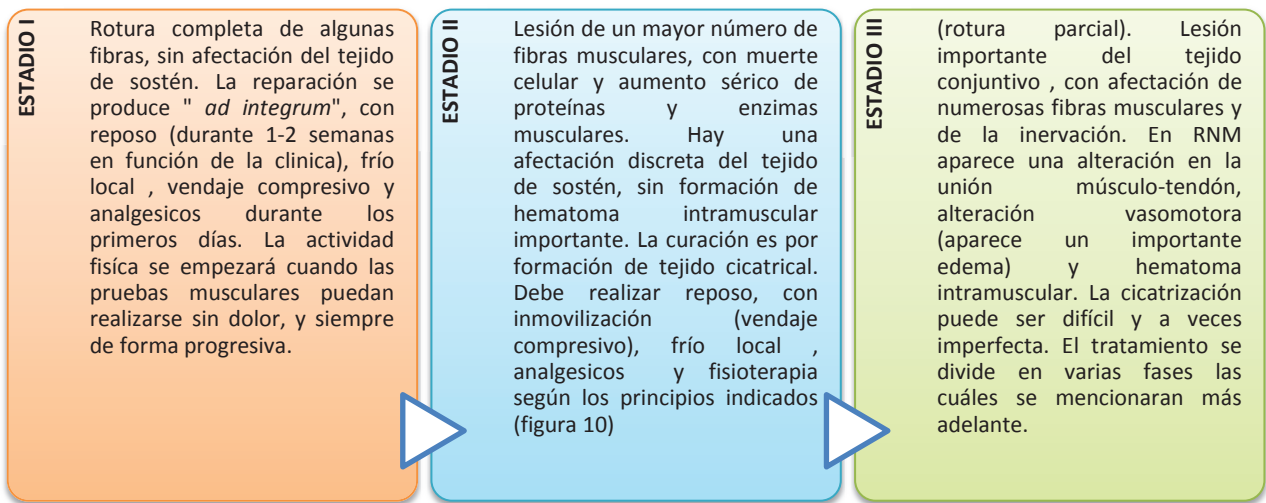


*Figura 9. Contractura Muscular se observa la contracción continua involuntaria del músculo.*

#### ***Desgarro Muscular (Esguince Muscular)***

Los desgarros musculares son soluciones de continuidad parciales de la inserción tendinosa en el músculo y pueden producirse por uso excesivo (esguince crónico) o una fuerza tensional puntual excesiva (esguince agudo). Existe una lesión anatómica demostrable. Los sarcómeros terminales, cerca de la unión miotendinosa, son más rígidos que los sarcómeros medios. La lesión se produce en esta región de extensibilidad relativamente limitada, y se han relacionado con las proteínas estructurales denominadas integrinas.

Con fines clínicos, los desgarros musculares se pueden dividir en estadios según la gravedad, según Kowal- Chouk y cols.



*Esquema 1 Clasificación y descripción de Estadios según la gravedad de Desgarros musculares según Kowal-Chouk y cols.*

Durante los primeros días, vendaje compresivo, frío local, analgésicos y reposo absoluto. Del 5º al 10º día, se continúa con vendaje compresivo, frío local y se empieza con contracciones isométricas. De los 10 º días hasta la tercera semana, se inicia el apoyo, con potenciación muscular, primero estática y luego dinámica. Cuando las pruebas musculares indiquen una mejoría se inicia el ejercicio físico acompañado de rehabilitación. La finalidad de este tratamiento escalonado es orientar las nuevas fibras musculares, organizar el tejido de sostén, favorecer la inervación y, posteriormente, recuperar la elasticidad del nuevo tejido.

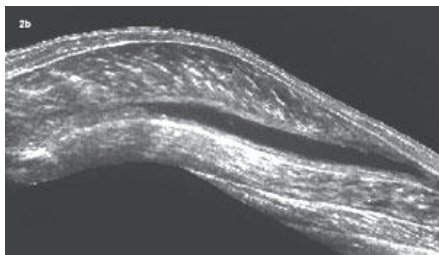


Figura 10. *Desgarro miofascial b: Compromiso extenso del gemelo interno con colección fusiforme hipoecogénica entre este y el sóleo. Corte longitudinal extendido Esta lesión puede asociarse con rotura del plantar delgado.*

## Estadio IV

(O rotura completa): Hay rotura de todos los haces situados bajo una aponeurosis, que generalmente permanece intacta. Se lesionan todos los tejidos, apareciendo un gran hematoma. El tratamiento médico, siguiendo las directrices anteriores, está indicado en la mayoría de los casos. En ocasiones, cuando hay una separación importante de los extremos musculares, puede estar indicado el tratamiento quirúrgico, que consiste en evacuación del hematoma, y cierre con sutura de reabsorción lenta de la fascia muscular (figura 11).



Figura 11. Desgarro muscular completo a nivel del recto anterior del cuádriceps con colección hemática en el lecho.

	Inspección	Palpación	Movilización	Pruebas musculares	RNM	Ecografía
<b>Contusión</b>	Tumefacción del todo el músculo	Dolor difuso	Movilización pasiva dolorosa	Contracciones contra resistencia dificultosas	Edema o hematoma	Normal o hematoma
<b>Contractura</b>	Fascículo muscular indurado y doloroso	Sensibilidad muscular	Estiramiento y contracción muscular dolorosas.	Estiramiento y contracción contra resistencia dolorosa	Normal	Normal
<b>Distensión</b>	No tumefacción ni equimosis	Dolor localizado	Dolor	Estiramiento y contracción contra resistencias dolorosas.	Edema o hematoma	Pequeña zona hipocogénica intramucular condensada
<b>Desgarro</b>	Tumefacción o muesca	Punto doloroso muy localizado	Dolorosa	Dolorosas	Edema, hematoma, solución de continuidad	Imagen en badajo de campana
<b>Rotura muscular completa</b>	Deformidad muscular (masa globulosa retraída)	Solución de continuidad	Muy dolorosas	Muy dolorosas	Edema, hematoma, solución de continuidad	Hematoma voluminosa con solución de continuidad muscular.

### Cuadro 8 Resumen, Clasificación y características de las principales lesiones Musculares. Localización de las Lesiones Indirectas

Algunos músculos son más susceptibles que otros.

Las lesiones especialmente frecuentes en los músculos que cruzan dos articulaciones y en aquellos que tienen un alto porcentaje de fibras musculares tipo II. También son frecuentes las lesiones en los músculos que trabajan con fuerza y velocidad, movimientos controlados por el par agonista- antagonista. Así, las localizaciones más frecuentes son:

- Miembros superiores: Roturas o desinserciones tendinosas del bíceps y manguito de los rotadores.
- Miembros inferiores: Cuádriceps (sobre todo el recto anterior). Contracciones bruscas durante la patada al balón (por flexión e cadera y extensión de la rodilla)

**Isquiotibiales.** Es el grupo muscular que afecta con más frecuencia, teniendo en cuenta todos los deportes.

**Aductores:** (aunque son monoarticulares).

**Gemelos:** Frecuente durante la carrera, sobre todo al principio del ejercicio.

### Lesiones Musculares Crónicas

En ocasiones, las lesiones musculares se cronifican muchas veces como consecuencia de una reanudación precoz del ejercicio físico que distorsiona el proceso de cicatrización. Las lesiones musculares crónicas pueden presentar varios patrones clínicos.

LESIONES MUSCULARES CRÓNICAS
- Seudoquiste
- Nódulo fibroso
- Miositis osificante
- Desgarro recidivantes

**Cuadro 9 Clasificación de las lesiones musculares crónicas dependiendo del patrón clínico.**

#### *Seudoquiste*

Se produce por la falta de reabsorción del coágulo. El hematoma se encapsula pasando a una fase líquida fluctuante. Macroscópicamente, se aprecia una bolsa líquida rodeada por una zona de esclerosis. El seudoquiste aparece en el estudio ecográfico como una formación ovalada, bien delimitada. Si es sintomático, pueden necesitar extirpación quirúrgica. Otras opciones son el drenaje bajo control ecográfico y la inyección de corticoides.



### **Nódulo Fibroso**

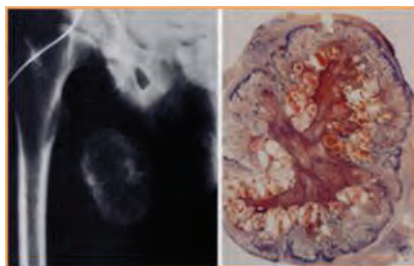
Consiste en la proliferación de tejido fibroso desorganizado en medio de la masa de tejido muscular. Existe dolor a la palpación. La localización más frecuente es la región de los isquiotibiales. En la ecografía aparece como una zona hipercógena ovalada en el seno de un músculo. El tratamiento que proporciona mejores resultados es la fisioterapia: masoterapia, estiramientos, etc. En el síndrome de los isquiotibiales, existe dolor con irradiación ciática por compresión del nervio debido al efecto masa del nódulo fibroso en la región de los isquiotibiales.



*Figura 12. A) Fibrosis glútea en forma de banda en el plano más superficial del músculo glúteo mayor. Totalmente diferenciada e independiente de la fascia muscular, particularmente rechazada. B) Banda de tejido fibroso presente en la fascia muscular del músculo glúteo mayor.*

### **Miositis Osificante**

Es formación de tejido óseo dentro del músculo. Se produce tras contusiones severas. Según la localización, puede situarse en continuidad con el hueso o completamente desligada de él (calcificaciones heterotópicas). Esta lesión plantea problemas de diagnóstico por su parecido clínico, radiológico y anatomopatológico con sarcomas de la estirpe ósea. Además de estar relacionados con traumatismos locales, las osificaciones heterotópicas.



*Figura 13. Miositis Osificante. Médicos Radiólogos.*

### **Prevención**

El mejor tratamiento de las lesiones musculares indirectas es la prevención, disminuyendo las posibilidades de sobrecarga puntuales sobre la unidad miotendinosa. Hay que tener en cuenta seis aspectos según Ferret y Cols.

- Condiciones anatómicas de cada sujeto, así como los elementos que hay que integrar o corregir en el programa de preparación.

- Educación higiénico- dietético en función de los diferentes períodos del año.
- Educación médico- deportiva, enseñar al paciente a respetar los límites y posibilidades físicas, cuidar y respetar los plazos necesarios para la curación.
- El entrenamiento debe ser progresivo y con seguimiento médico.
- Realiza una primera fase de calentamiento y estiramiento antes y después de realizar el esfuerzo.
- Respetar el tiempo de recuperación entre competiciones. Se ha demostrado que los accidentes musculares son más frecuentes al final de la temporada.



## Actividad de Aprendizaje de Lesiones Musculares

### Caso Clínico

Paciente de 58 años de edad refiere que al subir unas escaleras tropieza con el pie derecho y que desencadena en la pierna izquierda un gran dolor como si hubiera recibido un golpe . Acudió al servicio de urgencias donde es diagnosticada con una posible rotura muscular del gemelo interno.

Se le realizo vendaje compresivo como tratamiento.

A los 4 días acude a consulta , se le retira el vendaje y se realiza una ecografía, se confirma la Rotura del gemelo interno (2-2,5 cm) con hematoma interfascial .

Inicia tratamiento de rehabilitación con magnetoterapia, masoterapia y US.

Es vista nuevamente a los 20 días, refiriendo la paciente dolor al apoyar así como aumento de presión, apreciándose gran empastamiento y limitación a la flexión dorsal, por lo que se realiza una nueva ecografía donde se observa gran hematoma interfascial.

Se procedió a su evacuación, con control ecográfico, con extracción de 20 cc de liquido hemático puro.

Se coloco vendaje funcional, saliendo la paciente de consulta con marcha normal y dolor leve . A los 10 días posteriores se encuentra realizando su vida normal incluyendo vida deportiva en gimnasio

1. Conforme al caso clínico anterior y a las características de la lesión ¿Esta se considera directa o indirecta? Fundamenten su respuesta

2. Con relación al caso clínico, al párrafo de regeneración muscular y por el día que acudió a consulta la paciente ¿En que estadio de regeneración se encuentra la lesión?

- a) Proliferación de mioblastos.
- b) Formación de sarcoblastos.
- c) Formación de fibras estraidas nuevas.
- d) Reinervación de las fibras musculares

3. A completa el siguiente cuadro, con las características de la lesión del caso clínico:

Clasificación O´Donoghue 1962	Ryan 1969	Takebayashi 1995,Peetrans 2002 (basada en ultrasonido	Stoller 2007 ( basada en RM)

4. Conforme a la clasificación de los trastornos musculares agudos y lesionales: Encierra en el siguiente cuadro al tipo de lesión que pertenece el caso clínico y fundamenta tu respuesta.

<b>B. Muscular indirecta</b> Trastorno/Lesión	Trastorno muscular funcional	Trastorno muscular relacionada a esfuerzo excesivo	muscular inducido por fatiga Tipo 1B: el dolor muscular de aparición tardía (DOMS)
		Tipo2:Trastorno muscular y neuromuscular	Tipo 2 A: trastorno neuromuscular relacionado con la medula espinal
	Lesión muscular estructural	Tipo 3: rotura muscular parcial	Tipo 2B : Trastorno neuromuscular relacionado con el músculo Tipo 3 A: desgarro muscular parcial menor Tipo 3 B: desgarro muscular parcial moderado
		Tipo 4: (sub)desgarro total	Desgarro muscular subtotal o total Avulsión tendinosa
	Lesión muscular estructural.		
	<b>B) Lesión muscular directa</b>		Contusión Laceración

5. Con forme a la clasificación integral de la lesión muscular, A completa el siguiente cuadro, con los datos del caso clínico.

Tipo	Clasificación	Definición	Sintomas	Signos Clínicos	Ubicación
					Ultrasonido/MRi

6. Con forme Al párrafo de pruebas complementarias y al caso clínico, el examen de elección fue la ecografía gracias a que :

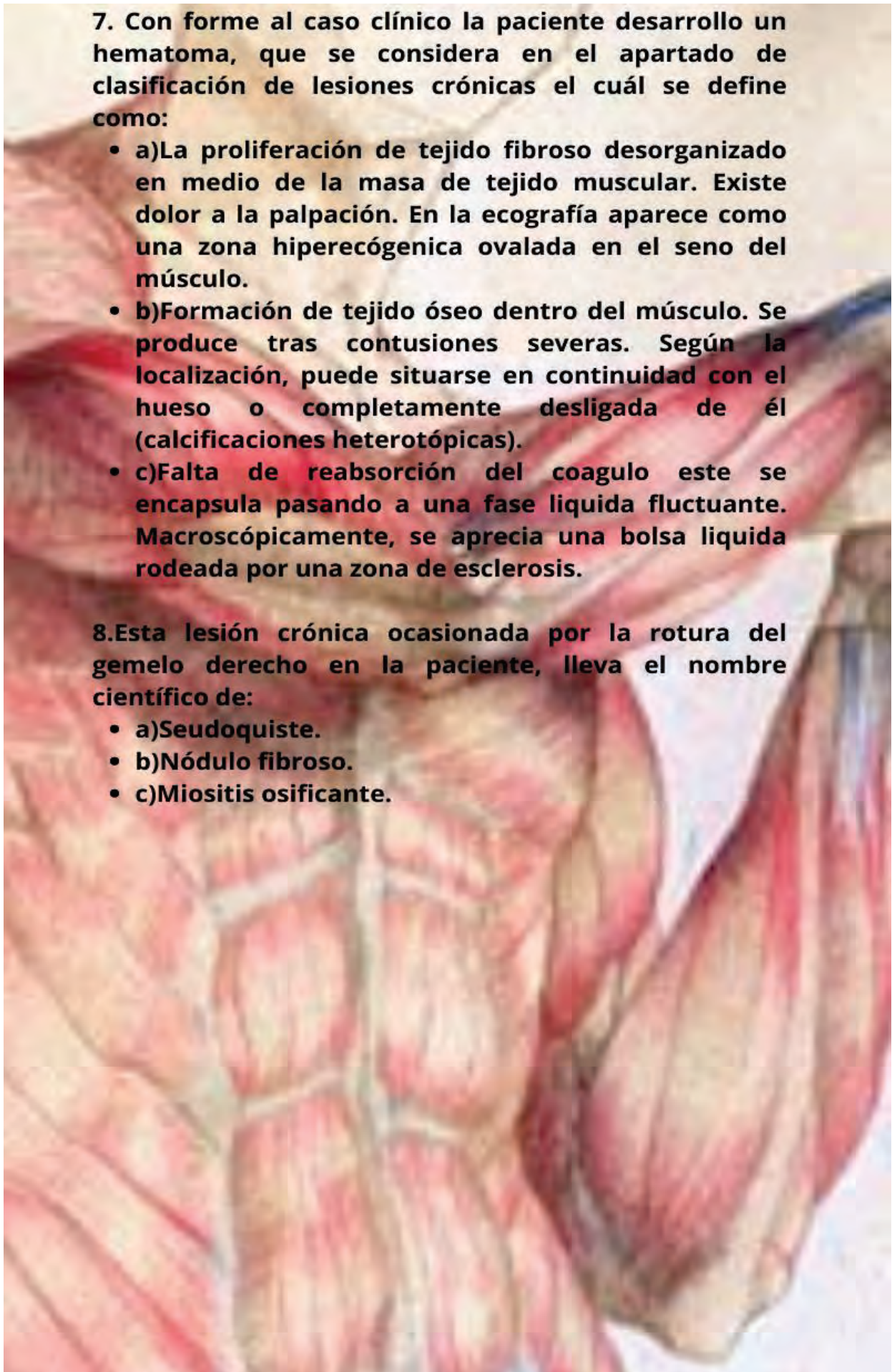
- a)Aporta buenas imágenes de las lesiones crónicas calcificadas. Es la prueba de elección para la detección de la lesión muscular y para la determinación del tipo y el grado de afectación muscular.
- b) Es el examen de elección en el diagnóstico de las lesiones musculares agudas. Son múltiples sus ventajas: no producen irradiación al paciente, pudiéndose repetir y comparar con el lado sano. También permite hacer un estudio cinético, contrayendo el músculo.
- c) Puede objetivar cambios en la temperatura secundarios a procesos inflamatorios.
- d)Permiten descartar lesiones óseas asociadas. Es útil para observar las calcificaciones en las lesiones crónicas

**7. Con forme al caso clínico la paciente desarrollo un hematoma, que se considera en el apartado de clasificación de lesiones crónicas el cuál se define como:**

- **a)La proliferación de tejido fibroso desorganizado en medio de la masa de tejido muscular. Existe dolor a la palpación. En la ecografía aparece como una zona hiperecogénica ovalada en el seno del músculo.**
- **b)Formación de tejido óseo dentro del músculo. Se produce tras contusiones severas. Según la localización, puede situarse en continuidad con el hueso o completamente desligada de él (calcificaciones heterotópicas).**
- **c)Falta de reabsorción del coagulo este se encapsula pasando a una fase liquida fluctuante. Macroscópicamente, se aprecia una bolsa liquida rodeada por una zona de esclerosis.**

**8. Esta lesión crónica ocasionada por la rotura del gemelo derecho en la paciente, lleva el nombre científico de:**

- **a)Seudoquiste.**
- **b)Nódulo fibroso.**
- **c)Miositis osificante.**





## Lesiones Articulares

Las lesiones articulares son frecuentes en la práctica deportiva, y especialmente en los deportes de contacto, con una escala que va desde la distensión simple la fractura o la luxación articular. Las diartrosis o articulaciones sinoviales son las que más sufren con la práctica deportiva. Se caracteriza por ser articulaciones muy móviles con una gran complejidad anatómica y diversidad funcional. Independientemente de la clasificación que se utilice, según el tipo anatómico o los ejes de movilidad, estas articulaciones tienen en común algunas características que se mencionan en la unidad anterior.

### Lesiones del cartílago articular

#### Estructura del Cartílago

El cartílago articular, aunque es un tejido metabólicamente activo, tiene una capacidad limitada de reparación. El cartílago articular está formado principalmente por una matriz extracelular son los proteoglicanos, el colágeno (tipo II en un 90%) y el agua, así como otras proteínas y glicoproteínas en menor cantidad. Los condrocitos durante el crecimiento generan gran cantidad de matriz extracelular, mientras que en tejido maduro, donde suponen hasta el 10% del volumen tisular, son responsables del mantenimiento de la matriz. Los condrocitos no responden a diversos estímulos, como factores de crecimiento e interleukinas, cargas mecánicas y cambios en la presión hidrostática.

El cartílago articular es un tejido avascular, aneural y alinfático. Al no tener inervación, no responde a estímulos nerviosos eferentes ni envía información aferente, por lo que no tendría un papel en el dolor de origen articular.

El agua es el componente más abundante del cartílago articular normal, el 65-80% del peso total del tejido.

El flujo del agua a través del cartílago está regido por leyes mecánicas y fisicoquímicas. Se requieren presiones muy grandes para desplazarla a través de la matriz extracelular. El flujo también se ve favorecido por la capacidad de los proteoglicanos para atraer agua.

El colágeno es una macromolécula estructural que se encuentra entre los componentes principales (50% del peso en seco) de la matriz extracelular. El colágeno principal del cartílago (90-90%) es el de tipo II: sin embargo también contiene los tipos V, VI, IX, X, y XI. La principal función del colágeno es proporcionar al tejido propiedades tensiles e inmovilizar a los proteoglicanos dentro de la matriz celular.

Los proteoglucanos son macromoléculas complejas formadas por una parte central proteica, a la que se unen cadenas largas de polisacáridos. El tamaño, la rigidez estructural y la conformación molecular de los proteoglicanos atrapados en el espacio



interfibrilar influyen en el comportamiento mecánico del cartílago articular. Existe una interacción entre proteoglicanos-proteoglicanos y proteoglicanos-colágeno (figura 1). Esta estructura forma una red que incrementa la capacidad del colágeno para mantener la rigidez estructural y aumenta la fuerza de la matriz extracelular. De esta forma el cartílago puede resistir las fuerzas tensiles desarrolladas dentro de la matriz durante las diversas condiciones de carga. Otros componentes de la matriz son: la condronectina, ancorina CII y fibronectina.

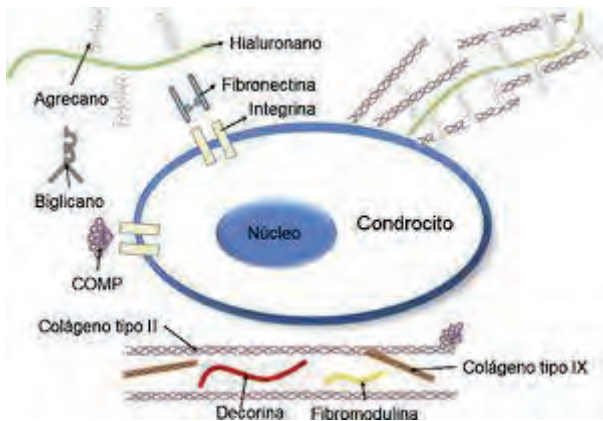


Figura 1. Representación esquemática de los proteoglucanos y las fibras de colágeno dentro del cartílago articular, dominios globulares (G1, G2 y G3) y GAGs

### Histopatológicamente el cartílago puede dividirse en cuatro zonas

**Zona superficial**, en contacto con el líquido articular. Es la parte superior del cartilago y forma la superficie de deslizamiento. Las fibras de colágeno están orientadas de forma paralela a la superficie. Es la capa más delgada, de unas 40µm, y está cubierta por una delgada película acelular que se denomina lámina *Splenders*. Bajo ella se sitúan los condrocitos,

**Zona intermedia o de transición**. Las fibras de colágeno son más grandes y con disposición más oblicua. Aparecen condrocitos redondeados. Tiene un espesor de unas 500nm

**Zona profunda o radial**. Tiene la mayor concentración de proteoglicanos y menor contenido de agua. Las fibras de colágeno son grandes y se orientan predominantemente perpendiculares a la superficie articular. La zona profunda está separada de la zona de cartílago calcificado por una superficie ondulada.

**Zona de cartílago calcificado**. Es la capa de transición desde el cartilago a hueso subcondral. Existe un menor número de células. Las fibras colágenas pasan al hueso subcondral.

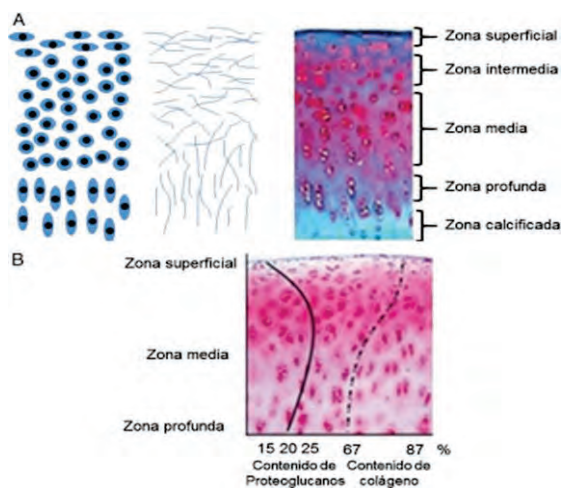


Figura 2 .Esquemas de las zonas del cartílago articular<sup>34</sup>. A) Morfología de los condrocitos en las diferentes capas del cartílago articular (izquierda). Organización de las fibras de colágeno dentro de la matriz extracelular (centro). Zonas del cartílago articular (derecha). B) Porcentajes de colágeno y proteoglucanos dentro del cartílago articular.

## Biomecánica

Siguiendo a Mow y cols, las principales características del cartílago articular se pueden sistematizar de siguiente forma:

- La función del cartílago articular en las articulaciones diartrodiales es aumentar el área de distribución de cargas y proporcionar una superficie lisa y resistencia a la presión.
- Biomecánicamente, el cartílago articular puede considerarse como un material bifásico (sólido-liquido): matriz sólida de colágeno (25%) rodeada por un fluido intersticial con libertad de movimiento.
- Las propiedades biomecánicas del cartílago articular son las propiedades intrínsecas de la matriz sólida y la resistencia friccional al flujo, a través de los poros permeables de la matriz, del fluido intersticial (figura 3).
- El cartílago articular tiene la características de proporcionar un sistema de autolubricación en condiciones de carga fisiológicas.

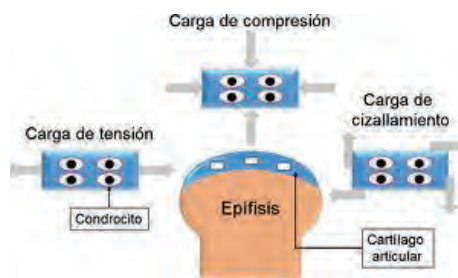


Figura 3. Esquema de las diferentes cargas mecánicas que soporta el cartílago articular. La carga de tensión ejerce fuerza hacia fuera y es paralela al objeto. La carga de compresión actúa de forma paralela hacia dentro del objeto y reduce el volumen del cuerpo. La fuerza de cizallamiento es tangencial al cuerpo donde actúa y deforma el cuerpo en varias direcciones.

### Movimiento de Producción

Todos los traumatismos articulares pueden provocar fracturas condrales y osteocondrales, a veces difíciles de diagnosticar. El tipo de lesión depende del mecanismo del traumatismo y de la edad del paciente. El daño al cartílago articular, cualquiera que sea la causa, puede distorsionar la transmisión de cargas del tejido y el proceso normal de autolubricación, siendo un factor primario e la etiología de las osteoartrosis.

Se distinguen los siguientes mecanismos lesionales

#### Contusiones Directas

Comprimen el cartílago y el hueso subcondral, que se deforma o cuando vence su resistencia, se fractura. Estas contusiones son probablemente la causa de ciertas osteocondrosis y necrosis. Suelen aparecer en zonas no protegidas por otras estructuras anatómicas. En el caso de la rodilla, por ejemplo, la fractura osteocondral aparece en los bordes de la vertiente troclear, en la superficie articular femoral que queda desprotegida por la rótula.

#### Traumatismos Tangenciales

En el adulto, los traumatismos tangenciales fracturan la zona de menor resistencia que se localiza en el límite entre las capas calcificadas e hiliares de cartílago articular, liberando un fragmento estrictamente cartilaginoso. En el adolescente, al no haber cartílago calcificado, la rótula pasa a través del hueso subcondral, liberando un fragmento osteocartilaginoso. El fragmento puede quedar pediculado por su borde sinovial o bien desprenderse totalmente y convertirse en un cuerpo libre (ratón articular). En el niño de poca edad, las fracturas epifisarias atraviesan el núcleo de osificación sin llegar a la placa de crecimiento. En la exploración radiológica se observa una fragmentación de los núcleos de osificación.

## Tracciones Capsuloligamentosas o Tendinosas

Pueden arrancar fragmentos osteocartilaginosos, a veces voluminosos (figura 4).



Figura 4. Avulsiones en la pelvis y apófisis femorales proximales son lesiones comunes durante la infancia y adolescencia. 7c) Arrancamiento del trocánter menor del fémur derecho.

## Histopatología

### Lesiones Condrales

Cuando la intensidad o la frecuencia de carga excede o queda por debajo de los niveles necesarios, se altera el equilibrio de los procesos de síntesis y degradación, y pueden ocurrir cambios en la composición y estructura del cartílago.

Hay que tener en cuenta que la lesión del cartílago puede producirse tanto por un solo impacto como por traumatismos repetitivos. Parece que el desarrollo de artrosis postraumática en fracturas articulares correctamente

Reducidas, estabilizadas y rehabilitadas, es consecuencia de las lesiones condrales producidas en el momento del impacto. Estos hechos explicarían también la elevada prevalencia de artrosis en determinadas localizaciones, en función de las actividades que

Conlleva el exceso de uso de determinadas articulaciones: las metacarpofalángicas en los boxeadores, los tobillos en las bailarinas, el hombro en los jugadores de béisbol etc. En las lesiones superficiales del cartílago, tras una fase de necrosis, existe una respuesta celular mitótica

Limitada, además de la afectación de otros componentes de la articulación, como pueden ser los meniscos o los ligamentos, altera de forma indirecta las fuerzas que actúan sobre la superficie articular, tanto en magnitud como en las áreas de carga.

### Esquema 1 Conceptualización de lesiones Condrales



*Figura 5. Lesión Condral en deportistas-ICC Implante de Cartilago.2016.*

### **Lesiones Osteocondrales**

La reparación de los defectos del cartílago que penetran en el hueso subcondral (defecto osteocondral) depende de la gravedad de la lesión, determinada por el volumen de tejido del área lesionada, y de la localización de la lesión de la articulación (figura 6). Otro factor que debemos tener en cuenta es la exactitud en la reposición de los fragmentos osteocondrales sobre el lecho de fractura.

La lesión mecánica que rompe el hueso y el cartílago articular causa hemorragia, formación de coágulo de fibrina e inflamación, Poco tiempo después de la formación del defecto, un coágulo de fibrina llena la zona de la lesión y de las células inflamatorias emigran al coágulo.

En las lesiones osteocondrales, la lesión del hueso y la subsecuente formación del coágulo libera factores de crecimiento, proteínas que influyen sobre múltiples funciones celulares, incluyendo emigración, proliferación, diferenciación y síntesis de la matriz. La matriz ósea contiene cierto número de factores de crecimiento, y las plaquetas liberan al menos dos factores de crecimiento importante, el PDGF y el TGF-beta. Es probable que estos factores de crecimiento estimulen la emigración al coágulo de células mesenquimatosas indiferenciadas o de células semejantes a fibroblastos, y que la concentración local y el tipo de factor de crecimiento en el defecto tisular influyan sobre la actividad proliferativa y sintética de estas células.

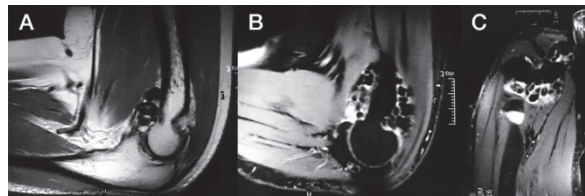
Dos semanas después de la lesión osteocondral, las células mesenquimales adquieren la forma de los condrocitos y empiezan a sintetizar matriz que contiene colágeno tipo II concentraciones elevadas de proteoglicanos. De 6 a 8 semanas después de la lesión, el tejido que aparece es rico en células (semejantes o condrocitos), y una matriz formada por colágeno tipo I, colágeno tipo II y proteoglicanos. Las células de la porción ósea simultáneamente forman hueso inmaduro, tejido fibroso y cartílago. Esta formación de hueso repara la lesión ósea pero en muy pocas ocasiones rellena en defecto condral.



**Figura 6.** Enfermedad de Sinding-Larsen-Johannson. Rx. de rodilla demuestra calcificación del tendón rotuliano.

### Cuerpos Libres Intraarticulares

Los cuerpos libres formados exclusivamente por cartílago son raros. La mayoría de las veces están formados por restos de fragmentos osteocartilaginosos (figura 7). La causa más frecuente de cuerpos libres articulares es la osteocondritis disecante, que pertenece al grupo de las necrosis avasculares. En segundo lugar de frecuencia se encuentran las fracturas, cuyo mecanismo de producción es el indirecto o tangencial. La Porción cartilaginosa se nutre a partir de medio sinovial, por lo que continúa proliferando hasta sobrepasar la parte ósea donde está adherida, la cual puede evolucionar hacia necrosis, reabsorción o sustitución por cartílago calcificado. Al extraerlo, se observa un tamaño mayor del que parece en el estudio radiológico.



**Figura 7.** RMN sin contraste de codo. Secuencias T1 (A), T2 con supresión grasa (B y C). Se observan los múltiples cuerpos libres intraarticulares con distintos grados de intensidad. Los mismos se distribuyen en la cámara anterior y posterior, con ocupación de las fosas coronoidea y olecraneana.

### Clínica

Se debe hacer una anamnesis meticulosa para conocer el mecanismo de producción. El síntoma que destaca es el dolor localizado o difuso en la articulación. Si esta es accesible a la exploración como en el caso de la rodilla, el dolor aumenta al palpar la zona lesionada. También se puede objetivar un hemartros residual, acompañado de una limitación de la movilidad de la articulación. Tras algún tiempo de evolución, la

sintomatología se puede reagudizar, sobre todo en aquellas situaciones donde se ha liberado el fragmento condral y ha evolucionado hacia el cuerpo libre intraarticular. En estas ocasiones, la articulación puede quedar bloqueada y dolorosa. La articulación donde frecuentemente se puede observar este tipo de lesión es en la rodilla. Teniendo que hacer el diagnóstico diferencial con los bloqueos de origen meniscal.

### **Diagnóstico**

El primer estudio que deben realizar es una radiografía simple, en las dos proyecciones que mejor pudieran estudiar la articulación (a ser posible, dos proyecciones ortogonales). En el caso de la rodilla y el tobillo, pueden ser suficiente con la proyección anteroposterior y lateral, aunque para la visualización de lechos de osteocondritis disecante de la rodilla, son necesarias las proyecciones de túnel de Fick y la axial de la rótula a 30°. Actualmente, se usan dos pruebas: la TAC, y la RMN.

### **Tratamiento**

La reducción de la carga articular, en forma de inmovilización rígida o enyesado, conduce a atrofia o degeneración del cartílago. Los cambios bioquímicos o biomecánicos son, al menos en parte, reversibles al restablecer la movilización de la articulación después del enyesado, aunque el grado de recuperación disminuye por el aumento del período de inmovilización. Por otra parte, los ejercicios moderados aumentan el contenido de proteoglicanos y la rigidez compresiva, disminuye la tasa de flujo de líquido durante la carga y pueden aumentar el espesor del cartílago articular.





## Actividad de Aprendizaje de Lesiones Articulares

### Caso clínico

Se presenta el caso de un jugador de fútbol profesional, de 18 años de edad, con 6 meses de experiencia en el club. En las 3 últimas semanas ha presentado 2 episodios de subderrame autolimitado en 4 días. Reconsulta por molestias pospartido, que no le han impedido completarlo en su totalidad. La exploración muestra derrame articular, no a tensión, rodilla estable, maniobras meniscales negativas y dolor a la exploración femoropatelar. El estudio radiológico y ecográfico no muestra hallazgos de interés. Se solicita estudio de resonancia magnética (RM) a pesar de que la sintomatología se limita en pocos días, dada la recurrencia de los síntomas.

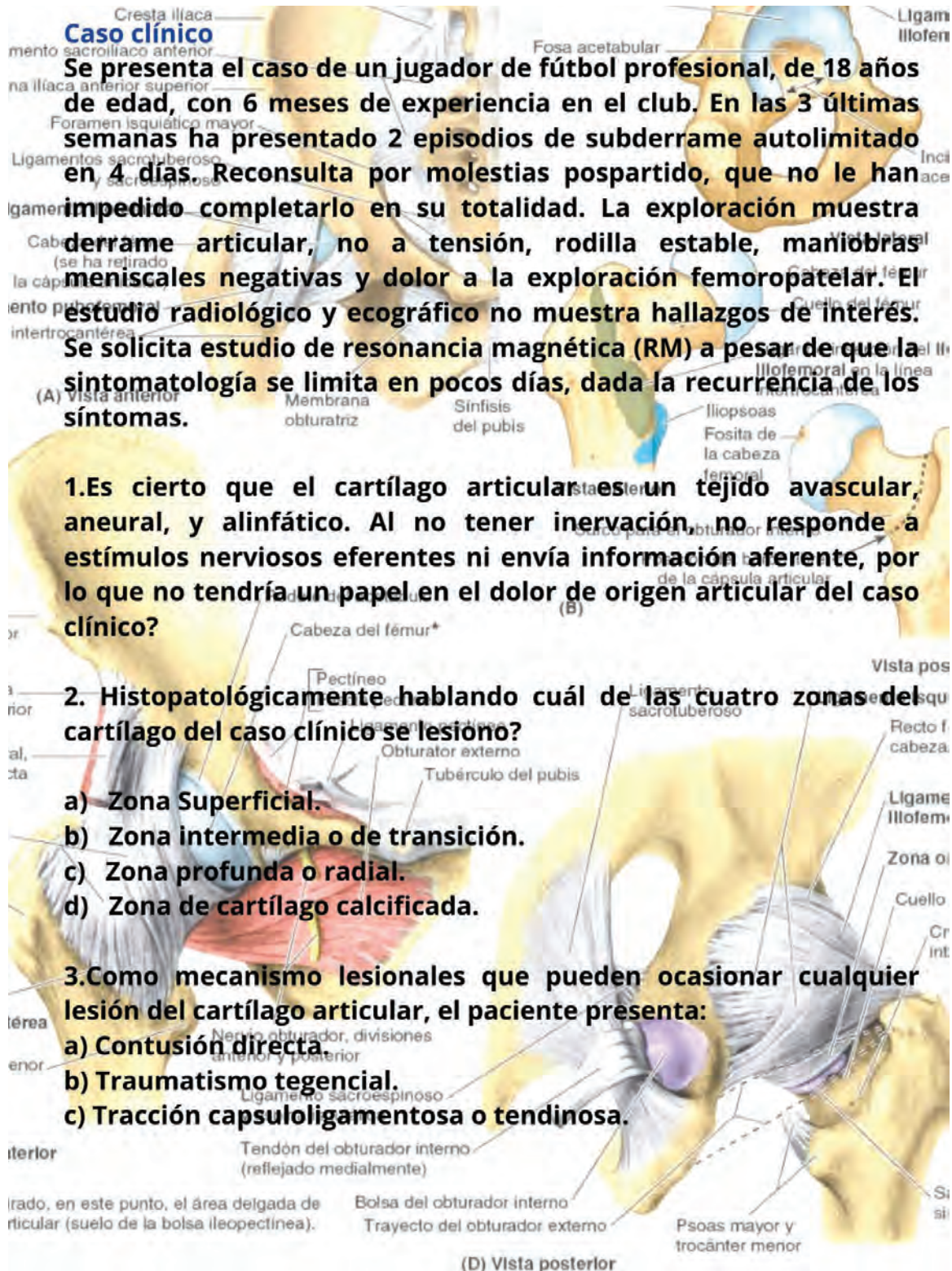
1. Es cierto que el cartílago articular es un tejido avascular, aneural, y alinfático. Al no tener inervación, no responde a estímulos nerviosos eferentes ni envía información aferente, por lo que no tendría un papel en el dolor de origen articular del caso clínico?

2. Histopatológicamente hablando cuál de las cuatro zonas del cartílago del caso clínico se lesiona?

- a) Zona Superficial.
- b) Zona intermedia o de transición.
- c) Zona profunda o radial.
- d) Zona de cartílago calcificada.

3. Como mecanismo lesionales que pueden ocasionar cualquier lesión del cartílago articular, el paciente presenta:

- a) Contusión directa.
- b) Traumatismo tegencial.
- c) Tracción capsuloligamentosa o tendinosa.



4. Conforme al caso clínico anterior el paciente presenta una lesión en el cartílago articular y en relación a sus características esta lesión, es conocida científicamente como:

- a) Lesión Condral.
- b) Lesión Osteocondral
- c) Cuerpos libres intraarticulares
- d) El inciso a) y c) son correctos.



5. En la siguiente RM, se perciben cuerpos libre en receso articular interno, los cuáles se definen como:

- a) Defectos del cartílago que penetran en el hueso subcondral.
- b) Lesión mecánica que rompe el hueso y el cartílago articular causa hemorragia, formación de coágulo de fibrina e inflamación, Poco tiempo después de la formación del defecto, un coágulo de fibrina llena la zona de la lesión y de las células inflamatorias emigran al coágulo.

c) Formados exclusivamente por cartílago son raros. La mayoría de las veces están formados por restos de fragmentos osteocartilaginosos. La causa más frecuente es la osteocondritis disecante, que pertenece al grupo de las necrosis avasculares.

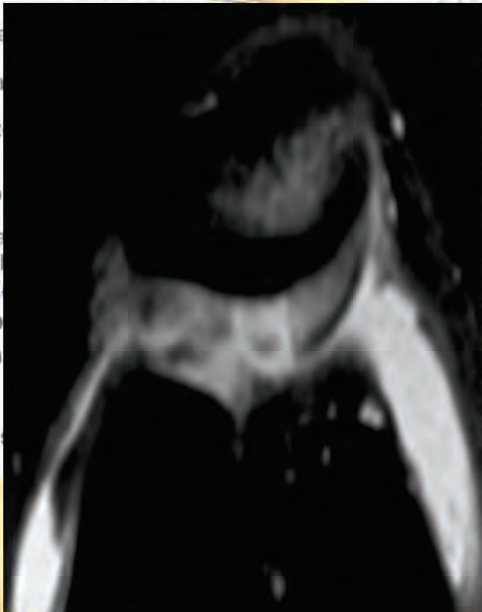
4. Conforme al caso clínico anterior el paciente presenta una lesión en el cartílago articular y en relación a sus características esta lesión, es conocida científicamente como:

- a) Lesión Condral.
- b) Lesión Osteocondral
- c) Cuerpos libres intraarticulares
- d) El inciso a) y c) son correctos.

5. En la siguiente RM, se perciben cuerpos libre en receso articular interno, los cuáles se definen como:

- a) Defectos del cartílago que penetran en el hueso subcondral.
- b) Lesión mecánica que rompe el hueso y el cartílago articular causa hemorragia, formación de coágulo de fibrina e inflamación, Poco tiempo después de la formación del defecto, un coágulo de fibrina llena la zona de la lesión y de las células inflamatorias emigran al coágulo.
- c) Formados exclusivamente por cartílago son raros. La mayoría de las veces están formados por restos de fragmentos osteocartilaginosos. La causa más frecuente es la osteocondritis disecante, que pertenece al grupo de las necrosis avasculares.

6. En la siguiente RM, se aprecia lesión condral amplia en rotula, faceta externa y cresta condral, la cuál se define como:



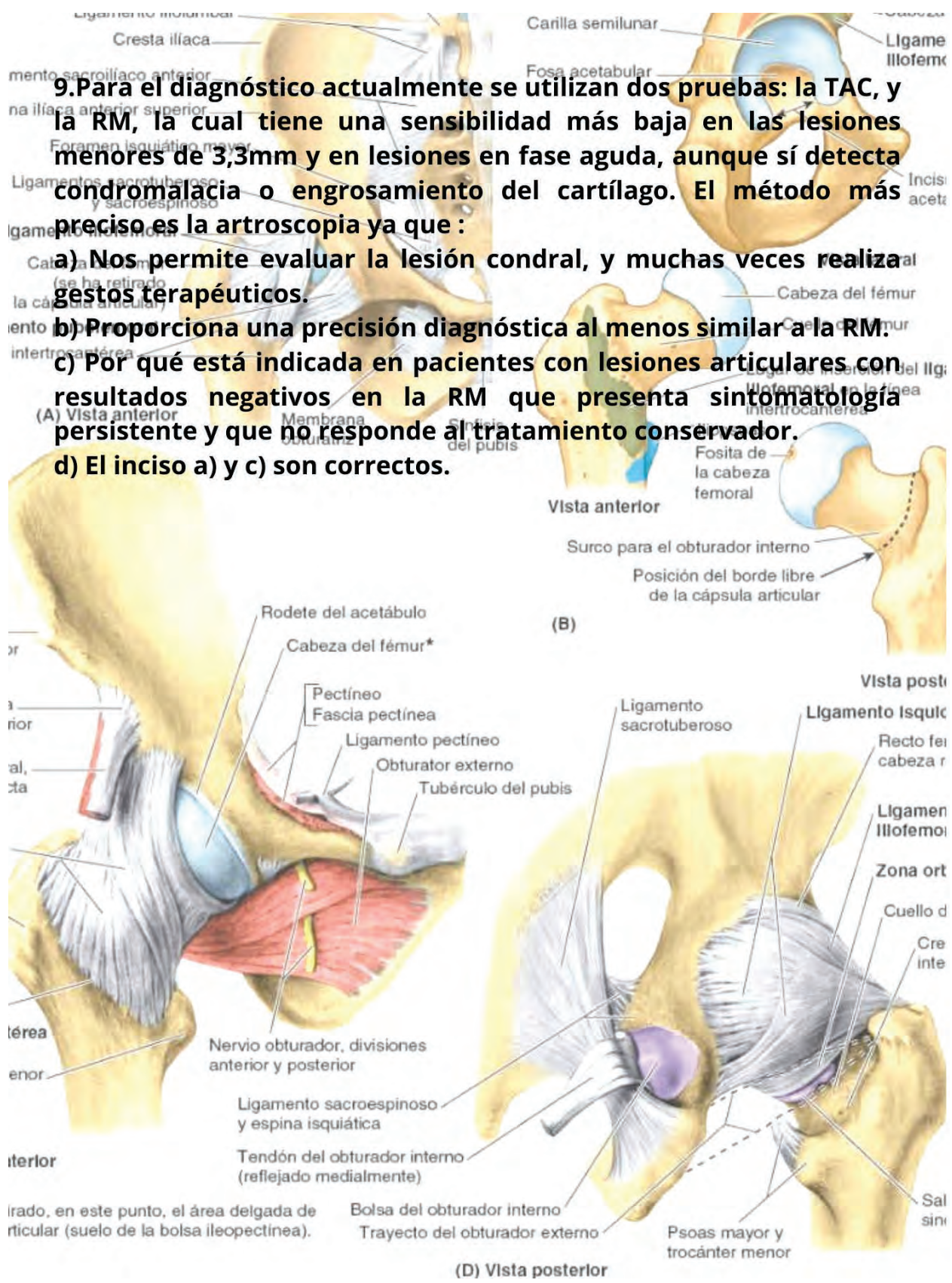
a) Sucede Cuando la intensidad o la frecuencia de carga excede o queda por debajo de los niveles necesarios, se altera el equilibrio de los procesos de síntesis y degradación, y pueden ocurrir cambios en la composición y estructura del cartílago.

b) Lesión del hueso y la subsecuente formación del coágulo libera factores de crecimiento, proteínas que influyen sobre múltiples funciones celulares, incluyendo emigración, proliferación, diferenciación y síntesis de la matriz.

c) Reacción que puede ser específica de las células sinoviales, las cuáles aumentan su actividad (produciendo mayor cantidad de mucina).

8. En la siguiente RM se aprecia derrame articular es una reacción que puede ser específica de las células sinoviales, las cuáles aumenta su actividad (producen mayor cantidad de mucina), y ocasiona hipertrofia de las células de revestimiento. Los componentes de un derrame articular son los siguientes, encierra en un círculo los que corresponda al caso clínico:

- a) Hematíes.
- b) Leucocitos.
- c) Bilirrubina.
- d) Grasa.
- e) Mucina.





**UNIDAD III DESCUBRE LAS DISTINTAS TERAPIAS Y TRATAMIENTOS DE REHABILITACIÓN PARA UNA RÁPIDA Y EFICAZ RECUPERACIÓN.**



## **UNIDAD III DESCUBRE LAS DISTINTAS TERAPIAS Y TRATAMIENTOS DE REHABILITACIÓN PARA UNA RÁPIDA Y EFICAZ REHABILITACIÓN.**

### **INTRODUCCIÓN**

El objetivo del tratamiento y la rehabilitación de la lesión deportiva es la restauración de la función atlética, en el mayor grado y en el tiempo más corto posible. Esta unidad tiene como objetivo que la práctica de la enfermería deportiva se base en los conocimientos científicos, focalizado en el manejo del curso temporal de la reacción inflamatoria inicial y los procesos de reparación subsecuentes, reconociendo las características de cicatrización de los tejidos neuromusculares, articulares y óseos, fundamentada en la apreciación de la mecánica articular, la fisiología del ejercicio entre otros tratamientos que se desarrollarán en esta unidad, de esta manera proporcionarán sin duda la resolución de muchos de estos procesos patológicos ya vistos en la unidad anterior. Esta unidad esta dividida en cinco subtemas los cuales son.

Cinesiterapia.

Vendajes Funcionales y Vendajes Enyesados.

Electroterapia.

Fototerapia y Ultrasonido.

Infiltraciones.



## Cinesiterapia

La etimología de la palabra “*cinesiterapia*” es griega. Este término une dos raíces: *cinesis*, es decir, movimiento y *therapeia*, cuidado. Por tanto, la cinesiterapia es el conjunto de procedimientos terapéuticos que tiene como fin el tratamiento de las enfermedades a través del movimiento en sus distintas expresiones: activo y pasivo. En sus distintas formas de actuación, tanto cinesiterapia pasiva y activa.

### Cinesiterapia pasiva

El objetivo “pasiva”, de origen latino, indica que se recibe una acción sin reaccionar ni obrar. El paciente recibe los procedimientos terapéuticos desplazados sin ninguna participación motriz voluntaria, aunque los integra por su receptividad. La cinesiterapia pasiva se define, por tanto, como el conjunto de técnicas terapéuticas aplicadas pasivamente a las estructuras afectadas y destinadas generalmente a tratar las consecuencias de las lesiones. No hemos de perder de vista que comprende todas las técnicas de cuidados ejercidos por el terapeuta: inmovilizaciones tisulares, inmovilizaciones articulares, tracciones y posturas articulares, agentes físicos, etc.

### Cinesiterapia Activa

En 1847, Auguste Georgii definía cinesiterapia como “*el tratamiento de las enfermedades por el movimiento*”. La cinesiterapia activa sería, según esta definición, la parte de la cinesiterapia que utiliza el movimiento ocasionado por la actividad muscular del sujeto con un objetivo terapéutico preciso. Recientemente Boris Dolto ha propuesto otra definición opuesta a la anterior: “*La cinesiterapia no es el tratamiento por el movimiento sino el tratamiento del movimiento*”. Por tanto en forma más amplia, la cinesiterapia activa puede definirse por la puesta en juego de la actividad de las fibras musculares contráctiles del sujeto en forma analítica o global, voluntaria o automático-refleja, utilizando esta actividad con fines terapéuticos locales, regionales o generales.

Esta se va a desarrollar, ya que con frecuencia no se le da demasiada importancia, el ejercicio físico o la movilización activa es una de las herramientas terapéuticas más importantes a disposición de la rehabilitación deportiva.

Como objetivo de la cinesiterapia activa en el ámbito de la medicina deportiva cabe fijar:

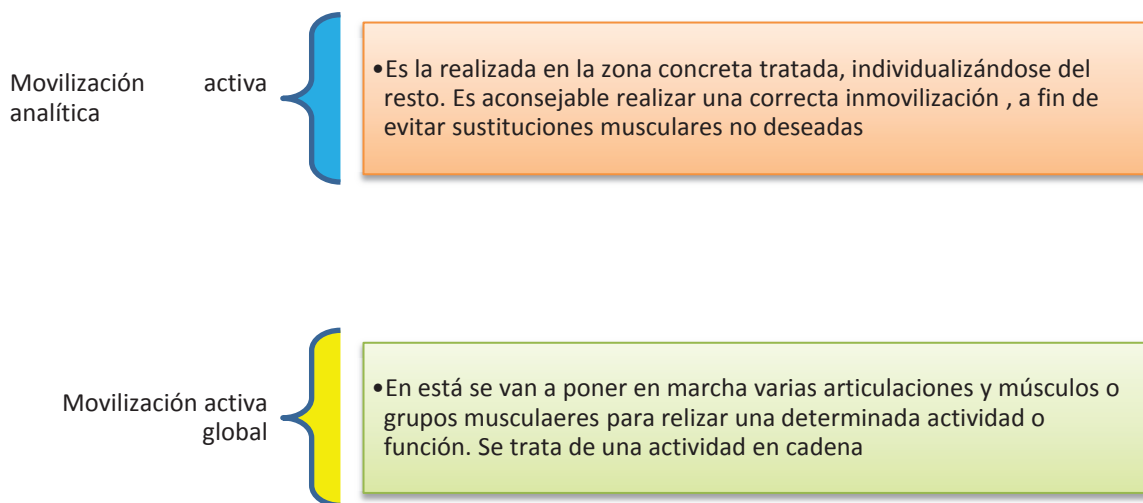
- Recuperación de la movilidad articular tras haber sufrido una lesión y también después de haber permanecido inmovilizado durante mucho tiempo.
- Recobrar la capacidad tensora y eliminar la atonía del tejido conjuntivo (ligamentos, cápsula, tendones).
- Readiestrar, relajar y distender lo músculos.

Por tanto, el objetivo final de la rehabilitación física debe consistir en la recuperación de la capacidad anterior de rendimiento. El tejido muscular y las demás estructuras que intervienen en el movimiento serán estimulados para que aumente su masa, su equipamiento y su función concreta.

Dos factores deben de tenerse en cuenta en este tipo de movilización: voluntariedad y utilidad. El paciente debe realizar un esfuerzo voluntario, buscando conseguir una determinada finalidad que, en la mayoría de los casos, no va a ser otra que la recuperación funcional. Otro elemento importante es la movilización activa es la representación mental que se haga del movimiento, que va a estar influenciado de forma importante por el aprendizaje y la educación del paciente mediante las ideas motrices, que son los esquemas ideo-motores que, de manera inconsciente, se van grabando en el sistema nervioso central.

Se pueden clasificar la movilización activa desde distintos puntos de vista:

1 Depende de la **extensión de la zona** que se moviliza:



*Esquema 1 Clasificación y conceptualización de movilización activa, dependiendo de la extensión de la zona*

2 Dependiendo de la **capacidad muscular**

Movilización activa asistida

•En esta modalidad el paciente realiza un movimiento dentro de sus posibilidades y recibe la ayuda necesaria para poder finalizarlo. Esta ayuda puede consistir en suprimir la gravedad, los rozamientos o incluso a la resolución de movimiento. La asistencia prestada puede ser manual o mecánica (Figura 1)

Movilización activa libre

•El paciente, de manera voluntaria y sin intervención de ningún agente externo, va a realizar el movimiento libremente, sin asistencias, ni resistencia (Figura 2). Distinguimos los siguientes tipos:

### Esquema 2 Clasificación y conceptualización de movilización activa dependiendo de la capacidad muscular



Figura 1.



Figura 2.

#### Movilización Activa Libre

- Estática: Es la actividad muscular que no supone desplazamientos de segmentos. Son las contracciones isométricas, en donde el músculo se contrae y relaja sin modificar su longitud, pero permitiendo el mantenimiento del tono y la fuerza muscular. Este tipo de movilización va a ser útil en:
  - ✓ Pacientes inmovilizados, mediante un yeso. Se busca en este caso en mantenimiento del tono muscular.
  - ✓ Cuando interesa que el músculo trabaje lo más acortado posible, para potenciarlo en un determinado punto de su recorrido.

- ✓ En articulaciones dolorosas, puesto que se va a realizar trabajo muscular sin desplazamiento muscular.
- Pendular: Hay desequilibrio entre el momento muscular y la resistencia. Primero se vence la gravedad y, después, la inercia ayuda al movimiento. Se aprovecha la inercia, ya que se va a realizar movimientos de péndulo.
- Gravitacional: La única resistencia que ha de superar el paciente es el peso de segmento corporal que ha de movilizar, es decir, la gravedad. Hay también desequilibrio entre el momento motor y la resistencia.
  - ✓ Movilización activa resistida: En este tipo se aplica resistencia externa al movimiento realizado voluntariamente por el paciente. Puede ser manual o mecánica. El objetivo de esta inmovilización es un mayor desarrollo del músculo y una mayor potencia muscular. Se eleva el metabolismo local, puesto que hay un mayor aporte de sangre arterial y un mejor vaciamiento venoso.

### Principios Generales del Entrenamiento

Cualquier práctica de entrenamiento, actividad motora que se propone como fin de mejorar, perfeccionar, hacer más rápidos, repetir muchas veces unos esquemas motores para lograr el mejor resultado deportivo debe proceder según unas reglas o principios.

### Calentamiento

Es necesario realizar, previamente al ejercicio, un calentamiento. Comprende una amplia gama de actividades, cuya finalidad es de poner al atleta en las condiciones musculares, orgánicas y nerviosas óptimas para enfrentarse a esfuerzos físicos de alta intensidad. No se puede ni se debe, en ningún caso, iniciar una sesión de entrenamiento sin haber calentado, pues de lo contrario se corre el riesgo que se produzca una lesión muscular, rotura fibrilar, esguince etc. Considerando que los ejercicios de calentamiento son activadores de los sistemas cardiocirculatorio y respiratorio, es interesante tener en cuenta que para estimular dichos aparatos es preciso que intervengan al menos el 50% de la musculatura global (Figura 3).



Figura 3.

### Efectos del Calentamiento:

Activación plena de la funcionalidad muscular a través del aumento de la temperatura interna.

Mejora de las capacidades orgánicas, fundamentales para algunas disciplinas, a través de la activación del aparato cardiocirculatorio y respiratorio. Se alcanza el régimen cardiorrespiratorio próximo de óptima funcionalidad. En la fase inicial de cualquier actividad preferentemente aeróbica, que son de larga duración, la cantidad de oxígeno es relativamente escasa. Será preciso un tiempo determinado (alrededor de 1-2 minutos) para que se alcance un óptimo régimen de funcionamiento.

Estimulación de las cualidades nerviosas a través de la sollicitación del sistema nervioso central y periférico, mejorando la coordinación, reactividad, destreza y agilidad.

La eficacia muscular se mejora por el incremento de la temperatura que se va a producir previo la realización del esfuerzo. Es aconsejable la utilización de métodos de calentamiento activo sobre los pasivos, del tipo de electroterapia, masaje, etc. Durante la realización de ejercicios de calentamiento se insertan, entre las series, ejercicios de flexibilidad y de movilidad articular.

### Esquema 2 Conceptualización de efectos del calentamiento

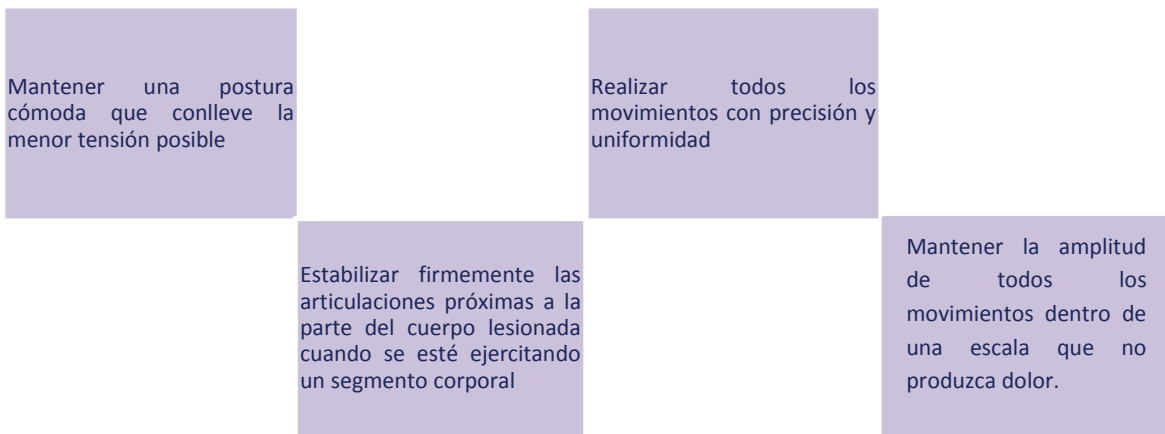
#### Preestiramiento muscular

El estiramiento forma parte del precalentamiento muscular, pero merece mención aparte por su especificidad. Antes de iniciar el trabajo con cargas, se realizará un estiramiento previo como estímulo neurológico necesario para obtener posteriormente una mejor respuesta contráctil, por un mayor reclutamiento de unidades motrices. Para ello es beneficioso el uso de las técnicas de “*stretching*”, que suponen un trabajo activo, y un reposo breve, finalizado con un estiramiento suave y mantenimiento de 8 a 10 segundos de duración.

#### Rehabilitación Física

*El programa de ejercicios de rehabilitación*

Todas las modalidades de ejercicios deben seguir estos principios



*Esquema 3 Conceptualización de los cuatro principios generales de cualquier programa de ejercicios de rehabilitación*

**Fases de los Ejercicios de Rehabilitación**

Los ejercicios de rehabilitación en medicina deportiva se clasifican generalmente en seis fases. Antes de la cirugía electiva o fase prequirúrgica. Después de esta podemos identificar cinco fases adicionales. No todos los pacientes experimentan todas las fases para alcanzar la rehabilitación completa. Dependiendo del tipo de lesión y de la respuesta individual a la reparación, en ocasiones las fases se superponen.

*Esquema 4 Definición y clasificación de las 4 fases de ejercicios de rehabilitación.*

**Fase de ejercicio posquirúrgico o fase de lesión aguda (fase 1)**

El momento óptimo para comenzar el ejercicio terapéutico es aproximadamente a las 24 horas de la cirugía o de la lesión. La finalidad del ejercicio es evitar la atrofia muscular y asegurar un regreso a la competición deportiva lo más rápido posible. Normalmente, la parte corporal que ha sido reparada quirúrgicamente está inmovilizada (figuras 4 y 5). Mientras está inmovilizada pueden utilizarse estiramientos musculares o ejercicios isométricos para mantener la fuerza muscular. No se debe olvidar, a menos que esté contraindicada, la ejercitación suave de las articulaciones suprayacentes y subyacentes a la parte corporal inmovilizada con el punto de mantener su fuerza y movilidad.

**Fase de ejercicios precoz (fase 2)**

Esta fase continúa de forma directa la fase postquirúrgica o de la lesión aguda. Sus objetivos principales consisten en restablecer la contracción muscular completa sin dolor y mantener la fuerza de los músculos que rodean la parte corporal inmovilizada (figura 6). Se continúa el estiramiento muscular. Dependiendo de la naturaleza de la lesión, se pueden añadir ejercicios isométricos contra resistencia. Las articulaciones cercanas a la lesión se mantienen en buenas condiciones mediante ejercicios de fortalecimiento y movilidad.

**Fase de ejercicios intermedio (fase 3):**

Una vez conseguida la contracción muscular completa sin dolor, el objetivo es desarrollar hasta el 50% de la amplitud de movimientos y el 50% de la fuerza. Un tercer objetivo es restablecer la coordinación y la propiocepción neuromuscular a niveles casi normales.

**Fase de ejercicio avanzado (fase 4):** El objetivo es restablecer como mínimo el 90% de la amplitud de movimientos y de la fuerza del paciente. Debe someterse a un proceso de reacondicionamiento par su vuelta al deporte. El objetivo ideal es la de restablecer por completo la potencia, flexibilidad, resistencia, velocidad, propiocepción y la agilidad de la parte lesionada, así como las de todo su cuerpo.



*Figuras 4 y 5. Traumatología Hellín. Ejercicios tras cirugía de Prótesis total de rodilla. Isométrico de los cuádriceps.*



*Figura 6. Traumatología Hellín. Ejercicios tras cirugía de Prótesis total de rodilla. Flexión de rodilla sin apoyo.*

### **Fortalecimiento Muscular**

El fortalecimiento muscular se propone devolver a un músculo o a un grupo muscular una fuerza normal. Es el objetivo de muchos ejercicios de cinesiterapia activa. Constituye un hecho conocido que la ausencia de movimientos lleva a una merma de la masa muscular y de la fuerza, basta con 72 horas de inactividad para que comience una atrofia muscular. Esta “atrofia por inactividad” de la musculatura depende, en forma directa, de la duración del periodo de inmovilización. Debe tenerse en cuenta asimismo, que la pérdida de la fuerza tiene lugar con una rapidez cuatro veces mayor que la recuperación de la misma.

### **Métodos para desarrollar la fuerza muscular**

- **Métodos por contracciones estáticas:** Van a conseguir el fortalecimiento en un sector lineal determinado, ya que la longitud muscular no varía o lo hace muy poco.

- **Métodos por contracciones dinámicas:** Se realiza todo el recorrido articular, con grandes y cargas y pocas repeticiones.
- **Métodos mixtos:** Se combina trabajo estático o dinámico. Este método es el que siguen las tendencias actuales.
- **Métodos isocinéticos:** Utilizan trabajo dinámico contra resistencia que el sujeto puede vencer, a velocidad constante.

### Desarrollo de la Fuerza Máxima

Es la fuerza empleada en una contracción máxima a la que se opone una resistencia insuperable. Se clasifica en isométrica e isotónica, concéntrica y excéntrica. Hay dos métodos con distintos objetivos.

El dirigirse a la mejora de la coordinación intermuscular (armonía antagónica) intramuscular, mediante el entrenamiento basado en repeticiones en poca carga

El de búsqueda de la mejora en la coordinación inter e intramuscular y aumento de la masa muscular por una degradación intensa en las estructuras proteicas a nivel de los músculos después de una sobrecompensación.

### Esquema 5 definición y clasificación de los métodos que desarrollan fuerza máxima.

Para desarrollar la fuerza máxima el tipo de trabajo será:

- 50 a 60% de trabajo dinámico, siendo recomendable dedicar el doble de tiempo al trabajo excéntrico que al concéntrico.
- 20 a 30 % de trabajo isocinético.
- 10 a 20% de trabajo estático.

### Desarrollo de la Fuerza de Impulso o Explosiva

Esta fuerza supone la puesta en juego, a la vez y al máximo, de todos los grupos musculares que intervienen en el esfuerzo contráctil, para producir en mayor impulso posible en el tiempo disponible. Se utilizan dos componentes, la fuerza y la velocidad. El trabajo será dinámico y fundamentalmente concéntrico. La resistencia que se emplea en los ejercicios específicos es, en el caso de que se quiera incrementar la fuerza, del 70 al 90% de su máximo del momento. Si se quiere incrementar la velocidad, será del 30 al 50% del máximo.

### Trabajo de Resistencia a la Fuerza

Es la capacidad de resistencia al cansancio en los ejercicios de fuerza de larga duración o que se repiten con frecuencia. El trabajo de resistencia viene determinado por la capacidad funcional del sistema cardiopulmonar.

La fuerza de resistencia se clasifica en:

- Local: Se trabaja menos de un tercio de la masa muscular



- Regional: Se trabaja con un tercio a dos tercios de la masa muscular total.
- Global: Se trabaja con más de dos tercios de la masa muscular total.

El régimen de trabajo es dinámico (concéntrico y excéntrico) y estático.

### Tipos de Ejercicios para Incrementar la Fuerza

Para incrementar la fuerza se pueden utilizar diferentes tipos de ejercicios. Entre ellos nos encontramos con:

➤ Ejercicios libres o gimnástico
➤ Ejercicios musculares isométricos (estáticos)
➤ Ejercicios musculares isotónicos (dinámicos)
➤ Trabajo con ejercicios isocinéticos
➤ Trabajo con resistencia manuales
➤ Isodinámicos
➤ Polimetría

*Cuadro 1 Clasificación de los tipos de ejercicio para incrementar la fuerza.*

#### *Ejercicios Libres o Gimnásticos*

Es la movilización activa o libre. En este tipo de ejercicios la resistencia es el propio cuerpo del paciente al desplazarse venciendo la fuerza de la gravedad (figura 7). La dificultad puede ser incrementada adicionando lastres, pesos etc, al peso del paciente. Hay diferentes tipos, como son: impulsos hacia arriba, grandes flexiones, incorporaciones, curvaturas abdominales o suspensiones.



Figura 7.

#### *Ejercicios Musculares Isométricos (Estáticos)*

En este tipo de ejercicios no se lleva a efecto movimiento alguno; es decir, se aumenta la tensión desarrollada en los músculos sin que estos se traduzca en acortamiento de sus extremos. Este tipo de trabajo está indicado fundamentalmente durante las primeras fases de recuperación y en aquellos casos en los que la movilidad articular está contraindicada. Por tanto se trata de técnicas de fortalecimiento en posiciones fijas

cuyo objetivo fundamental es el de dar estabilidad a la articulación o articulaciones involucradas (figura 8). Esto obliga a trabajar en diferentes sectores angulares para fortalecer totalmente el músculo, a no ser que las necesidades del paciente requieran un trabajo en posición determinada. Estos ejercicios van a provocar un incremento de riego sanguíneo menor que en el caso de los ejercicios dinámicos.

Cuando la contracción isométrica desarrolla más del 60% de su tensión máxima, se produce temporalmente una disminución de aporte de oxígeno a la zona: a este déficit se relaciona con el aumento de la fuerza. El paciente puede practicar isometría poniéndose el mismo autorresistencia con su mano o pierna, con una pelota médica o recurrir a una pareja.

Un programa tipo con contracciones isométricas puede ser:

- Entrenamiento tres días a la semana.
- De 6 a 8 repeticiones con contracciones isométricas máximas.
- Duración de las contracciones: 5-10 segundos.
- En tres ángulos de recorrido de cada articulación.



Figura 8. Beneficio de los ejercicios Isométricos. Ejercicio (Lagartija).

Las ventajas de este tipo de ejercicios son:	Desventajas de este tipo de ejercicios son:
Posibilidad de incrementar selectivamente las diferentes cualidades de la fuerza de determinados grupos musculares.	La fuerza aumenta fundamentalmente en los ángulos en los que se realizan los ejercicios.
Fortalecimiento en distintos puntos del recorrido articular de un músculo determinado.	No permite el mantenimiento del esquema espacial que se obtiene con el desplazamiento de los diferentes segmentos corporales.
Es beneficioso en caso de dolor al movimiento, puesto que este tipo de trabajo no hay desplazamiento y por ello no se produce dolor; ni estrés articular.	Limita mucho la funcionalidad del músculo utilizado como único método de fortalecimiento.

Aumenta la fuerza muscular estática, algo muy importante en ciertos músculos cuyo papel fundamental es estabilizador.	Puede ser difícil de entender para algunos pacientes.
No se necesita ningún aparato especial.	

*Cuadro 2 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isométricos.*

**Ejercicios Musculares Isotónicos (Dinámicos)**

Este tipo de ejercicios consiste en la contracción contra una resistencia externa constante. Con esta fuerza constante, sólo la longitud de la fibra muscular experimenta un cambio. Aunque etimológicamente isotonía significa tensión constante, lo que se hace es variar la tensión interna del músculo y lo que va a permanecer constante es la resistencia aplicada (figura 9). Como elemento de contraposición sirve el propio peso corporal o la fuerza manual del terapeuta y, en procesos de cierta continuidad, cabe recurrir a sacos de arena, pesas y, finalmente, a dinamómetros o máquinas especiales que proporcionan la fuerza a la cual oponerse.

Este ejercicio muscular, realizado bajo condiciones dinámicas, conduce a un notable incremento del riego sanguíneo de la musculatura.



*Figura 9. Los Mejores ejercicios isótonicos, Ejercicios de Fuerza. (Sentadillas)*

<b>Ventajas de estos ejercicios</b>	<b>Desventajas de estos ejercicios</b>
Aumenta la fuerza	La carga máxima a la que se somete el músculo es la que puede mantener en su punto más débil dentro de todo el recorrido articular, con lo que no se trabaja el músculo al máximo de sus posibilidades.
Incrementa la fuerza muscular	Con la utilización de cargas directas (pesas), el tiempo de reposo se trasforma en tiempo de trabajo estático para evitar que por el peso de la carga los elementos cápsuloligamentosos se distienden.
Favorece la actividad motora	Si se produce un fallo muscular repentino, la caída de la carga puede provocar lesiones.
El trabajo se realiza a lo largo de todo el recorrido articular	No desarrolla al máximo el reclutamiento muscular puesto que el momento resistente no

	es máximo en todo el recorrido articular.
En la mayoría de los casos, fácilmente disponible debido a su reducido costo económico.	Normalmente el movimiento se realiza en un solo plano.
Utiliza las tres posibilidades de ejercicio concéntrico, excéntrico e isométrico.	Si los movimientos se realizan a velocidades rápidas y sin control, existe la posibilidad de lesión debido al fenómeno de la inercia.
	El hecho de realizar una contracción concéntrica, una estática, una excéntrica y un reposo relativo puede provocar isquemia muscular y, por tanto, acelerar la aparición de fatiga, e incluso dolor

*Cuadro 2 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isótonicos.*

**Trabajo con Ejercicios Isocinéticos**

Los ejercicios isocinéticos son aquellos que se realizan a una velocidad constante (isocinética significa velocidad o rapidez constante), previamente establecida, y contra resistencia variable que se va acomodando, a lo largo de todo el recorrido articular, a la fuerza desarrollada por el músculo (figura 10).

Los aparatos de ejercicios isocinéticos permiten trabajar de forma concéntrica, excéntrica e isométrica, abarcando unas velocidades que van de 0 a 500 gramos/segundo. Se le pedirá al paciente que se esfuerce al máximo al realizar el movimiento hasta llegar a la velocidad previamente seleccionada, momento en el cuál el aparato comenzará a ofrecerle una resistencia adaptada a la fuerza desarrollada por el músculo. Si el movimiento realizado por el paciente no alcanza la velocidad preestablecida, el aparato no le ofrecerá prácticamente resistencia.



*Figura 10 Fortalecimiento del cuádriceps, Ejercicio isocinético*

<b>Ventajas del trabajo isocinético:</b>	<b>Desventajas del trabajo isocinético:</b>
Se obtiene momento resistente máximo durante todo el recorrido articular.	Consta elevado del equipo.
Posibilita el trabajo a diferentes velocidades de una forma controlada.	No peestiramiento, lo que va suponer un inconveniente que debe ser tenido en cuenta, puesto que el estiramiento previo va a condicionar una mejor respuesta

	motora.
Poca probabilidad de producción de lesiones.	Aunque se puede trabajar con velocidades rápidas de hasta 500 gramos/segundo, éstas están lejos de altas velocidades que se pueden alcanzar en el cuerpo humano, ej. 1,200gramos/segundo carrera
Posibilita trabajar con los tres tipos de contracciones: estática, concéntrica y excéntrica.	
Acomodación a la fatiga ya que, a medida que el sujeto se fatigue, el aparato se adapta a la disminución de la fuerza desarrollada, aplicando una menor resistencia.	
Permite obtener datos de la prueba realizada (trabajo realizado, momento de fuerza máxima etc.)	

*Cuadro 3 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios isocinética.*

#### **Trabajo con Resistencias Manuales**

En estos ejercicios el paciente trabaja contra la resistencia que le opone un compañero o del colaborador. Normalmente se utilizan las manos, pero también se pueden utilizar el tronco y los miembros inferiores. Supone una adaptación de la resistencia que se opone por el colaborador a la capacidad del que realiza el ejercicio. Puede consistir tanto en ejercicios estáticos como dinámicos. Si bien se trata de una técnica global, el refuerzo muscular que se pretende es frecuentemente selectivo, ya que aunque los ejercicios aplicados lleven a cabo una sollicitación global, el objetivo se centra en un único músculo o función muscular realizada por un reducido de músculos que ve reforzada su actividad gracias a la contracción de músculos vecinos(figura 11).



*Figura 11. Ejercicios con banda elástica para realizar en casa.Soyfit.*

Ventajas	Desventajas
No hay dolor, ya que se trabaja evitando provocarlo.	Imposibilidad de cuantificar la fuerza que realiza el músculo o grupo muscular en cada momento, aunque lo que se busca es que trabaje siempre al máximo de su posibilidades.
Favorece la propiocepción y la fuerza funcional, ya que la resistencia ofrecida por el compañero se va a adaptar a las posibilidades del paciente.	La fatiga o el estado de ánimo del colaborador son factores que pueden influir negativamente en el desarrollo de este método de fortalecimiento.
Es difícil la producción de lesiones, puesto que el colaborador va a estar atento a ello.	
Se elimina la inercia	
Se pueden utilizar los tres tipos de ejercicios posibles, concéntricos, excéntricos e isométricos.	

*Cuadro 4 Relación entre ventajas y desventajas de los ejercicios con resistencias manuales.*

#### **Isodinámica**

En este tipo de entrenamiento, los diferentes movimientos que se utilizan en cada especialidad deportiva se realizan contra resistencia de un elemento elástico. Hay diferentes tipos de elementos elásticos, como son las bandas de tubos de goma, cámaras de bicicleta, etc.

#### **Pliometría**

El ejercicio pliométrico produce una sobrecarga de tipo isométrico, usando el reflejo miotático o de estiramiento. En este tipo de trabajo, el sistema nervioso del paciente va a ser capaz de cambiar las contracciones musculares excéntricas en concéntricas. Este trabajo va a ser, por tanto, la suma de las contracciones estáticas y dinámicas, ya que en un primer momento se va a partir de un estiramiento previo excéntrico para, a continuación, de forma rápida y forzada, crear la contracción concéntrica con la mayor tensión posible, produciendo un esfuerzo explosivo. La razón de esto se debe a que un músculo que se contrae desde una posición previa de elongación lo hace mejor y más rápidamente.

Entre los diferentes tipos de ejercicios pliométricos nos encontramos con: saltos, elevaciones, saltos en profundidad, saltos con pesas, técnicas de lanzamiento y recogida del balón, etc. Para ejercitar con pliometría la parte superior del cuerpo se usa la pelota médica o sacos de arena; para trabajar la parte inferior se pueden realizar, por ejemplo, saltos de obstáculos del tipo escaleras o serones de mimbre.

Debido a la complejidad y al gran esfuerzo que supone el ejercicio pliométrico, no debe realizarse cada día. En el plan de entrenamiento del paciente es aconsejable que desarrolle previamente una potencia básica elevada y, después, añadir los ejercicios pliométricos (figura 12).



**Figura 12. Todo lo que la pliometría hace por tu musculatura. Ejercicio pliometrico específico.**

### *Movilidad Articular y Flexibilidad*

La movilidad articular puede definirse como la capacidad, por parte de un segmento óseo, de efectuar el máximo desplazamiento permitido por la articulación en el cuál se halla incluido. La flexibilidad es la capacidad de un músculo de alcanzar su longitud óptima, que permite el máximo desplazamiento, de forma que exprese por completo sus posibilidades de fuerza.

La movilidad articular y la flexibilidad se hallan estrechamente relacionados, ya que para obtener un movimiento lo más amplio posible será necesario.

- Alcanzar una óptima capacidad de elongación de todos los músculos relacionados con la articulación movilizada por el gesto. Esta característica es fácilmente incrementada por ejercicios de flexibilidad muscular.
- Un gran desplazamiento articular, que depende de las características de los ligamentos propios de cada articulación, es decir, de su longitud y extensibilidad.

Por tanto, los ejercicios de flexibilidad interesan tanto en el aspecto fisiológico como en el aspecto cinemático.

La movilidad articular y la flexibilidad deben ejercitarse desde los primeros años de actividad motora (3-6 años). Los ejercicios de movilidad articular deben abarcar todas las grandes articulaciones. Cuando se haya alcanzado el periodo de alta especialización deportiva, se tendrá que solicitar la movilidad articular específica para las distintas actividades competitivas. Los ejercicios de flexibilidad tendrán siempre un carácter generalizado; será imprescindible realizarlos durante y al término de las

actividades de resistencia y fuerza, para proporcionar la justa longitud de aquellos haces musculares que han sido contraídos intensa y repetidamente.

En la metodología del entrenamiento más reciente, los ejercicios de flexibilidad vienen siempre incluidos, más a menudo y sobre todo, tras una primera fase de calentamiento.

El objetivo del entrenamiento de flexibilidad es lograr una flexibilidad óptima sin lesión ni laxitud articular excesiva.

### **Estiramiento**

El estiramiento indica la aplicación de una fuerza deformante sobre la articulación y los músculos. Clásicamente, el estiramiento se concentraba en la fuerza final del arco en un solo plano. Desde hace poco, los programas funcionales tienden a ser programas de estiramientos concentrados en el arco final.

El estiramiento antes de hacer deporte es una actividad rutinaria, dirigida por entrenadores, preparadores físicos, y médicos o enfermeros deportivos. Los deportistas deben calentar hasta comenzar a sudar antes del estiramiento. Aunque se cree que el estiramiento evita el dolor y las lesiones musculares y mejora el rendimiento, varias revisiones de los artículos publicados señalan que la evidencia que avala estas creencias es insuficiente.

El estiramiento se emplea en el programa de ejercicios del paciente lesionado después de que la exploración detecta déficits de la flexibilidad. Hay muchos tipos de ejercicios de estiramiento empleados por entrenadores y fisioterapeutas que le enseñan al paciente en rehabilitación.

<b>Método</b>	<b>Necesidades habituales</b>
Estiramiento pasivo	Compañero para fuerza externa Estiramiento sostenido lento
Estiramiento estático	Fuerza autoaplicada Mantener 15-60 s Dos tandas en cada grupo muscular
Facilitación neuromuscular propioceptivo (FNP)	Compañero para fuerza externa Aplicación inmediata de fuerza tras contacto Isométrico (estiramiento contraer-relajar)
Estiramiento funcional	Estiramiento autoaplicado Aparato para colocación Incorporación de los tres planos de movimiento cardinales (frontal, sagital y transversal)

*Cuadro 5 Clasificación y características de los tipos de estiramiento para pacientes con rehabilitación física.*



El estiramiento pasivo consiste en que otra persona aplique una fuerza externa sostenida. La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) puede precisar que otra persona aplique resistencia isométrica o isotónica seguida de alargamiento muscular pasivo. La FNP se basa en principios neurofisiológicos de inhibición recíproca y en el reflejo de estiramiento con intención de influir en los husos musculares y órganos tendinosos.

### **Propiocepción**

El músculo tiene un papel fundamental en las sensaciones propioceptivas (aquellas que nos informan de la posición de un segmento corporal en el espacio). Es esencial que el deportista lesionado vuelva a desarrollar la capacidad de tener conciencia en todo momento de la situación de la zona corporal lesionada en la relación a su entorno. Es necesario restablecer la propiocepción antes de emprender actividades que potencia la coordinación, la agilidad y la velocidad (Figura 13). Trabajando este aspecto también mejoraremos la velocidad de reacción muscular. Esto se consigue intentando reproducir el mecanismo lesional que el paciente, al identificarlo, reaccione lo más rápido posible evitando esa situación externa.

Dependiendo del tipo de lesión, existen muchas formas del alcanzar este objetivo. Hay otras actividades de equilibrio que pueden ayudar a desarrollar la propiocepción, como por ejemplo dar saltos en una cama elástica manteniendo el equilibrio en un solo pie.



*Figura 13. Propiocepción contra la lesión deportiva. Ejercicio propioceptivo en fisioterapia.*

### **Coordinación, Agilidad y Velocidad de Movimiento**

La rehabilitación física también se ocupa de restablecer la coordinación y la velocidad de movimiento.

Las distintas técnicas para mejorar la coordinación se fundamentan en:

- Utilización del sentido de la vista y la atención consciente del movimiento para sustituir a la sensibilidad profunda.
- La repetición como base para conseguir el movimiento correcto y la automatización del mismo.
- Progresión en la velocidad de ejecución, comenzando por movimientos lentos.
- Evitar la fatiga, realizando pocos movimientos por sensación y repitiendo la sesión varias veces al día.

La coordinación general se incrementa con ejercicios combinados, con los cuáles se persiguen la función lógica de distintos movimientos elementales sencillos que involucran varios segmentos óseos. De esta forma, se pueden crear diferentes series de ejercicios que, una vez aprendidas correctamente y realizadas a velocidad cada vez mayor, se varían sistemáticamente a fin de construir la plataforma necesaria para el desarrollo de la coordinación específica. Son ejemplos de ejercicios de coordinación específica. Son ejemplos de ejercicios de coordinación y agilidad: correr en zigzag, correr en ochos sobre la pista, y correr y cortar.

En la fase de alta especialización se sumarán a la gimnasia específica y a las actividades técnico-adiestrativas, movimientos específicos destinados a adquirir, perfeccionar y memorizar los automatismos que caracterizan los gestos técnicos propios del deporte practicado.



## Actividad de Aprendizaje Cinesiterapia.

### Cinesiterapia

1. Identifica las imágenes que se relacionen con los principios de la cinesiterapia-

Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7



Imagen 8



Imagen 9

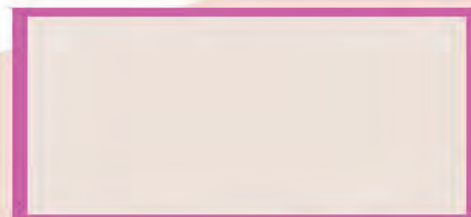
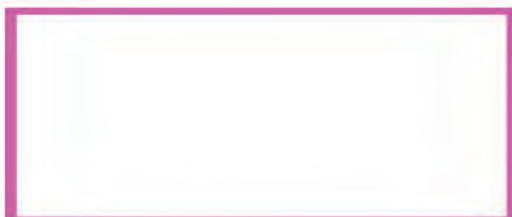
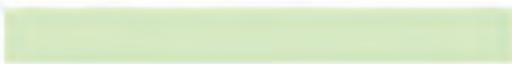


2 La cinesiterapia se divide en pasiva y activa.  
 A completa el siguiente cuadro con los datos que se te piden.

Tipo	Definición	Ejemplo
Cinesiterapia Activa		
Cinesiterapia Pasiva		

3. Se puede clasificar la movilización activa de distintas maneras, una de ellas depende de la extensión de la zona que se moviliza.

Conforme a las siguientes dos imágenes, identifica a cual pertenece cada una, y coloca sus características:



4. La movilización activa libre, se subdivide en tres movilizaciones:

Relaciona correctamente

A) Hay desequilibrio entre el momento muscular y la resistencia. Primero se vence la gravedad y, después, la inercia ayuda al movimiento. Se aprovecha la inercia, ya que se va a realizar movimientos de péndulo.

1) Estática

B) No supone desplazamientos de segmentos. Son las contracciones isométricas, en donde el músculo se contrae y relaja sin modificar su longitud, pero permitiendo el mantenimiento del tono y la fuerza muscular.

2) Pendular

C) En este tipo se aplica resistencia externa al movimiento realizado voluntariamente por el paciente. Puede ser manual o mecánica. El objetivo de esta inmovilización es un mayor desarrollo del músculo y una mayor potencia muscular.

3) Gravitacional

D) La única resistencia que ha de superar el paciente es el peso de segmento corporal que ha de movilizar, es decir, la gravedad. Hay también desequilibrio entre en momento motor y la resistencia.

4) Movilización activa resistida

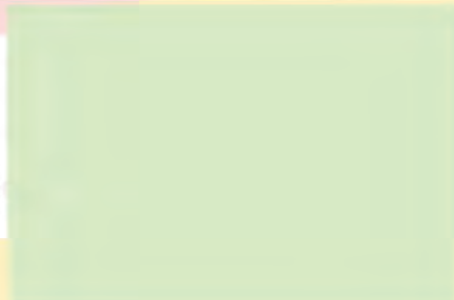
### Principios generales del entrenamiento

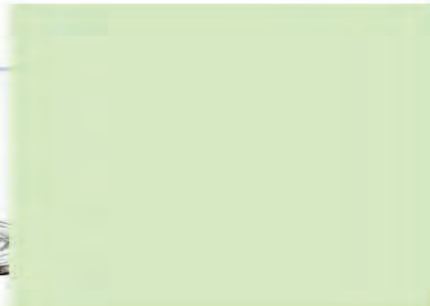
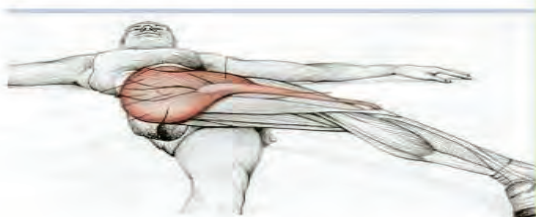
5. En la siguiente actividad abordaremos la recuperación de una lesión muscular, para ser más específicos del complejo lumbopelvifemoral (Es un complejo óseo que presenta capacidad de movimiento mediante las articulaciones de la columna vertebral, las articulaciones sacroilíacas y las coxofemorales).

- 1) Para comenzar iniciaremos con una sesión de calentamiento, recordando que su finalidad es poner al atleta en las condiciones musculares, orgánicas y nerviosas óptimas para enfrentarse a esfuerzos físicos de alta intensidad.
- 2) No se puede ni se debe, en ningún caso, iniciar una sesión de entrenamiento sin haber calentado, pues de lo contrario se corre el riesgo de que se produzca una lesión muscular, rotura fibrilar, esguince etc.
- 3) Los ejercicios de calentamiento son activadores de los sistemas cardiocirculatorio y respiratorio, es interesante tener en cuenta que para estimular dichos aparatos es preciso que intervengan al menos el 50% de la musculatura global.
- 4) Con las siguientes indicaciones realiza un calentamiento enfocado al complejo lumbopelvifemoral, toma fotos y explica cada uno de los ejercicios realizados.

### Preestiramiento muscular

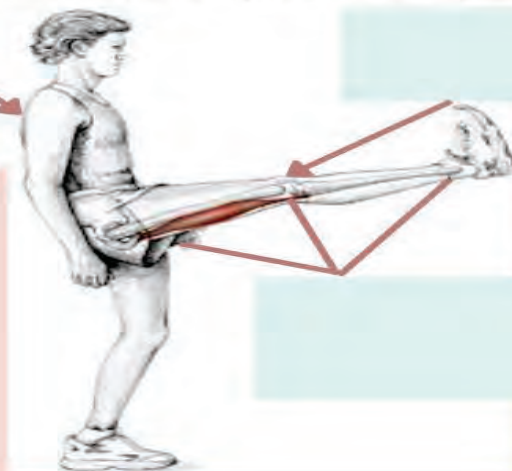
5. En la siguiente actividad, identifiquen los músculos que se está estirando.





**Rehabilitación física**

6. En la siguiente imagen escribe los principios que debe de seguir toda modalidad de ejercicio de rehabilitación.



### Fases de los ejercicios de rehabilitación

A completa el siguiente recuadro con las 5 fases de rehabilitación

Fase	Objetivo	Intervenciones
Fase de ejercicio posquirúrgico o fase de lesión aguda (fase 1)		
Fase de ejercicios precoz (fase 2)		
Fase de ejercicios intermedio (fase 3)		
Fase de ejercicio avanzado (fase 4)		
Fase de reincorporación inicial al deporte (fase 5)		

### Fortalecimiento muscular

8.Relaciona las columnas

a) Se combina trabajo estático o dinámico. Este método es el que siguen las tendencias actuales.	1) Métodos por contracciones estáticas
b) Utilizan trabajo dinámico contra resistencia que el sujeto puede vencer, a velocidad constante.	2) Métodos por contracciones dinámicas.
c) Van a conseguir el fortalecimiento en un sector lineal determinado, ya que la longitud muscular no varía o lo hace muy poco.	3) Métodos mixtos
d) Se realiza todo el recorrido articular, con grandes y cargas y pocas repeticiones.	4) Métodos isocinéticos

### Desarrollo de la fuerza máxima

9. Identifica en las siguientes imágenes a qué tipo de contracción muscular corresponde





**Trabajo de resistencia y fuerza**

La fuerza de resistencia se clasifica en tres: local, regional y global.

10. En la siguiente imagen colorea el porcentaje de musculatura que se trabaja en cada una de ellas.



Colorea cada región de los siguientes colores:

- Local.
- Regional.
- Global.

11. Identifica a qué tipo de ejercicio terapéutico corresponde cada una de las siguientes imágenes



1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.

12. Ya que identificaste las imágenes con su respectivo grupo de ejercicios de rehabilitación, a completa las siguientes tablas.

Programa	Definición	Ventajas
Días de entrenamiento:		
Repeticiones		Desventajas
Duración	Objetivo	

### **Ejercicios musculares isotónicos (dinámicos)**

Programa	Definición	Ventajas
Días de entrenamiento:		
Repeticiones	Objetivo	Desventajas
Duración		

### **Trabajo con ejercicios isocinéticos**

Programa	Definición	Ventajas
Días de entrenamiento:		
Repeticiones	Objetivo	Desventajas
Duración		

### **Trabajos con resistencias manuales**

Programa	Definición	Ventajas
Días de entrenamiento:		
Repeticiones	Objetivo	Desventajas
Duración		



## Vendajes Funcionales y Vendajes Enyesados

### Vendajes Enyesados

Los vendajes enyesados se utilizan en el tratamiento de las fracturas, aunque la presencia de una fractura no implica necesariamente una inmovilización mediante vendaje de yeso. El enyesado se aplica con tres fines.

- Inmovilizar una fractura para permitir su consolidación.
- Aliviar el dolor.
- Estabilizar una fractura inestable.

Las vendas más utilizadas son telas de muselina endurecidas mediante dextrosa o almidón en impregnadas de sulfato de calcio semihidratado. Al añadir agua tiene un lugar de reacción exotérmica.

A la vendas se añaden diversas sustancias catalizadoras que permiten en endurecimiento a diferentes velocidades. Puede utilizarse sal común de cocina para retardar el fraguado del yeso. Para acelerar el endurecimiento se aumenta la temperatura del agua. Existen varias formas de aplicación. Algunos yesos se aplican en contacto directo con la piel, aunque hay que tener cuidado con las escaras por presión y las quemaduras. En la actualidad es más habitual colocar una media elástica con protección de algodón en los relieves óseos o un vendaje de algodón de distal a proximal (figuras 1 y 2).

Un vendaje muy grueso reduce la eficacia del yeso y permite un movimiento excesivo. El algodón interpuesto entre la piel y el yeso proporciona presión elástica y mejora la fijación de la extremidad al compensar fácilmente la ligera contracción de los tejidos tras la aplicación del yeso. Por regla establecida, entre más algodón se use, más yeso tendrá que colocar.



Figura 1.



Figura 2.

Las vendas del tamaño apropiado se sumergen en el agua, de una en una, y se mantienen sumergidas de 3 a 5 segundos (hasta que dejen de burbujear) (figura 3). Se retira la venda sujetando en los extremos y se exprime suavemente desde los extremos hacia el centro. Se debe exprimir de manera suave para no extraer demasiada agua, lo que provocaría un fraguado rápido y una mayor liberación del calor (figura 4). La venda se entrega al operador con el extremo individualizado. Mientras éste enrolla la venda húmeda de forma uniforme alrededor del miembro, se sumerge otra venda en el agua y se prepara de forma similar.



Figura 3.

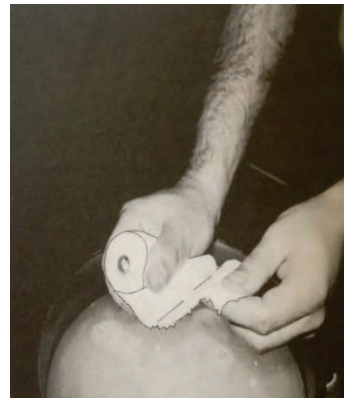


Figura 4.

Las vendas de yeso deben ser enrolladas en el mismo sentido que las de algodón y cada vuelta debe superponerse en la mitad de su anchura sobre el anterior (Figura 5). El yeso se coloca trasversal con respecto al eje mayor del miembro, con el rollo de la venda próximo a la superficie del miembro afectado.

Es preciso guiar ligeramente el rollo alrededor del miembro, aplicando presión con la palma de la mano, para moldear el yeso.

A medida que el brazo o la pierna varían de diámetro, el índice y el pulgar de la mano contralateral deben ir ajustando cada nueva vuelta (figura 6). Mientras se aplica el vendaje se va alisando con las palmas de ambas manos.



Figura 5



Figura 6.

La duración y la resistencia del yeso dependen de la buena coaptación de cada capa. Es importante conseguir que los extremos del yeso tengan un grosor uniforme. En ancho más común de las vendas es de. 5, 10, 15 y 20 cm.

Otro error es no colocar el yeso lo suficientemente ajustado, en especial sobre la parte proximal del miembro afectado. En esta zona se requiere un mejor encaje que en la parte distal (figura 7).



Figura 7.

Al aplicarse un yeso en la extremidad superior, deben dejarse los dedos libres, finalizando el vendaje a nivel de la cabeza de los metacarpianos en el dorso, y en el pliegue flexor proximal en la zona palmar, para permitir un correcto movimiento de los dedos (figura 8 y 11).



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.



Figura 11.

Si el yeso está demasiado apretado, hay que abrirlo, cortando no sólo el molde de yeso sino también el relleno interno, para disminuir la presión. Hay que liberar hasta la piel, teniendo especial cuidado en cortar todas las fibras del vendaje algodónado. Posteriormente hay que colocar una tira de algodón y una venda circular, para evitar el efecto ventana y las úlceras por presión sobre el borde del yeso (12 a 15).



Figura 12.



Figura 13.





Figura 14.



Figura 15.

En caso de que exista una herida o una lesión cutánea que deba ser tratada, puede dejarse una ventana o abertura en el yeso. Se cubre la herida con una masa voluminosa de gasa estéril, aplicando luego el vendaje en la forma normal. Después de recortar la zona abultada (Figura 16). La herida debe ser cubierta con un apósito estéril cerrándose la ventana mediante una “tapa” de yeso o de venda (figura 17), sujetándolo mediante un vendaje circular (figura 18 y 19). Así se evita la aparición de hernias en el tejido blando, con la consiguiente tumefacción y la ulceración de la piel (efecto ventana).

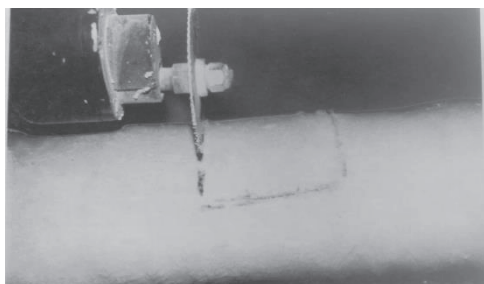


Figura 16.



Figura 17.

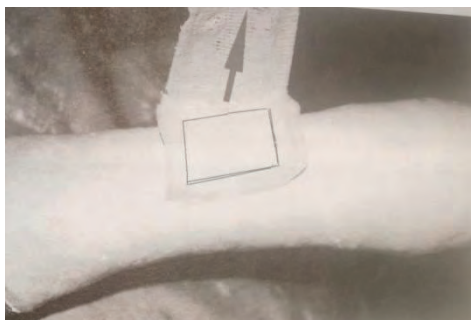


Figura 18.

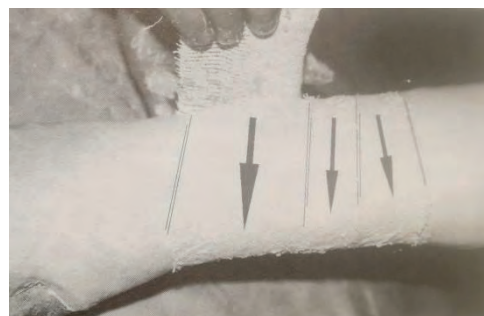


Figura 19.

Las escaras son unas de las posibles complicaciones de los yesos debido a presiones puntuales excesivas. Una forma de evitarlas consiste en la eliminación de los bordes

cortantes y de las zonas indentadas. Las gasas y compresas colocadas entre las capas del vendaje tienen tendencia a moverse y pueden producir escaras por la presión.

### Férulas de Yeso

Las férulas tienen la ventaja, sobre el yeso cerrado, de permitir la expansión ocasionada por la tumefacción e inflamación de los tejidos blandos sin causar problemas de tipo compresivo. También permiten aplicar frío local en el lugar de la lesión. Es por eso que las férulas son muy usadas en las inmovilizaciones de urgencia.

El inconveniente es que permite un movimiento excesivo en la zona afectada, estando contraindicadas para el tratamiento definitivo de fracturas inestables. Cuando se ha decidido el largo y ancho requerido, se prepara la férula desenrollando una venda a la longitud deseada. En el adulto se suele usar de 8 a 10 capas y en el niño de 6 a 8 capas (figura 20). El extremo fial de la venda se dobla hacia dentro. Cogiendo la férula en bloque se dobla desde cada extremo, hacia el centro, sujetándola entre los dedos (figura 21). Se sumerge en agua 2-3 segundos, se escurre y se alisa cuidadosa y rápidamente en una superficie plana.

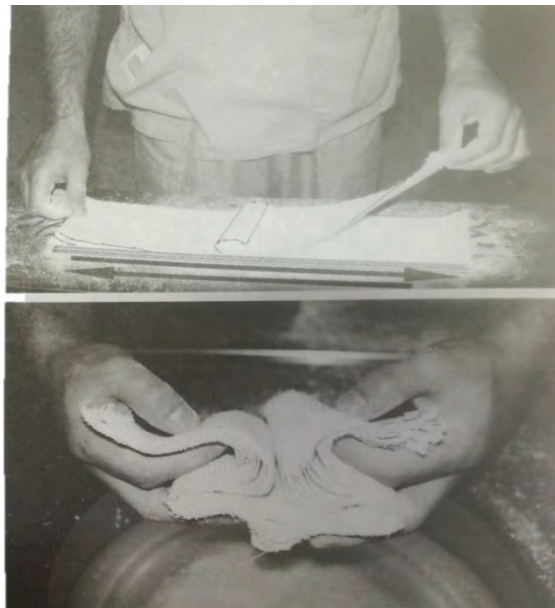
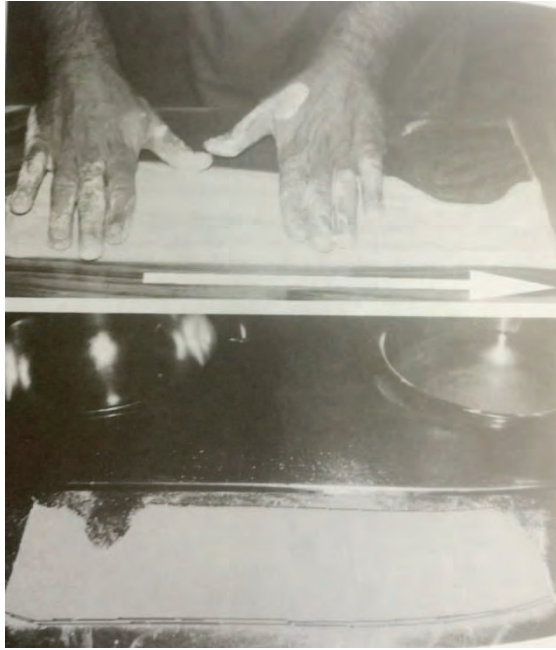


Figura 20-21

Las capas deben comprimirse jutas y extraerse las burbujas. Si no se hace esto, al secarse proporcionando un molde ineficaz (figuras 22 y 23). De manera alternativa se pueden solidarizar las capas sujetándolas por un extremo y estirándolas hacia abajo entre dos dedos desde el otro extremo (figura 24).



Figuras 22 y 23.



Figura 24.

Se coloca la férula sobre el miembro y se alisa con las manos ajustándolas al contorno del mismo. No deben formarse arrugas en el yeso que podrían producir úlceras por presión (figura 25).



Figura 25.

Las férulas se sujetan con vendas de trama abierta (elástico o de hilo). Las vendas deben mojarse para evitar tensiones, ya que encogen al contacto con el yeso.

El vendaje debe aplicar con firmeza pero sin demasiada presión para evitar contracciones locales.

Recientemente se han empleado vendas de fibra de vidrio y resinas plásticas que son moldeables y transparentes a los rayos X. Pueden mojarse sin reblandecerse o deformarse. Tienen una aplicación muy limitada en las fracturas recientes, pero resulta muy útil como segundo yeso ya que permiten al paciente la utilización de hidromasaje o algún tipo de hidroterapia.

#### **Controles Posteriores y Seguimiento**

Todo paciente con yeso circular debe recibir una información sobre los síntomas de la posible isquemia producido por un yeso demasiado apretado. Los signos más típicos de un yeso demasiado ajustado son: Dolor en aumento, tumefacción, frialdad o cambio de color en la piel, en las zonas distales de la extremidad. Como regla general, recomienda comprobar todo yeso circular al día siguiente de la aplicación, para verificar posibles trastornos circulatorios. Es conveniente informar al paciente de la necesidad de mantener el miembro inmovilizado para disminuir la congestión venosa y favorecer el retorno.

En las lesiones del miembro superior se coloca un cabestrillo. Hay que tener cuidado de posicionarlo a la altura adecuada (a nivel del corazón), ya que si el cabestrillo es demasiado largo, la parte distal queda en declive, lo que favorece la formación del edema y éstasis venoso. Se debe indicar al paciente que ejercite las articulaciones no inmovilizadas por el yeso.

Los pacientes con inmovilización del miembro inferior deben seguir cuidados similares. Los pacientes portadores de una férula posterior interrotuliana (suropédica) deben mantener la pierna elevada los primeros 2 o 3 días. Después, en lesiones menores se puede autorizar la marcha con bastones y sin apoyo. Se deben mover los dedos, la rodilla y la articulación de la cadera.

Es frecuente que aparezca una inflamación de los dedos del pie cuando éste se encuentra en situación declive. Esta inflamación suele desaparecer al elevar el miembro.

Los pacientes con inmovilización inguinomaleolar deben ejercitar la cadera, el tobillo y el pie. Los pacientes con inmovilización inguinopédica deberán movilizar los dedos y la cadera.

## Inmovilizaciones del Miembro Superior

### Fractura de las Falanges de las Mano

La inmovilización de los dedos depende de si la fractura o la lesión afecta a la falange distal o a las falanges media o proximal. Si la lesión afecta a la falange distal, es posible aplicar una férula palmar o dorsal. La articulación interfalángica distal (IFD) se coloca en extensión. Las lesiones por avulsión que afecta al tendón extensor se deben inmovilizar durante 6-8 semanas mediante una férula de Stack (figura 26). Algunas lesiones se pueden tratar con un vendaje funcional sirviendo de férula el dedo contiguo (sindactilia o vendaje imbricado)(figura 27).



Figura 26.



Figura 27.

Las fracturas de las falanges media y proximal tienen muchas similitudes en lo referente a anatomía, mecanismo de lesión y tratamiento. Existen dos sistemas para tratar las fracturas de las falanges proximales y media. El método seleccionado depende del tipo de fractura, su estabilidad y la experiencia del médico:

- **Férula dinámica:** consiste simplemente en vendar el dedo lesionado junto con el contiguo sano. Este sistema permite seguir usando la mano y evita la aparición de rigideces.
- **Yesos, férulas y sistemas de tracción:** la férula acanalada se usa e las fracturas estables. Este sistema produce una mayor inmovilización que la férula dinámica.

Al tratar estas fracturas hay que tener en cuenta dos principios generales:

- **No inmovilizar nunca el dedo en flexión.** Los dedos deben inmovilizarse en la posición funcional, es decir, en unos 50 grados de flexión en las articulaciones metacarpofalángica (MCF) y en 15 -20 grados de flexión en las articulaciones interfalángicas (IF), para evitar rigidez y contracturas. De forma alternativa se puede utilizar la posición de “intrínsecos plus” con extensión interfalángicas y flexión de metacarpofalángicas.
- **Para permitir la movilidad de los dedos no lesionados y evitar rigidez en las articulaciones metacarpofalángicas no se debe enyesar nunca más allá del pliegue palmar distal.** Par inmovilizar el dedo lesionado se usará una férula acanalada para inmovilizar el dedo contiguo sano.

<b>Fractura de los metacarpianos 2° al 5°</b>	<p>Las fracturas del cuello de los metacarpianos se pueden tratar con una férula acanalada que se extiende desde el codo a la articulación IFP, incluyendo también el dedo sano adyacente. La muñeca debe quedar en extensión de 20 grados, las articulaciones MCF deben estar en flexión de 50° y la articulación IFP libre.</p> <p>En el caso de la fractura del cuello den quinto metacarpiano se aplicará una férula acanalada desde el codo hasta la punta del dedo, con la muñeca en extensión de 20 grados. La articulación MCF estará en flexión de 50 a 60 grados, la IFP flexionada entre 20 y 30 grados, y la IFD estará en flexión de 10 a 15 grados. Estas fracturas se pueden tratar con el yeso de Zancolli: manopla de yeso circular que deja libre la muñeca con puntos de apoyo dorsal en la zona proximal del metacarpiano y distal volar sobre la cabeza del metacarpiano.</p>
<b>Fracturas del primer metacarpiano</b>	<p>El primer metacarpiano es distinto a los restantes, desde el punto de vista biomecánico, debido a su elevado grado de movilidad. Las fracturas diafisarias y de la base (extraarticulares) se deben inmovilizar mediante un yeso corto del brazo al pulgar, con la articulación trapeciometacarpiana en flexión y el pulgar en oposición. Las fracturas intraarticulares del primer metacarpiano son de dos tipos: la fractura de Bennet con subluxación o luxación de la articulación trapeciometacarpiana, y la fractura de Rolando (que puede ser una</p>

	fractura en “T” y “Y” que afecta también a la superficie articular.
<b>Fracturas del antebrazo</b>	Las fracturas no desplazadas se pueden tratar con un yeso braquiopalmar bien moldeado. La muñeca en posición fisiológica y el codo en flexión de no más de 90 grados. La posición del antebrazo varía según su localización de la fractura: en la fractura proximal el brazo se coloca en supinación, en la fractura diafisaria el antebrazo se inmoviliza en supinación intermedia y en la fractura del tercio distal se debe inmovilizar en pronación.
<b>Fractura de la cabeza radial</b>	Estas fracturas, cuando no están desplazadas, se trata con férula dorsal larga con el codo en 90° de flexión y el antebrazo en posición neutra. También se pueden tratar con un vendaje algodónado con movilización precoz.
<b>Fracturas diafisarias del húmero</b>	Se inmovilizan con una férula en “U” de Bohler, desde la axila al codo por el lado interno, y desde el codo hasta el acromion por el lado externo. A continuación se coloca un cabestrillo normal o del tipo cuello- muñeca (cuello-puño). En las fracturas desplazadas o anguladas, algunos autores aconsejan la inmovilización mediante un yeso colgante (yeso de Cadwell). Este debe extenderse sólo unos 2,5 cm proximales a la línea de fractura. El antebrazo debe estar en posición neutra con el codo flexionado a 90 grados. El yeso se suspende del cuello mediante un sistema de cabestrillo cuello-muñeca.
<b>Fracturas del húmero proximal</b>	El éxito en el tratamiento ortopédico de las fracturas del húmero proximal depende de una inmovilización precoz. La mayoría de estas fracturas pueden tratarse con vendaje de Velpeau o sus modificaciones y también puede utilizarse un cabestrillo simple.
<b>Fracturas de la clavícula</b>	Se utiliza habitualmente un vendaje en ocho. El profesional de la salud debe informar a la familia sobre la colocación y forma de ajuste del mecanismo de sujeción. Se deben llevar los hombros hacia atrás, colocar el vendaje y ajustarlo en esa posición , examinar al paciente para valorar posibles alteraciones neurovasculares y advertir acerca de los posibles síntomas que anuncian este tipo de complicaciones, y enseñar cómo se tensan el dispositivo en caso de aflojarse.

*Cuadro 1 Indicaciones y técnicas terapéuticas para colocar un yeso dependiendo de la fractura o superficie anatomía afectada.*

*Lesiones de la región de la rodilla*

Las lesiones de la región de la rodilla se pueden inmovilizar de varias maneras dependiendo del tipo de lesión.

*Yeso circular inguinopédico (figura 28):* Después de almohadillar las protuberancias óseas, se aplica un yeso circular con vendas de 15 cm de anchura. Se debe moldear muy bien la zona peri-rotuliana, y dar forma al cuádriceps, al espacio tibio peroneo y a la región del tobillo. Este yeso va desde la ingle a la raíz de los dedos. El tobillo debe estar en 90 grados

*Yeso inguinomaleolar:* este tipo de yeso no incluye el tobillo, termina en la zona supramaleolar. Hay que poner un vendaje en el tobillo para evitar el edema de ventana. Se usa en lesiones de la rodilla. No se debe usar para inmovilizar lesiones de la pierna.

*Férula posterior de yeso inguinomaleolar:* Se usa en las lesiones leves de la región de la rodilla. Se puede reforzar con una férula anterior para aportar mayor estabilidad

*Férula posterior de yeso inguinopédica:* Se usa en las lesiones que afectan a la rodilla y a la pierna. Se puede reforzar con una férula anterior o dos férulas cruzadas para asegurar mayor inmovilización.

*Esquema 1 Descripción de las principales técnicas de inmovilización del miembro inferior (lesiones de la región de la rodilla)*

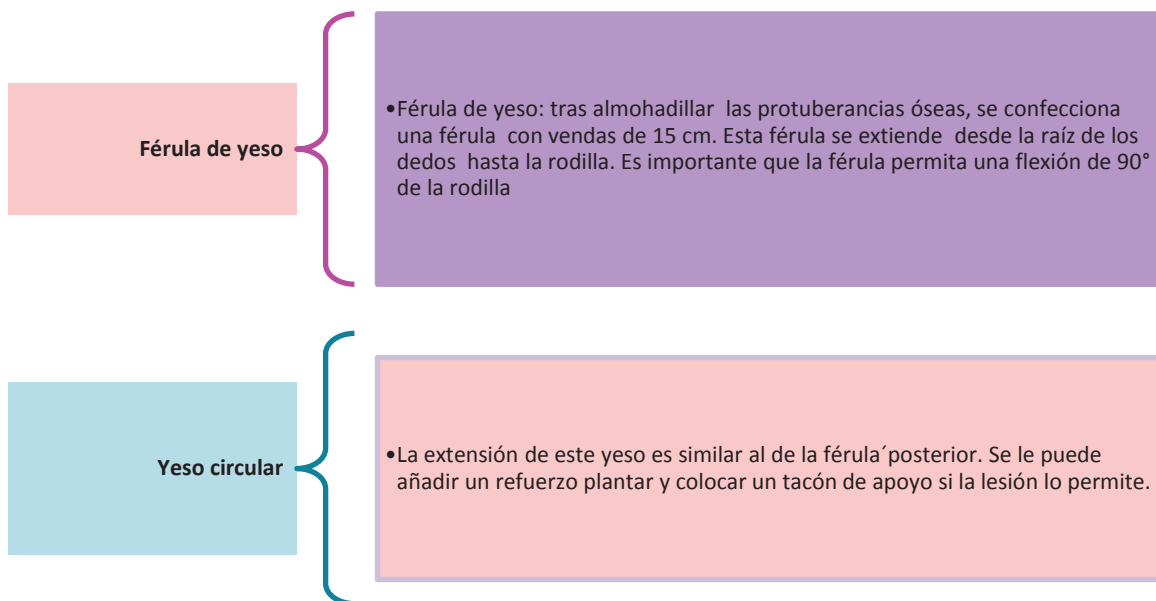


*Figura 28. Inmovilización Traumatología. Slideshare. 2013*

### **Lesiones del Tobillo y del Pie**

La región del tobillo y del pie se pueden inmovilizar con férula y posterior con un yeso circular.





Esquema 2 Descripción de las principales técnicas de enyesado de la región del tobillo y del pie.

### Tratamiento Funcional de las Fracturas de Tibia

Se encuentra el tratamiento mediante yesos funcionales o técnica de Sarmiento. Este autor aboga por el tratamiento biológico de las fracturas, que se basa en la inducción de tejido óseo mediante fuerzas mecánicas. Se ha difundido su uso en fracturas de húmero y, sobre todo en fracturas de tibia.

**Fase I (Yeso corto):** El fracturado se coloca sobre una mesa ortopédica o de exploración, con la pierna fracturada con la pierna suspendida fuera de la mesa. Se almohadilla la pierna con algodón y se inicia el escayolado desde la raíz de los dedos hasta el polo inferior de la rótula. Se usará, a ser posible, vendas de yeso de 15 cm. Durante el tiempo de fraguado se marcan los tres puntos de apoyo que estabilizan la reducción y en el momento justo del endurecimiento se realizan las maniobras de conformación, moldeando entrantes y salientes en zonas preestablecidas.

#### Entrantes

- Porción superior, en la masa muscular del tríceps.
- Discreta insinuación sobre el tendón rotuliano.
- Presión de abajo arriba con el talón de la mano sobre el cóndilo tibial medial.
- Depresión a lo largo de la membrana interósea, sobre todo a nivel del foco de fractura.

#### Salientes

- Cresta tibial.
- Cabeza de peroné.
- Tendones flexores de la rodilla, bíceps e isquiotibiales.

+

### *Esquema 3 Ejemplos de entrantes y salientes en una aplicación de yeso.*

Seguidamente se extiende la rodilla y se prosigue el enyesado de los dos tercios distales del muslo, adaptando durante el fraguado las palmas de las manos por encima de los cóndilos femorales con el fin de aplanar las caras laterales y mediales del tercio distal del muslo.

El paciente permanece 48 horas en reposo, realizando sólo contracciones isométricas de los cuádriceps y movilidad activa de los dedos del pie. Al tercer día se inicia la deambulación asistida en descarga, con la ayuda de bastones. Este período normalmente es de 2 a 4 semanas dependiendo el tipo de fractura. Antes de pasar a la fase de confección del yeso funcional corto, se bilvalva el yeso largo, para detectar la presencia de signos inflamatorios (edemas, flictenas).



*Figura 29. Preparación de Ferulas de yeso. Slideshare.2015.*

**Fase II (yeso corto):** Bilvalvado y retirado el yeso largo, Se coloca al paciente sentado sobre la mesa de yesos, con la cadera y la rodilla en flexión de 90°. Para prevenir el edema distal se colocará un vendaje elástico desde la raíz de los dedos hasta 5 cm por encima de los maléolos. Se cubre la pierna y la rodilla con un vendaje calceta (tubitón) doble.

En el tobillo y en el hueso poplíteo se coloca unas vueltas de algodón para poder recortar con comodidad los bordes del yeso. Se inicia el vendaje por debajo de los maléolos siguiendo proximalmente hasta el polo inferior de la rótula. Al igual que el yeso largo “conformado” durante el fraguado del yeso se marcarán los tres puntos y las conformaciones (entrantes y salientes). Para confeccionar las aletas laterales condilares se extiende la rodilla y se inicia de nuevo el enyesado hasta justo por encima de los cóndilos femorales. Por último se recorta los bordes de las porciones proximal y distal de manera que la rodilla pueda realizar una flexión de 90 ° y que el tobillo tenga una movilidad flexo-extensor similar al del lado sano.

### Vendajes Funcionales

Se entiende por vendaje funcional a aquel vendaje cuyo objetivo es la protección mediante “contención dinámica” y que utiliza vendas adhesivas extensibles e inextensibles oportunamente combinadas (figura 30). El objetivo es la protección de determinadas estructuras músculo-tendinosas y cápsulo-ligamentosas frente agentes patomecánicos, sin limitar la movilidad articular sobre cualquier plano en que ésta se desarrolla.

*Cuadro 2 Descripción, objetivo, función y aplicación de vendajes funcionales.*

Tipos	Objetivo	Función
Articulaciones músculo-tendinosas	Preventivo Terapéutico Rehabilitación	Descarga Estabilización Soporte psicológico Compresión Sostén Antiálgico



**Figura 30. Vendaje funcional preventivo. En tobillo hiperlaxo. Lesiones deportivas. 2012.**

### **Vendajes Articulares**

Se utilizan para proteger las estructuras cápsulo-ligamentosas estabilizadoras pasivas de las articulaciones. Los materiales se usan de varias maneras según sea su fin o la morfología de la zona articular que hay que proteger.

### **Vendajes Músculo-Tendinosos**

Se utilizan como protección de las estructuras musculares y/o tendinosas.

### **Vendajes Preventivos**

Se utilizan normalmente en las competiciones y en los entrenamientos y tienen la finalidad de proteger las estructuras potencialmente más vulnerables a esfuerzos patomecánicos específicos en los deportes de riesgo, para:

- Defectos somáticos congénitos o adquiridos.
- Defectos de postura.
- Inestabilidades crónicas secundarias y traumatismos previos.
- Cargas iterativas submáximas crónicas con efecto lesivo acumulativo (microtraumatismos repetitivos).

### **Vendajes Terapéuticos**

Se usan en el tratamiento de las lesiones traumáticas agudas o microtraumáticas crónicas en las que puede existir o no daño anátomo-patológico, con el fin de obtener la curación clínica de la lesión evitando la inmovilización letal.

### **Vendajes Rehabilitadores**

Se usan en la fase de recuperación de atleta, cuando ya se ha conseguido curar la lesión (independientemente de la gravedad y del tipo de tratamiento) y se desea obtener la recuperación precoz de toda la movilidad articular, de la sensibilidad propioceptiva y de la coordinación motora, factores indispensables para que el deportista recupere su condición física. Tiene las finalidades enumeradas en la siguiente tabla.

*Cuadro 3 Descripción de la aplicación de vendajes Rehabilitadores.*

Mecánicas	Genéricas
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sostén</li><li>➤ Descarga</li><li>➤ Estabilización</li><li>➤ Compresión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Soporte psicológico</li><li>➤ Antiálgico-antiflogístico</li></ul>

#### *Sostén*

El sostén articular realizado con esparadrapo (“Taping”) tiene la función de proteger las estructuras cápsulo- ligamentosas frente a agresiones patomecánicas.

#### *Descarga*

La descarga funcional realizada con vendas extensibles en los diferentes planos tiene su aplicación en las estructuras músculo-tendinosas y tiene la función de amortiguar las fuerzas distractivas, que actúan sobre la unidad motora. La técnica utiliza anclajes musculares para reducir la intensidad de la contracción muscular y anclajes tendinosas que, actuando sobre las palancas esqueléticas insercionales, distienden la estructura tendinosa. El uso de la venda extensible es preferible para evitar inmovilizaciones bruscas.

#### *Compresión*

La compresión articular y muscular realizada con vendas extensibles tiene la función de ejercer una presión que se opone, en términos físicos, a la formación de derrames articulares o hematomas musculares.

#### *Soporte Psicológico*

El paciente protegido por el vendaje presenta un componente subjetivo de seguridad.

#### *Antiálgico- antiflogística*

Relacionado con el reposo funcional producido por el vendaje en la estructura lesionada.



Figura 31. Kinesiotape. Analgesia, Modulador del tono muscular, Aumento del flujo sanguíneo, Mejora de la amplitud articular, Efecto antiedematoso. Drenaje.

### Indicaciones de Uso

Los usos del vendaje funcional son múltiples:

- En la prevención: se usa como alternativa al “taping americano”. Debe predominar el componente distensible, puesto que debe ser lo más dinámico posible para poder adaptarse a las necesidades deportivas. El vendaje preventivo nunca debe usarse en zonas articulares sanas.
- En el tratamiento: se usa como protección integrativa, pero no substitutiva, de la férula de yeso. Debe predominar el componente inextensible ya que se debe obtener una contención más rígida y una mayor resistencia.
- En la rehabilitación: se usa de forma de protocolo como protección integrativa para tratamiento fisioterapéutico. En este caso habrá un predominio de componente inextensible, que progresivamente irá dejando espacio al componente distensible.

### Lesiones Agudas

Las indicaciones para la utilización de vendajes funcionales en lesiones agudas aparecen reflejadas en la siguiente tabla.

➤ Primera intervención	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esguinces leves.</li> <li>➤ Elongación y distensión muscular</li> </ul>
➤ Después del uso de férula de yeso reduciendo el periodo de inmovilización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esguinces más graves</li> <li>➤ Rotura muscular completa</li> <li>➤ Rotura espontanea tendinosa</li> </ul>

Cuadro 4 Indicaciones para utilizar vendaje funcional en lesiones agudas, dividido periódicamente en dos intervenciones

## Lesiones Crónicas

Las lesiones crónicas que pueden beneficiarse de la utilización de un vendaje funcional se enumeran en la siguiente tabla.

➤ Inestabilidad articular crónica.	➤ De primera elección en espera del tratamiento quirúrgico.
➤ Tendinopatías	➤ De primera elección tanto en el tratamiento conservador como en el postquirúrgico.

### Cuadro 5 Indicaciones y explicación para utilizar vendaje funcional en lesiones crónicas.

#### Materiales

Los materiales utilizados en los vendajes dependen del fin que se persigue.

➤ La gasa	Las gasas se utilizan para sujetar los apósitos sobre las heridas, así como para inmovilizar o sujetar los dedos, las manos y los pies. La gasa fija bien los apósitos y permite que el aire pase.
➤ Muselina (algodón comercial)	Es más ligera que la franela pero también proporciona buena sujeción. Muchos vendajes de sostén están hechos muselina.
➤ Gasa de crinolina y la kling (tubular)	La crinolina es un tejido suelto pero fuerte. Impregnado con yeso se utiliza como base para las escayolas. El tejido Kling se adapta perfectamente al cuerpo.
➤ Vendas elásticas	Que suelen emplearse para aplicar presión sobre una zona. Se pueden utilizar como vendas tensoras o como medias parciales para sujetar las piernas y mejorar la circulación venosa. Algunas vendas elásticas tienen una parte adhesiva mediante la que se pueden fijar a la piel. Este tipo se emplea más frecuentemente para sujetar apósitos y al mismo tiempo proporcionar sujeción a una herida.
➤ Vendas de plástico adhesivo	También sirven para fijar los apósitos. Son impermeables y por, tanto, retienen el drenaje de las heridas o mantienen la zona seca. Tienen cierta elasticidad, por lo que ejercen algo de presión.

### Cuadro 6 Listado de materiales utilizados en vendajes funcionales y fundamentación de su uso.

#### Un Vendaje Funcional

Requiere el uso de materiales combinados y utilizados de modo diverso.

Las vendas adhesivas son el material de base de todo vendaje funcional y sus propiedades depende del tejido de soporte y del material adhesivo (látex o acrílico) que debe tener características bien precisas. El tejido y el material adhesivo deben presentar la siguiente característica

- Vendajes adhesivos extensibles o distensibles.
- Vendas adhesivas inextensibles (esparadrapo de "taping").
- Piezas de gomaespuma de diferentes forma y dimensión.
- Protecciones cutáneas para casos de intolerancia cutánea por contacto con los materiales adhesivos o los tejidos.
- Malla tubular distensible de cobertura.

-Poroso, para permitir la transpiración cutánea con el fin de evitar depósitos de sudor que podrían disminuir la resistencia del vendaje.  
-Resistente, para poder absorber de modo satisfactorio los esfuerzos que se descargan sobre él.  
-Fácil de romper (esparadrapo de "taping"), para que el especialista lo puede romper con extrema facilidad en la fase de confección del vendaje.

-Hipoalérgico, para intentar evitar reacciones cutáneas locales.  
-Buena adhesividad: la piel debe prepararse adecuadamente, depilándolo y aplicando compresas con éter para desengrasar, favoreciendo la resistencia del vendaje; la venda adhesiva debe desenrollarse con facilidad para evitar tensiones involuntarias durante la confección de la estructura de contención.

#### *Esquema 4 Descripción y características del material adhesivo aplicado en el vendaje funcional.*

El vendaje funcional nace de una diferente combinación de los dos tipos de vendas. La prevalencia de un tipo sobre otro depende de la función que el vendaje debe cumplir, dando prioridad al componente inextensible si se desea la contracción y la resistencia.

Las piezas de gomaespuma tienen una utilización limitada a los casos en los que pudiera ser necesario conseguir una acción.







## Actividades de Aprendizaje de Vendajes Funcionales y Enyesados

En la siguiente actividad de aprendizaje realizaremos una trivía de todo el contenido temático de vendajes funcionales y vendajes enyesados, para desarrollar las habilidades y conocimiento adquiridos en esta unidad.



1. El vendaje con yeso se utiliza con tres fines, menciona uno de ellos?

A) Aliviar el dolor

B) Con el fin de restablecer la movilidad articular

C) Estabilizar los tejidos adyacentes

D) Los tres incisivos anteriores son correctos.

2. Porque las vendas más utilizadas son telas de muselina endurecidas mediante dextrosa o almidón e impregnadas de sulfato de calcio semihidratado ?

a) Aumenta la eficacia del yeso y permite un movimiento limitado en la extremidad lesionada.

b) Al añadir agua tiene lugar una reacción exotérmica

C) Proporciona una presión elástica y mejora la fijación de la extremidad.

3. Características que debe llevar un buen vendaje?

a) Colocar el yeso suficientemente ajustado, en especial sobre la parte proximal del miembro afectado, al aplicarse un yeso en la extremidad superior deben dejarse los dedos libres.

b) Vendas de tamaño apropiado, sumergir de 3 a 5 segundos en el agua. Retirar la venda sujetando los extremos y se exprime suavemente, no extraer demasiada agua. El yeso se coloca transversal con respecto al eje mayor del miembro.

C) Vendaje muy grueso, algodón interpuesto entre la piel y el yeso ya que proporciona una presión elástica y mejora la fijación de la extremidad al compensar ligeramente la ligera contracción de los tejidos.

4. Que ventaja tienen las férulas de yeso sobre los yesos cerrados?

- |  |  |  |
|--|--|--|
| A) Permite la expansión ocasionada por la tumefacción e inflamación de los tejidos blandos sin causar problemas de tipo compresivo | B) Permite aplicar frío local en el lugar de la lesión | C) Proporciona una presión elástica y mejora la contracción de los tejidos |
|--|--|--|

5. Todo paciente con yeso circular debe recibir información sobre los posibles síntomas de la isquemia producida por un yeso mal colocado los cuáles son:

- a) Ausencia de pulsos distales, hipotermia.
- b) Sequedad de la piel y cambios de coloración de la piel
- c) Dolor en aumento, tumefacción, frialdad o cambios de color en la piel.

Relaciona esta tormenta de ideas con las características de la fractura que le corresponde

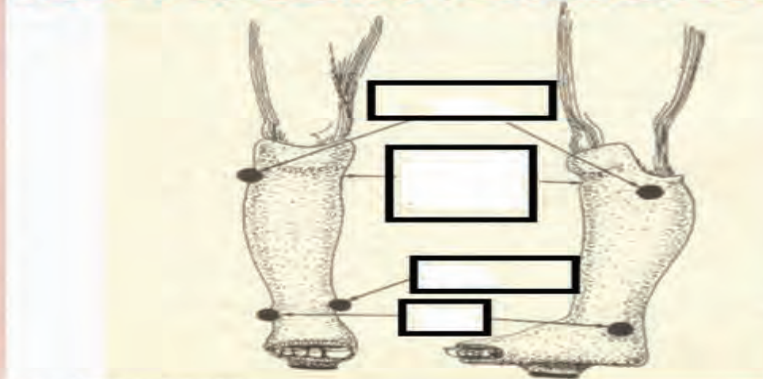


1. Inmovilizaciones del miembro inferior  
 Las inmovilizaciones de la región de la rodilla se pueden inmovilizar de varias maneras dependiendo de la región de la rodilla. En la siguiente actividad identifica en cada una de las imágenes a qué tipo de vendaje pertenece y para tipo de lesión se utiliza.



2. Tratamiento funcional de las fracturas  
 En el siguiente esquema a completa los espacios en blanco con respecto a la técnica del yeso funcional de (Sarmiento).

### Yeso Funcional (Sarmiento)



3. Vendajes funcionales  
 Se entiende por vendaje funcional a aquel vendaje cuyo objetivo es la protección mediante "contención dinámica" y que utiliza vendas adhesivas extensibles e inextensibles oportunamente combinadas. En la siguiente actividad a completa el siguiente cuadro.

Tipos	Objetivos	Funciones

4. Un ejemplo de este es el que realizan los boxeadores a nivel de las falanges antes de cada entrenamiento.

- A) Vendaje músculo-tendinoso.
- B) Vendaje preventivo.
- C) Vendaje articular.
- D) Vendaje terapéutico.

5. Se usa cuando ya se ha curado la lesión, y se desea obtener recuperación precoz de toda movilidad articular, de la sensibilidad propioceptiva y se desea obtener la recuperación.

- A) Vendaje preventivo.
- B) Vendaje articular.
- C) Vendaje rehabilitador.
- D) Vendaje terapéutico.

6. Escribe cuáles son las finalidades mecánicas y genéricas de los vendajes rehabilitadores?

7. Este uso terapéutico se usa como alternativa al "taping americano" y tampoco debe usarse en zonas articulares sanas.

- A) Prevención.
- B) Tratamiento.
- C) Rehabilitación.

8. Es una de las indicaciones para la utilización de vendajes funcionales en lesiones agudas.

- a) Inestabilidad articular crónica.
- b) Elongación y distensión muscular.
- c) De primera elección en espera del tratamiento quirúrgico.

9. Es una de las indicaciones para la utilización de vendajes funcionales en lesiones crónicas.

- a) En una primera intervención.
- b) Rotura muscular completa.
- c) Tendinopatías.

10. Las vendas adhesivas son el material de base de todo vendaje funcional. Encierra aquellas características que debe poseer las vendas adhesivas para una buena función:

- |                         |               |        |
|-------------------------|---------------|--------|
| Hipoalérgico.           | Firmeza       |        |
| Fácil de romper.        |               |        |
| Poroso.                 | Resistente.   |        |
| Buena adhesividad.      |               |        |
| No deben producir dolor | No voluminoso | Ligero |



## Electroterapia

Podemos definir la electroterapia como la modalidad de la terapia física que emplea como agente físico y un fin terapéutico la corriente eléctrica. Hay que tener en cuenta que la electroterapia solo hace referencia al aparataje que empleamos para incidir en el organismo con estímulos eléctricos. Estrictamente hablando, la electroterapia no engloba modalidades terapéuticas como el láser, los infrarrojos o los ultrasonidos. Por esto, en el presente capítulo, nos vamos a ceñir sólo a la electricidad como agente físico.

### Bases Físicas

La corriente eléctrica es generada por el movimiento de los electrones. Estos siempre se moverán desde donde hay exceso de ellos a donde hay déficit. Por tanto, en caso de existir movimiento de electrones, éstos siempre irán de polo negativo o cátodo al positivo o ánodo, y lo harán a través de un conductor. El material que no permite esta circulación de electrodos a su través es conocido como aislante o dieléctrico (figura 1). En el organismo no nos encontramos con aislantes puros, sólo con unos tejidos mejor conductores que otros. Entre los que ofrecen mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica nos encontramos con la piel y el tejido graso, aunque su nivel de resistencia dependerá también de su espesor, de la humedad de la piel, del tipo de corriente empelada, etc.

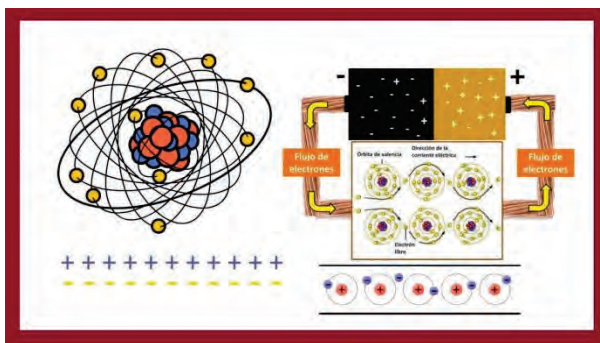


Figura 1. Cómo se produce LA CORRIENTE ELECTRÓNICA (flujo de electrones)

Por ejemplo, en la onda corta o corriente de alta frecuencia. En ocasiones es suficiente con que el campo eléctrico que existe alrededor de toda carga que compone un cuerpo (recordemos que toda materia tiene carga) incida en el campo eléctrico de otra carga. Es lo que se llama inducción. Esto es lo que explica que dos cargas, sin que exista contacto entre ellas, se van a repeler si son del mismo signo o se atraerán si son del signo contrario. La fuerza de esta atracción o repulsión entre cargas viene determinada por la ley de Coulomb, la cual nos indica que esta fuerza es inversamente a la distancia que las separa, su unidad es el culombio (C).



Retomando nuevamente el movimiento de electrones en la corriente eléctrica. Hemos de decir que para que exista dicho movimiento de electrones tiene que haber una zona con más carga que otra, o lo que es lo mismo, con un mayor nivel de energía. Esto hará que las cargas se movilizen desde la zona más cargada a la menos. Esto es lo que se conoce como diferencia de potencial o voltaje (V), cuya unidad es el voltio (V) (figura 2).

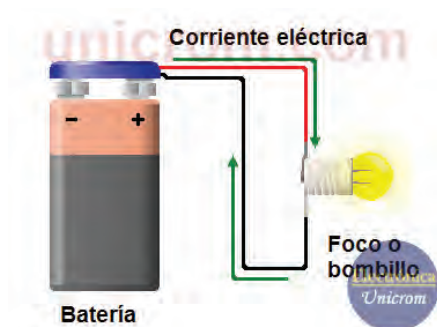


Figura 2. Voltaje. Tensión- diferencia de potencial. Electrónico Unicrom

Por otro lado, nos encontramos con que al pasar la corriente, realmente lo que pasa es un número de electrones determinado por un punto a través de un conductor y en un momento concreto, o lo que es lo mismo una cantidad de carga por unidad de tiempo. Esto es lo que se conoce como intensidad (I), siendo su unidad el amperio (A), aunque normalmente en las aplicaciones clínicas hablamos de miliamperios (mA) y, en lugar de intensidad de dosis.

Y esta circulación de electrones va a verse modificada por el cuerpo por el que vayan, pues les puede dar mayor o menor facilidad para ello. Es lo que se conoce como resistencia (R). Su unidad es el ohmio ( $\Omega$ ). Esta resistencia al paso de la corriente vendrá determinada por la longitud y sección del conductor, así como, en caso de que sean varias, por la colocación de la resistencia, es decir, si están en serie o en paralelo.

Estos tres conceptos, voltaje, intensidad y resistencia se relaciona entre sí en la famosa ley de ohm, que nos dice que la intensidad es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia:

$$V = I \cdot R \text{ ó } I = V / R$$

Finalmente, para concluir con este apartado de las bases físicas, hablar de dos aspectos bastante importantes. El primero de ellos es que, para que se pueda dar ese movimiento de las cargas eléctricas, tiene que desarrollarse un trabajo a una determinada potencia (P). La potencia de dicho trabajo va a depender de la diferencia de potencial que existe entre la zona donde hay exceso de carga y la deficitaria, así como por la cantidad de carga que se quiera trasladar. En otras palabras,  $P=V \cdot I$ , o lo

que es lo mismo, según acabamos de ver con la ley de Ohm,  $P=I^2.R$ . Su unidad es el vatio (W).

En segundo lugar, este trabajo desarrollado nos lleva a que se genere calor, pues es la forma de manifestarse la cesión de energía eléctrica al conductor por el paso de los electrones. Este calor dependerá de la potencia y del tiempo (t) en que se haya estado aplicando dicha potencia. Esto viene recogido en la ley de Joule:  $ET= P. t$  o  $ET= I^2. R. t$ . La unidad de esta energía es el julio (J).

Esta energía térmica la podemos expresar también en cantidad de calor (Q) que se genera en un conductor por el paso de corriente eléctrica. Su unidad es la caloría (cal) y se expresa por:

$$Q= 0,24. I^2.R. t$$

### Clasificación de la Electroterapia

Se clasifican según su frecuencia que es una de las formas más habituales de hacerlo. Otra según la forma de corriente, que es menos frecuente. Y una tercera, que va ser la empleada en este capítulo, en la cual clasificaremos la electroterapia según los efectos terapéuticos que queremos conseguir. Además es la última forma de clasificar la electroterapia parece la más apropiada a efectos practico- clínicos, favoreciendo la elección del tipo de corriente a emplear en cada caso.

### Clasificación según su Frecuencia

Parámetros que definen la onda sinusoidal eléctrica.

**Ciclo:** Forma que presenta la onda hasta que está se vuelve a repetir.

**Periodo (p):** Es el tiempo que tarda un ciclo en completarse, incluyendo las posibles pausas. También puede definirse como el tiempo mínimo necesario para cubrir la distancia de una longitud de onda. Al ser tiempo su unidad es el segundo (s), pero en la práctica empleamos el milisegundo (ms).

**Frecuencia (F):** Equivale al número de ciclos que se dan por segundo. Su unidad es el Hertzio (Hz). Por lo tanto, nos encontramos que  $F. p=1s$

En corriente de alta frecuencia es mejor hablar de la **relación  $F./=v$** , es decir frecuencia por longitud de onda equivale a la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas (300x10<sup>6</sup> m/s)

**Amplitud:** Es la intensidad máxima que alcanza la corriente eléctrica.

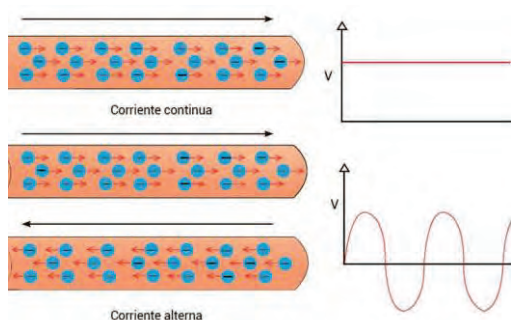
**Longitud de onda (l):** Es la distancia en línea recta que existe entre el comienzo y el final de un ciclo. Su unidad es el metro (m).

*Esquema 1 Clasificación de los parámetros que define la onda sinusoidal eléctrica.*

Una vez vistos estos parámetros, podemos clasificar la corriente eléctrica, ciñéndonos a su frecuencia, en:

Tipo de Corriente	En que consiste
<b>Corriente galvánica continua</b>	En esta se puede se puede considerar que su frecuencia tiene un valor cero o infinito.
<b>Corriente de baja frecuencia</b>	Su frecuencia va desde 1 a 1000 Hz (para otros autores hasta 800 Hz)
<b>Corriente de media frecuencia</b>	Desde 1001 a 100,000 Hz, aunque los equipos actuales empleados en fisioterapia suelen trabajar con frecuencias de 2.000 a 5.000 Hz.
<b>Corriente de alta frecuencia</b>	Desde 100.001 Hz hasta las radiaciones no ionizantes, donde el límite está en los ultravioletas B. Normalmente, siempre se crearon aparatos de alta frecuencia a partir de 1MHz.

*Cuadro 1 Clasificación, definición y frecuencia de la corriente eléctrica.*



*Figura 3. Corriente continua: los electrones se mueven siempre en un solo sentido. Se obtiene de las baterías de las pilas. Corriente alterna: El sentido en el que se mueven los electrones pueden cambiar. Es la que se obtiene en los tomacorrientes de los hogares.*

### **Clasificación según la Forma de la Corriente**

Según su forma, podemos clasificar la electroterapia en:

- Corriente continua monofásica: Corresponde a la corriente galvánica continua, en la cual existe un flujo constante de corriente en una única semionda o polaridad. En ella existe:
  - Un período de cierre, o de instauración de corriente.
  - Un período de estado que equivale al tiempo de aplicación.

- Un periodo de apertura.
- Corrientes interrumpida monofásicas: Sólo presentan una de las semiondas y existen tiempos de impulso o paso de corriente y tiempos de reposo. A modo de ejemplo, las corrientes diadinámicas o a corriente de Trabert. La forma de los impulsos que componen la corriente puede ser rectangular, triangular, exponencial, sinusoidal. Trapezoidal.  
Estos impulsos se van a aplicar de forma aislada, dentro de una repetición prefijada (corrientes que siempre emiten de una forma y con una frecuencia determinada) o como parte de un tres de impulsos.
- Corrientes continuas alternas: Presentan las dos semiondas, la negativa y la positiva y pasa constantemente corriente. Ejemplo: la onda corta o la microonda continúa.
- Corrientes interrumpidas alternas: Están implican intercalar tiempos de reposo entre tiempos de paso de corriente continua alterna, Ejemplo: las corrientes de alta frecuencia pulsada, las corrientes rusas o la TENS.
- Corrientes moduladas: En ellas da una corriente interrumpida monofásica o alterna con una variación en su amplitud (ejemplo, las interferenciales) o en frecuencia (como las corrientes de Adams) o ambos casos.

### Clasificación de los Efectos Terapéuticos

¿Para qué podemos emplear la electroterapia?

Cuando utilizamos la corriente eléctrica, y teniendo presente un fin terapéutico, podemos con su aplicación:

- Cambiar la bioquímica de la zona.
- Generar analgesia
- Contraer la musculatura, es decir, lograr un estímulo motor.
- Como aporte energético, mejorando el trofismo y metabolismo de la zona

### Corrientes para lograr Modificar la Bioquímica

Cuando nosotros queremos alterar la bioquímica de la zona de la lesión, tenemos tres grandes vías para lograrlo: por una parte, utilizar corriente galvánica o una corriente con un elevado componente galvánico, por otra, realizar una aplicación de iontoforesis, y por último, aunque sólo lo posible una vez que ya paso el periodo inflamatorio agudo, utilizar las corrientes de alta frecuencia.

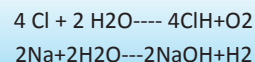
Pero, ¿Cómo es posible alterar la composición química de una zona orgánica?

## Bases Químicas

El cuerpo humano se comporta, al paso de corriente eléctrica, como una disolución de cloruro sódico. Por ello, si introducimos en una cubeta que contiene una disolución de cloruro sódico dos electrodos y se hace pasar corriente, se produce las siguientes

La molécula de cloruro sódico, por efecto de electrolisis, se va a descomponer, yendo el ión sodio, por ser de carga positiva, hacia el cátodo, y el ión cloro, de carga negativa hacia el ánodo. Esto conlleva que el ión sodio tome un electrón del cátodo y el ión de cloro ceda uno al ánodo. Y mientras existan pares de iones de sodio y cloro, se va a dar un paso de corriente eléctrica.

Una vez que se convierten en sodio y cloro atómicos (porque toman o ceden un electrón), éstos reaccionan con el agua de la siguiente manera.



### *Esquema 2 Ejemplo y explicación de las reacciones químicas tal y como sucedería en el organismo humano*

Estas reacciones químicas de oxidación y reducción son las que explican todas las acciones polares de la corriente galvánica o de elevado componente galvánico.

Hemos de recordar que al producirse una lesión, ésta ocasiona en el lugar una respuesta inflamatoria de defensa. Dicha lesión tisular una reacción inflamatoria por la liberación de histamina, que tiene carga positiva. Por ello, si a ese nivel colocamos un electrodo positivo buscando un efecto polar, vamos a luchar contra el proceso inflamatorio por rechazar la histamina de la zona, además de que produce, como veremos adelante vasoconstricción, coagulación y crea una hipoestesia en la zona de la lesión. De aquí se deduce su importancia en casos agudos para mejorar la bioquímica de la zona lesionada.

Por el contrario, en un proceso crónico nos encontramos con una zona patológica saturada del catabolitos, sustancia de carga negativa.

### **Corriente Galvánica**

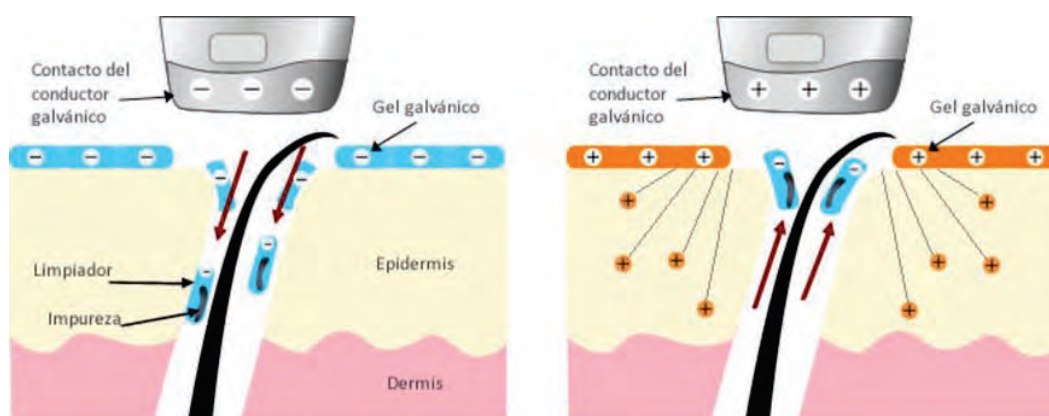
Nos referimos a una corriente continua monofásica, en la cual el paso de los electrones es siempre en la misma dirección: de negativo a positivo, de cátodo a ánodo.

La corriente galvánica es el tipo de corriente de elección preferente siempre que queremos lograr efectos polares con una corriente eléctrica (figura 4).

Se comentó anteriormente que también se pueden lograr con corrientes de alto componente galvánico. Estas corrientes son aquellas interrumpidas monofásicas que, si las pasásemos a valores de corriente continua, tendría un valor elevado, como puede ser la corriente difásica fija de Bernard, que presenta un 66% de componente galvánico.

Ánodo	Cátodo
Libera O <sub>2</sub> Reacción ácida pH bajo Quemadura ácida Coagulación de proteínas Concentra aniones Anaforesis Vasoconstricción Disminuye el potencial de membrana Proceso agudos	Libera H <sup>+</sup> Reacción alcalina pH alto Quemadura alcalina Licuefacción de proteínas Concentra cationes Cataforesis Vasodilatación Aumenta el potencial de membrana Procesos crónicos

Cuadro 2 efectos polares de la corriente galvánica.



*Figura 4. Efectos de la Corriente Galvánico. Son aquellos que se producen debajo de cada electrodo, debido a la disociación de electrolitos que se produce al paso de la corriente galvánica.*

Para lograr estos efectos polares con una corriente galvánica debemos seguir las siguientes indicaciones:

- Un electrodo debe ser activo y el otro indiferente, es decir, que uno tenga mayor densidad de corriente que el otro. Esto implica que los electrodos que se empleen para realizar la aplicación de electroterapia deban ser de distinto tamaño, siendo el activo el pequeño.
- El electrodo activo debe colocarse sobre o cerca de la zona de lesión. Es decir, si nosotros queremos lograr los efectos polares del positivo para luchar contra

una inflamación aguda, éste debe colocarse sobre o cerca de donde esté esa zona inflamada.

- Generalmente el electrodo activo es distal respecto al indiferente.
- Si la zona de lesión no está bajo el electrodo activo, debe estar comprendida en el trayecto entre ambos electrodos.
- Dosificación: Es uno de los puntos más importantes a la hora de aplicar corrientes galvánicas. A la hora de establecer la dosis más apropiada a cada caso, hemos de tener en cuenta que debemos subir la intensidad hasta que haya sensación de calor sin pasar, en ningún momento, de la dosis máxima recomendada, que es la de 1mA/cm<sup>2</sup> del electrodo activo. Otros autores, como el profesor Rodríguez, aconsejan colocar, aunque esta dosis no llegue al umbral de sensibilidad del paciente, 0'15 mA/ cm<sup>2</sup> de dicho electrodo activo. Esta preocupación no tiene más objeto que evitar una de las principales desventajas que puede presentar una aplicación de corriente galvánica: generar una quemadura química al paciente.
- Tiempo de la sensación de tratamiento. Viene determinado por la patología, si es aguda o crónica, y por la reacción del paciente a la aplicación. Generalmente, no son recomendables sesiones de más de 10 ó 15 minutos.
- La principal precaución en esta aplicación es una quemadura química, bien por sobredosificación, por aplicar electrodos en una piel en mal estado o con heridas, o bien por colocar y fijar mal los electrodos o por humedecer éstos. Otras precauciones a tener en cuenta son que el paciente presente una alteración de su sensibilidad, que, por mal uso del equipo eléctrico, se produzca una descarga eléctrica en el paciente y que exista en éste una reacción neurovegetativa exagerada o una reacción alérgica.
- Contraindicaciones. En endoprótesis u osteosíntesis, marcapasos o alteraciones cardíacas, procesos cancerígenos, tromboflebitis, lesiones o infecciones cutáneas y embarazo.

### Iontoforesis

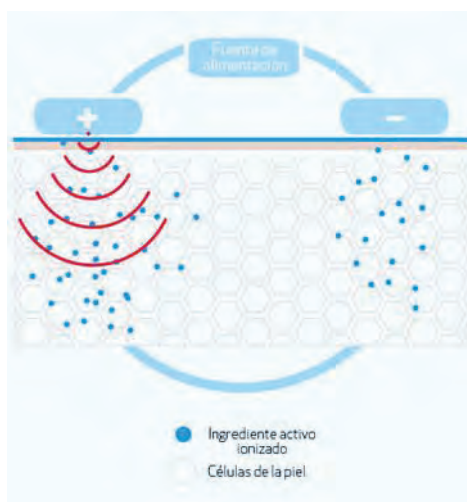
Es otra forma de alterar la bioquímica de una zona lesionada. Esto se debe a que la iontoforesis se basa en la electroforesis es decir, en el principio electrofísico que nos dice que toda carga eléctrica rechaza a toda aquella que tenga igual polaridad. Por tanto esta consiste en la introducción de un principio activo farmacológico en el interior del organismo mediante la corriente eléctrica, generalmente una corriente galvánica o interrumpida (figura 5).

Esta modalidad terapéutica aún se emplea sobre todo el mundo del deporte, pues de forma incruenta introduce medicamentos directamente sobre la zona de la lesión, favoreciendo antes su recuperación. Normalmente es mejor que dicho medicamentos estén en disoluciones y no en geles o pomadas.

Como posibles iones farmacológicos a introducir en una aplicación iontoforética en aplicaciones tenemos, a modo de ejemplo.

Grupo Farmacológico	Nombre del medicamento
Vasodilatadores	Histamina, sulfato de magnesio
Vasoconstrictores	Adrenalina, fosfato de epinefrina.
Anestésicos locales	Procaína, novocaína, lidocaína.
Antiinflamatorios	Alfaquimotripsina, naproxeno, orgoteína, hidrocortisona, salicilato sódico, fenilbutazona, indometacina.
Fibrinolíticos	Yoduro potásico, cloruro sódico
Analgésicos	Cloruro cálcico, salicilato sódico, fenilbutazona, indoetacina.

*Cuadro 3 Grupo farmacológico y fármacos utilizados en el proceso de iontoforesis*



*Figura 5. Tratamiento iontoforesis para la zona plantar y palmar. Técnica basada en el movimiento de los iones mediante corriente eléctrica. Se utiliza un dispositivo generador de corriente conectado a dos electrodos: positivo y negativo.*

*A la hora de realizar una aplicación de iontoforesis, debemos tener presente las siguientes consideraciones:*

- En este caso el electrodo activo será encargado de introducir el principio activo en el organismo. Para ello, deberá empaparse una gasa con la disolución de dicho principio activo y se colocará entre el electrodo y la piel. También existen electrodos especiales para aplicaciones iontoforéticas.



- En caso de usar una corriente interrumpida, la dosis puede ser mayor, pues, en este caso, la dosis que debe atenderse a esa dosis máxima de 1mA/cm<sup>2</sup> del electrodo activo es la intensidad media ( $I_m$ ). Como se ve en la siguiente expresión, ésta es igual a la intensidad del impulso de corriente ( $I_p$ ), por el tiempo de paso de corriente de cada impulso expresado en segundos ( $t_i$ ), por la frecuencia de la corriente.

$$I_m = I_p \cdot t_i \cdot F$$

- En cuanto al tiempo del tratamiento, este se sitúa en torno a los 15-20 minutos, siempre y cuando no irrite la piel del paciente o éste sienta molestias.
- Pasando a la precauciones hay que tener en cuenta que el paciente puede tener alergia al fármaco que se le quiere administrar y que tampoco es aconsejable administrar en una misma sesión fármacos de polaridad opuesta.
- Las contraindicaciones son las ya señaladas en el apartado de la corriente galvánica.

### Corrientes Analgésicas

Se emplea la electroterapia con el objetivo terapéutico de reducción del dolor. Para ello, primero vamos a tener que ofrecer una visión del dolor y sus tipos, para posteriormente, indicar que el tipo de corrientes podemos emplear con la finalidad de mitigarlo.

#### El dolor y sus tipos

El dolor es una sensación subjetiva que sentimos cuando nuestro tejido ha sido dañado por cualquier agente, por cualquier factor (figura 6). Esta sensación es un mecanismo protector, pues se induce a que se intente eliminar dicho estímulo nociceptivo en la mayor brevedad posible.

Esta sensación se transmite al sistema nervioso central (SNC) a través de fibras amielínicas tipo C, con una velocidad de conducción inferior a 2 m/s, y por fibras mielínicas lentas A, cuya velocidad de trasmisión del estímulo está entre 6 y 30 m/s.

Desde el punto de vista del tipo de dolor que podemos atajar con el uso de la electroterapia, lo vamos clasificar en:

- Dolor por estímulos químicos: Nos referimos a aquel que se produce por concentración excesiva de determinadas sustancias en alguna zona corporal concreta. Por ejemplo, la liberación de histamina o la bradiquinina que se produce en toda reacción inflamatoria aguda, o la concentración de catabolitos en los procesos crónicos.
- Dolor por espasmo o contractura muscular: El dolor, en este caso, es el resultado de una isquemia, parcial al menos, de una fibras musculares por falta de relajación en las misma, obviamente al nivel de esta musculatura contracturada y mal oxigenada también se da un dolor tipo bioquímico , bien por reacción inflamatoria o por contracción del catabolismo.
- Un tercer tipo de dolor es el que se debe a una compresión de un nervio o de una raíz nerviosa, el cual puede secundario a una lesión muscular, a una reacción articular, etc.

La electroterapia, para que sea analgésica, va a tener que luchar contra estos mecanismo álgicos, para lo que, como es normal, cuando buscamos un efecto analgésico, debemos de saber a qué tipo de dolor nos enfrentamos.

Una vez que hayamos realizado esa valoración, vamos a tener que elegir las corrientes que el arsenal de electroterapia nos ofrece.

En la lucha contra el dolor bioquímico, aparte de otra de las modalidades, podemos emplear la corriente galvánica y de la iotoforesis ya vistas.



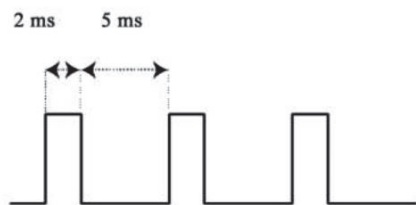
*Figura 6. Fisiopatología del dolor. Sinapsis de la primera-segunda neurona • Los influjos provenientes de la periferia • Las interneuronas (WDR)-NS • Las vías descendentes moduladoras. PROYECCIÓN VISCER*

## Corriente de Trabert o Ultra-Reíz

En una corriente interrumpida monofásica rectangular en la que el tiempo de impulso o de paso de corriente es de 2ms y el reposo entre impulsos 5ms (figura 7).

Esta modalidad la vamos utilizar cuando busquemos unos efectos de miorelajación, analgesia y activación de la circulación. En esta corriente se busca la analgesia, básicamente, de procesos en los que exista dolor por contractura o espasmos muscular, ya que, por un lado, la activación de la circulación a nivel de la musculatura, aparte de relajar, ayuda al aporte de los nutrientes y a la eliminación de catabolitos, es decir se mejora el trofismo muscular. Por otra parte, la estimulación muscular que se genera con este tipo de corriente, tal y como explica la teoría de la puerta de entrada "Gate Control System" de Melzack y Wall, favorece la analgesia por inhibición de las sensaciones nociceptivas.

A modo de repaso , y de forma simple, la teoría Melzack y Wall nos indica que, cuando saturamos de información sensitiva que va por vías rápidas del SNC, se produce una inhibición o un bloqueo de la información que va por fibras nerviosas lentas, como es la del dolor. Por tanto, la fricción del codo cuando nos damos un golpe, o la vibración muscular a través de una corriente de Trabert como es el caso, ambas informaciones dirigidas al SNC por fibras A, van a bloquear la sensación dolorosa, transmitida por fibras A y/o C.



*Figura 7. Corriente Ultraexcitantes de Trabert. Se trata de una corriente monofásica con impulso cuadrangular. 2008.*

A la hora de su aplicación debemos tener en cuenta:

### Colocación de los electrodos.

Normalmente colocamos el cátodo en la zona dolorosa y el ánodo proximal al negativo. Hay otra forma de colocarlos descrita para lograr analgesia, que es la colocación de los electrodos en 4 posiciones específicas a nivel segmentario, así como el trayecto nervioso, con lo cual incide más a un dolor tipo neurálgico o de compresión de raíz nerviosa. El principio que rige esta analgesia la analizaremos a la hora de hablar de TENS de alta y amplitud baja

Dosificación. Se sube la intensidad hasta que se vea una vibración o fasciculación muscular, sin que sea causa de dolor en el paciente. En caso de que se produzca acostumbramiento al estímulo eléctrico, se sube la dosis. El hecho de que se produzca una vibración muscular contraindicada la utilización de estas corrientes en problemas musculares agudos inflamatorios, ya que puede empeorar el cuadro.

Precauciones en la aplicación, haciendo mención especial a la piel del paciente si está en mal estado o con heridas, así como si existe una alteración de la sensibilidad pues el componente galvánico y la posibilidad de producir una quemadura química son reducidos.

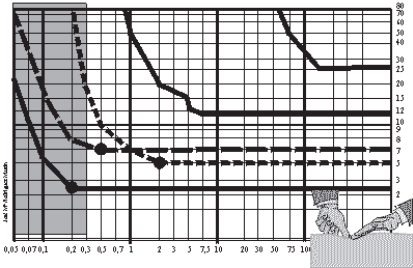
Tiempo de tratamiento:  
Generalmente es de 10 a 15 minutos.

*Esquema 2 Indicaciones para una correcta aplicación de TENS*

**TENS**

Los TENS son en la actualidad una de las modalidades de electroanalgesia más extendidas en todo el mundo. Tal es así que son numerosos los fabricantes de unidades portátiles de los mismos. Los TENS, abreviatura de “*transcutaneous electrical nerve stimulation*”, hacen referencia a una corriente interrumpida alterna o bifásica, normalmente asimétrica, pero cuyos impulsos de corriente pueden ser rectangulares, en espiga, etc. Esto conlleva que no generan efectos bioquímicos y que su sensación, para el paciente sea mucho más agradable (figura 8).

**TENS**



*Figura 8. Rango de tiempos de pulso en los TENS.*

Podemos hablar de dos grandes tipos de TENS.

<p><b>TENS DE FRECUENCIA ALTA Y AMPLITUD BAJA:</b></p>	<p><b>Características:</b> La frecuencia de la corriente se sitúa entre los 10 y los 100Hz, aunque normalmente se usan de 50 Hz en adelante.</p>
<p>No va a buscar contracción o vibración muscular, simplemente una</p>	<p>Los electrodos se colocan a nivel segmentario sobre la salida de las raíces nerviosas a nivel de la columna vertebral, engloban la zona dolorosa o sobre los puntos de dolor. Lo más frecuente es que el negativo sea distal o sobre la zona dolorosa.</p>

estimulación sensitiva del nervio. Este tipo de corriente busca la analgesia basándose en la teoría de la puerta de entrada ya descrita.	<b>Dosis:</b> Se busca una sensación clara de corriente, pero sin que ésta resulte molesta al paciente ni genere fibrilación muscular. A lo largo del tiempo que dure la sesión se debe mantener dicha sensación aumentando la intensidad de la corriente.
	<b>Tiempo de tratamiento:</b> Existe controversia, aunque la mayoría de los autores aplican un tiempo mínimo de 30 minutos.
	Debido a que produce una sensación suave y agradable y de estimulación únicamente del sistema sensitivo, es la modalidad de elección en caso de dolor agudo, dolor postquirúrgico. También es el de elección en dolores por afectación de nervios periféricos.

*Cuadro 4 Definición, características e indicaciones del TENS de frecuencia alta y amplitud baja.*

<b>TENS DE FRECUENCIA BAJA Y AMPLITUD ALTA:</b> Se usa los TENS con una frecuencia por debajo de los 10 Hz, por lo general de 1 a 5 Hz, pero con intensidades elevadas, lo que nos lleva a la vibración o contracción muscular. Esta modalidad va a generar analgesia, ya que los TENS van a estimular la liberación de sustancias opiáceas endógenas, como endorfinas y encefalinas.	<b>Características:</b> La sensación de corriente para el paciente va a ser mucho mayor.
	Los electrones se pueden colocar sobre las raíces nerviosas correspondientes, pero es mejor sobre puntos motores, puntos gatillo "trigger" o puntos de acupuntura.
	<b>Dosis,</b> Se sube la intensidad hasta lograr contracción muscular.
	<b>Tiempo de tratamiento,</b> Menores que las indicadas en la modalidad de TENS anterior. Entre 20 y 30 segundos

*Cuadro 5 Definición características e indicaciones del TENS de frecuencia baja y amplitud alta.*

A la hora de usar TENS, también debemos observar las precauciones ya vistas anteriormente, salvo que aquí no existe un componente galvánico, o de existir es mínimo, por lo que resulta improbable la quemadura química por esta razón.

### **Corrientes Interferenciales**

A diferencia de todas las anteriores (que eran de baja frecuencia). Estas corrientes fueron ideadas y descritas por el doctor Nemeč. Éste demostró que según aumentaba la frecuencia de la corriente empleada, menor era el estímulo sensitivo que generaba al paciente, por lo que, a efectos prácticos, más agradable resultaba para el paciente. Porque según aumenta la frecuencia de corriente, menor es la impedancia de la piel a ella, o dicha de otra forma, menor es la resistencia que opone a su paso y, consiguientemente, mayor su penetración en el organismo. Esto, además, es potenciado por el uso de una corriente alterna o bifásica que, al no tener efectos electromagnéticos, resulta más agradable para el sujeto. Este tipo de corriente de media frecuencia tiene una objeción importante: lograr los efectos de baja frecuencia. Creando una interferencia entre dos corrientes de media frecuencia, da como resultado una corriente de baja frecuencia, cuya frecuencia, valga la redundancia, era la diferencia entre ambas corrientes de media frecuencia. De aquí el nombre de corrientes interferenciales.

En resumen, nos encontramos con unas corrientes con iguales efectos que las corrientes de baja frecuencia vistas, salvo en los efectos polares, pero con una sensación para el paciente mucho menor, pues la base son corrientes de media frecuencia, lo que conlleva poder emplear amplitudes, o intensidades, más elevadas que en la baja frecuencia.

La analgesia conseguida por estas corrientes se logra por varias vías.

Una de ellas es por saturación del SNC de estímulos sensitivos, teoría de la puerta de entrada (Figura 9). En este caso, se usan frecuencias de tratamiento (se refiere a la frecuencia de corriente que resulta de la interferencia de las dos de media frecuencia) por encima de los 70Hz y, consiguientemente, se emplean en caso de dolores fuertes o agudos o en aquellos pacientes con cierto temor a la electroterapia.

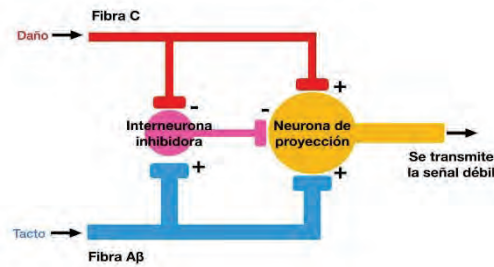


Figura 9. Teoría de la compuerta. La clave del mecanismo está en que la interneurona inhibidora puede ser controlada por las fibras C y las fibras Aβ: las fibras C (nociceptivas) la desactivan, haciendo que la neurona de proyección transmita el estímulo; y las fibras Aβ (no nociceptivas) la activan, haciendo que se transmita de forma más débil.

Una segunda forma de analgesia es mejorando el trofismo de los tejidos. Para ello empleamos las frecuencias de tratamiento de hasta 50 Hz. En este caso luchamos contra dolores crónicos o producidos por tener una musculatura contracturada, Hipertónica, sobrecargada o unos tejidos mal vascularizados.

Lo que no debemos olvidar es que en las corrientes interferenciales podemos aplicar una frecuencia determinada, por ejemplo 80 Hz, pero lo más normal es emplear interferenciales con variación en esa frecuencia de tratamiento, que es lo que se le llama espectro o barrido de frecuencias. La idea es evitar el acostumbramiento de la corriente.

<b>Consideraciones en la aplicación de media frecuencia</b>	Podemos hacer una aplicación bipolar (se usa un solo circuito y la interferencia ya sale hecha del equipo de electroterapia) o tetrapolar (se usan dos circuitos electrónicos de media frecuencia, realizando la interferencia en el propio organismo). Generalmente, la aplicación bipolar se usa para electroestimulación muscular, pues es de mayor sensación, y la tetrapolar para aplicaciones analgésicas.
	Normalmente los equipos actuales permiten elegir la frecuencia de la corriente de media frecuencia de base, siendo las más empleadas aquellas en torno a los 2000Hz, usadas sobre todo en electroestimulación muscular, y a los 4000 ó 5000 Hz, con fines analgésicos.
	Se usan distintos tipos de electrodos, siendo de gran utilidad los de ventosa unida a un equipo de vacío. Además los electrodos pueden ser de distintos tamaños, logrando con eso que se centren los efectos de la

	corriente hacia uno u otros.
	Cuando mayor sea el barrido de frecuencias, mayor va a ser la sensación de corriente para el paciente. Además, lo ya dicho anteriormente. Las frecuencias más bajas producen mayor estímulo sensitivo, tanto si se refiere a la frecuencia de la corriente de media frecuencia, como si es la frecuencia de tratamiento
	<b>Dosificación:</b> Variará en función de la frecuencia elegida. Irá desde intensidades para lograr contracción muscular aislada, frecuencias de tratamiento menores a 10 Hz, hasta intensidades en donde sólo existes estímulo sensitivo, frecuencias altas. En esta además, no se busca amplitudes que logren tetanización, sino simplemente que el paciente siente la corriente y le resulte agradable. Si el paciente se acostumbra la corriente, puede aumentarse la intensidad.
	<b>Tiempo de tratamiento:</b> No suele exceder de los 15-20 minutos. En este tiempo se combina distintas frecuencias de tratamiento, ayudando esto a que no se acostumbre el paciente al tratamiento.
	<b>Precauciones en la aplicación:</b> La aplicación básica es la buena colocación y la fijación de los electrodos, observando que la piel, bajo ellos, esté en buenas condiciones.
	<b>Contraindicaciones:</b> Debemos señalar tumores, fiebre, infecciones, inflamación local, marcapasos o cardiopatías, trombosis y troboflebitis, embarazo, alteraciones cutáneas.

*Cuadro 6 Indicaciones terapéuticas en la aplicación de media frecuencia.*

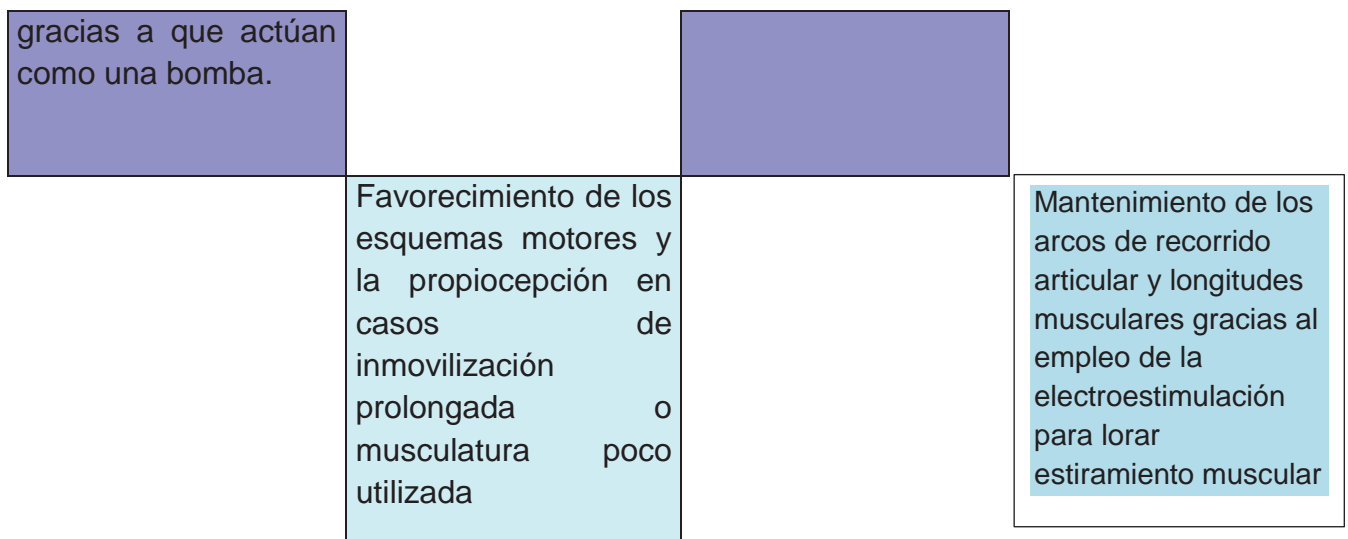
### **Corrientes para lograr un Estímulo Motor**

Cuando hablamos de logra un estímulo motor, se aplica corrientes eléctricas con intensidades o tiempo suficiente, como para generar una respuesta motora, no siempre se busca una potenciación de una musculatura ya en condiciones normales, sino también otros efectos tales como:

Mejorar del trofismo muscular y de la zona, pues las contracciones musculares van a activar la circulación

Lucha contra el proceso de atrofia muscular en caso de denervaciones.





*Esquema 3 Descripción de los efectos de la corriente que genera un estímulo motor.*

Aunque las corrientes para escoger son diversas, como podemos observar, vamos a tener que seguir en todas ellas los mismos principios, cuando queremos potenciar la musculatura. Por ello, como consideraciones a tener en cuenta en la aplicación nos encontramos con:

<b>Consideraciones de esta corriente</b>	<b>Elección del tipo de corriente:</b> Va venir determinada por la lesión, así como el conocimiento de que hay unas corrientes más agradables que otras. También debemos pensar que cuanto más largo sean los impulsos de corriente, mayor va a ser la respuesta motora con menor intensidad, pero que cuanto mayor sea dicho tiempo de impulso, también mayor va a ser la sensación de corriente para el sujeto, por lo que resultará menos agradable. Los valores estándar de tiempo de impulso están en torno a 1 ms y los de reposo entre impulsos en los 20 ms.
	<b>Intensidad:</b> se debe seleccionar la máxima tolerable
	<b>Frecuencia de trabajo:</b> Se refiere a la frecuencia que debe tener la modalidad de corriente elegida. Debemos tener que, a nivel general, las frecuencias bajas, inferiores a 50 Hz, se usan para el trabajo de fibras musculares lentas o tónicas, mientras que las frecuencias por encima de los 50 Hz, frecuencias altas, se emplean para el trabajo de fibras rápidas o fásicas.
	<b>Tiempos de trabajo</b> (tiempo en que dura el paso de corriente, tiempo que dura el tren): Las series con trenes con menos de 10 segundos favorecen el trabajo aeróbico, mientras que por encima de 10

	<p>segundos se trabaja anaeróbico. Como es obvio, nos encontramos con distintas relaciones de tiempo de paso de corriente y tiempo de pausa. Éste, como mínimo, es igual al de paso de corriente. A modo de ejemplo, podemos tener las siguientes relaciones de tiempo de paso de corriente y tiempo de pausa (en segundos): 4/6,6/6,6/8,6/10, 7/25,10/50 ó 20/80.</p>
	<p><b>Colocación de los electrodos:</b> Se van a colocar sobre puntos motores nerviosos o musculares. Se puede hacer una aplicación bipolar, ambos electrodos, positivo y negativo, están sobre la musculatura a potenciar, o monopolar, el negativo sobre el punto motor y el positivo en la salida de la raíz nerviosa.</p>
	<p><b>Tipo de trabajo muscular:</b> Al tiempo que pasa la corriente, la persona puede hacer una contracción isométrica, una concéntrica o una excéntrica, añadiéndole o no carga. Se harán 2 ó 3 series, generalmente de 10 repeticiones cada una, dejando un tiempo de descanso similar a la duración de la serie entre una y otra. El descanso entre series puede aprovecharse para estirar la musculatura estimulada.</p>
	<p><b>Tipo de entrenamiento:</b> Éste es variable ya que vendrá establecido bien por las series y repeticiones que se fijen, bien por la fatiga muscular. Se dan valores como 10 minutos, aunque no es lo más adecuado en potenciación muscular.</p>
	<p><b>Precauciones:</b> Si se hace electroestimulación sobre un punto motor nervioso, se debe tener cuidado por la poca tolerancia que se tiene a intensidades altas (a pesar de que se necesita menos dosis que para estimular un punto motor muscular). Las otras precauciones son comunes a las expuestas ya en el apartado anterior, sobre todo si existen alteraciones de la piel o no están bien colocados o en buen estado los electrodos.</p>
	<p><b>Contraindicaciones:</b> La estimulación eléctrica muscular va a estar contraindicada en pacientes con marcapasos o cardiopatías (siempre en la aplicación sea en el tórax o la región precordial) infecciones, tumores, tromboflebitis, embarazo, metales y materiales de osteosíntesis (aunque no en caso de emplear corrientes interferenciales), así como en roturas musculares recientes. Tampoco es aconsejable sobre el seno carotídeo ni en las proximidades de nervios en relación directa con funciones orgánicas, como el nervio</p>

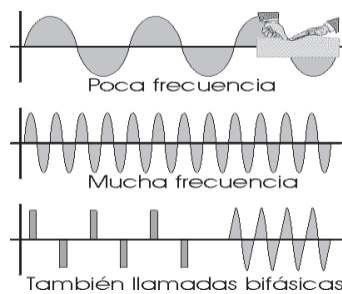
frénico o los esfinterianos.

*Cuadro 7 Consideraciones e indicaciones para aplicar corriente.*

**Corrientes para un Aporte Energético**

Las corrientes que están encuadradas en este apartado son, las llamadas corrientes de alta frecuencia (CAF). El principal efecto de las CAF, como lo demostró D' Arsonval a finales del siglo pasado, es el del calentamiento de los tejidos en profundidad, pues su energía es absorbida por el organismo y transformado en calor debido al aporte calórico que suministra el organismo. Asimismo, tendríamos que incluir la corriente galvánica cuando se realiza aplicaciones para lograr los denominados efectos interpolares

El calor aportado por estas por estas corrientes va mejorar el metabolismo y el trofismo de la zona sobre la que actúen. Y esta mejora puede implicar no sólo un claro energético, sino también analgesia, o puede suponer una mejora de las condiciones para lograr estímulos sensitivo o motor. Pero al mismo tiempo, este aumento del metabolismo nos impide su aplicación sobre un proceso agudo.



*Figura 10. Corrientes Usadas en electroterapia.*

**Efectos interpolares de la Corriente Galvánica**

Los efectos interpolares, son aquellos que se logran en el organismo a lo largo del todo el trayecto por el que pasa la corriente galvánica. Dicho de otro modo, son efectos que se producen por el simple paso de los electrodos desde el cátodo hasta el ánodo cuando empleamos corrientes galvánicas (figura 11).



*Figura 11. Corriente galvánica. Tiene polaridad, es única en su grupo y se destina a provocar cambios electromagnéticos en el organismo.*

Básicamente, los efectos interpolares que vamos a alcanzar son:

Una acción vasomotora y trófica, pues se activa la circulación de la zona sobre la que incide el paso de corriente. Esto se verá en la coloración rojiza de la piel que está bajo los electrodos.

La vasodilatación mencionada y el hecho de que el paso de los electrones por el organismo genere calor (efecto Joule) conllevan un ligero aumento de la temperatura de la zona.

### *Esquema 3 Concepto de los efectos interpolares deseados*

Ambos efectos favorecen, por tanto, el trofismo de la zona.

En el ámbito práctico, la única consideración que debemos tener presente aquí, y la distingue de cuando buscamos efectos polares para conseguir un cambio bioquímico en la zona, es el tamaño de los electrodos empleados.

También se comprobó que si el cátodo es distal disminuye la excitabilidad nerviosa, por lo que, normalmente, se coloca distal. Las demás consideraciones son las mismas de las que hablamos en las corrientes galvánicas.

### **Corrientes de alta Frecuencia**

Se van englobar en un único apartado las diferentes modalidades de CAF por dos razones. La primera es que no se emplean mucho en el mundo del deporte. La segunda es que, aun empleándola, debido al tamaño de los equipos, se hace difícil el transporte de los equipos que contiene todas las corrientes anteriores estudiadas. Su tamaño obliga a que sean equipos fijos.

¿Por qué sería positiva la aplicación de calor en profundidad? Porque el calor aportado de las CAF presenta los siguientes efectos terapéuticos:

- ✓ Efecto antiinflamatorio
- ✓ Efecto antiespasmódico
- ✓ Efecto analgésico
- ✓ Disminución de la rigidez articular
- ✓ Aumento de la extensibilidad del tejido conectivo

Los equipos de CAF más empleados en la actualidad son Onda Corta (OC) y la Microonda (MO). Para aplicaciones terapéuticas, estas corrientes presentan generalmente estas características físicas.

- ✓ OC: F De 27,12 MHz y de 11,06 m
- ✓ MO: F de 2450 MHz y de 12,25 cm

- ✓ No provocan estímulo motor ni sensitivo

A la hora de aplicar las CAF, debemos hacer ciertas diferencias entre una modalidad y otra. Así la OC tiene la capacidad de atravesar tanto cuerpos conductores como no conductores. Esto se debe a que se trasmite en el organismo como corriente de desplazamiento, de conducción y de inducción, dependiendo de ello de si atraviesa tejidos malos conductores o buenos conductores o si se realiza la aplicación con un único electrodo o con dos. Esto implica que se hable de distintos métodos de tratamiento: de capacitación en el campo condensador e inductivo.

En el método de capacitación, donde se emplean electrodos rígidos o flexibles, la cantidad y distribución del calor aportado por la OC va a depender de:

- ✓ Tipo de aplicación: Trasversal, longitudinal y coplanar.
- ✓ La distancia electrodo- piel. Cuanto menor sea más superficial va a ser la concentración térmica.
- ✓ El tamaño de los electrodos. Se concentra el calor en el lado del pequeño.
- ✓ La forma de colocar los electrodos con relación al cuerpo, es decir, si se colocan o no paralelos los dos electrodos y /o si éstos inciden sobre una superficie corporal plana o no. Se pueden dar efectos borde o punta no deseados.
- ✓ El tipo de electrodo. Se siente mayor efecto térmico en los flexibles.

En el método inductivo se emplea un solo electrodo. Éste puede ser un electrodo rígido o un cable solenoide.

Pasando ahora a la MO, hemos de decir que, debido a sus características físicas, ya se asemejan a una radiación luminosa. Solo se emplea un único electrodo, lo cual facilita su aplicación. Sin embargo, y también debido a sus , características físicas, la MO va a alcanzar mucho menor penetración, tanto por emplear un único electrodo como por el hecho de ser absorbida básicamente por los tejidos conductores, con lo que alcanza básicamente planos musculares superficiales y medios.

Finalmente y centrándonos en la aplicación debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones.

<b>Consideraciones de esta corriente</b>	Elección entre OC y MO, y dentro de la OC, entre los métodos y las aplicaciones posibles. Esto vendrá determinado por el tejido sobre en qué queremos incidir: tipo, características, profundidad y situación.
	<b>Dosificación:</b> Estará en función de la patología a tratar y su evolución. En función del cuadro se elegirá desde una dosis por debajo de la sensación de calor (es una dosis atérmica y que determinados terapeutas emplean en cuadros subagudos), hasta

	<p>dosis donde se sienta de forma clara y agradable el calor. Lo que se debe evitar siempre es un calor quemante. En caso de emplear una modalidad pulsada, hemos de recordar que, a pesar de lo dicho , también con ella se puede generar calor</p>
	<p><b>Duración de la sensación de tratamiento:</b> Normalmente, se emplean tiempos entre 15 y 30 minutos, todo depende de la patología y de la dosis.</p>
	<p><b>Contraindicaciones:</b> Tumores malignos, marcapasos, trastornos cardíacos, embarazo, tuberculosis, fiebre, artritis reumatoide cuando está en brote. Osteosítesis metálicas y endoprótesis. Trastornos de la sensibilidad térmica. Trastornos serios de arterias y venas. Ganglios linfáticos infartados. Hemofilia, Menstruación. Enfermedades infecciosas agudas o artritis sépticas. Inflamación aguda. Hematomas, roturas tisulares y derrames recientes. Osteoporosis. Proceso de calcificación reciente. Aplicaciones en oídos, ojos o testículos.</p>
	<p><b>Otras consideraciones:</b> En la primera sesión hay que asegurarse del buen funcionamiento de la sensibilidad térmica cutánea. Desnudar la zona del tratamiento. Eliminar todo instrumento o elemento metálico existente. Evitar que cualquier prenda u objeto oprima la circulación. Si existe ulceras o heridas, estas deben limpiarse y cubrirse con un vendaje limpio del tratamiento. Si la carcasa de los electrodos se coloca pegada al paciente, interponer en la toalla. Colocar al paciente en posición cómoda. Los cables de los electrodos deben estar alejados del paciente. Hacer la aplicación sobre camillas o sillas de madera. Evitar en la medida posible equipos electrónicos en la cercanía de los equipo de CAF.</p>
	<p><b>Peligros:</b> Provocar una quemadura al sujeto por sobredosificación, por tener metales o por humedad. En caso de aplicación de OC, calambre eléctrico por tocar al paciente o porque este se mueva. Cuidado en caso de existir una alteración de la circulación, pues lo podemos agravar.</p>

*Cuadro 8 Indicaciones para la aplicación del método inductivo.*



## Actividad de Aprendizaje de Electroterapia.

### Electroterapia

#### Bases básicas

Responde correctamente las siguientes preguntas de opción múltiple:

1. En el organismo no nos encontramos con aislantes puros, solo con unos tejidos mejor conductores que otros los cuáles son:

- a) Piel y tejido graso.
- b) Piel y tejido muscular.
- c) Piel, tendones y ligamentos.

2. Este fenómeno es el que explica que dos cargas, sin que exista contacto entre ellas, se van a repeler si son del mismo signo o se atraerán si son del signo contrario.

- a) Convección.
- b) Inducción.
- c) Licuefacción.

3. La fuerza de esta atracción o repulsión entre cargas viene determinada por la ley de \_\_\_\_\_ la cuál nos indica que esta fuerza es inversamente a la distancia que las separa.

- a) Ley de Faraday.
- b) Ley de Coulomb.
- c) Segunda ley de Newton.

4. Esto hará que las cargas se movilizan desde la zona más cargada a la menos. Esto es lo que se conoce como diferencia de potencial

- a) Voltaje.
- b) Amper
- c) Ohmio

5. Una cantidad de carga por unidad de tiempo. Esto es lo que se conoce como intensidad (I), siendo su unidad el \_\_\_\_\_

- a) Volt.
- b) Ohmio.
- c) Amper

6. La ley de ohm, nos dice que la intensidad es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia que nos da como resultado la siguiente fórmula:

- a)  $V = I \cdot R$  ó  $I = V / R$ .
- b)  $I = V$  ó  $I = V / R$
- c)  $V = I$  ó  $I = R / V$ .



**A completa el siguiente texto:**

7. En segundo lugar, este trabajo desarrollado nos lleva a que se genere calor, pues es la forma de manifestarse la cesión de energía eléctrica al conductor por el paso de los electrones. Este calor dependerá de la potencia y del tiempo (t) en que se haya estado aplicando dicha potencia. Esto viene recogido en la ley de

- a) Ohm,  $P=I^2 \cdot R$ . Su unidad es el vatio (W).
- b) Joule:  $ET= P \cdot t$  o  $ET= I^2 \cdot R \cdot t$ . La unidad de esta energía es el julio (J).
- c) Fourier: Su unidad es la caloría (cal) y se expresa por:  $Q= 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$

**Clasificación de electroterapia según su frecuencia**

8. Relaciona los siguientes incisos

- a) Es el tiempo que tarda un ciclo en completarse, incluyendo las posibles pausas. También puede definirse como el tiempo mínimo necesario para cubrir la distancia de una longitud de onda. **1) Ciclo**
- b) Es la intensidad máxima que alcanza la corriente eléctrica. **2) Período**
- c) Equivale al número de ciclos que se dan por segundo. Su unidad es el Hercio (Hz). **3) Frecuencia**
- d) Forma que presenta la onda hasta que está se vuelve a repetir. **4) Amplitud**
- e) Es la distancia en línea recta que existe entre el comienzo y el final de un ciclo. **5) Longitud de la onda**

9. Indica en cada uno de los aparatos numéricamente a que frecuencia pertenece dependiendo de la corriente que se esté trabajando



Corriente galvánica  
continúa=



Corriente de baja  
frecuencia=



Corriente de media  
frecuencia=



Corriente de alta  
frecuencia=

### Clasificación según la forma de la corriente

10. Esta corriente presenta una semionda y existe tiempo de impulso o paso de la corriente y tiempos de reposo. Como ejemplo de está son las corrientes diadinámicas o corriente de Trabert.

- a) Corriente continua monofásica.
- b) Corriente continua alterna.
- c) Corriente interrumpida monofásica.

11. Esta corriente presenta las dos semiondas, la negativa y la positiva y pasa constantemente corriente. Ejemplo de esta son la onda corta o la microonda continua.

- a) Corriente interrumpida monofásica.
- b) Corrientes continuas alternas.
- c) Corrientes moduladas.

12. Esta corriente implica intercalar tiempos de reposo entre tiempos de paso de corriente continua alterna. Ejemplo de esta son las corrientes de alta frecuencia pulsada o las TENS.

- a) Corrientes interrumpidas alternas.
- b) Corrientes moduladas.
- c) Corrientes continua monofásica.

### Bases químicas

13. Recordemos que al producirse una lesión, esta ocasiona en el lugar una respuesta inflamatoria de defensa. Dicha lesión tisular crea una reacción inflamatoria por la liberación de histamina, que tiene carga positiva. Por ello, si a ese nivel colocamos un electrodo positivo buscando un efecto polar, vamos a luchar contra el proceso inflamatorio por rechazar la histamina de la zona. La pregunta es que otro tipo de reacción terapéutica produce?

- A) Vasoconstricción, coagulación y crea hipoestasia en la zona de la lesión.
- B) Analgesia, Estimulación circulatoria, reparación del tejido.
- C) Genera calor, al circular energía electromagnética en los tejidos.

14. En la corriente galvánica nos referimos a una corriente continua monofásica en la cual el paso de los electrones es siempre en la misma dirección: de negativo a positivo, de cátodo a ánodo. Con la información anterior, identifica y marca con color azul si la acción pertenece al cátodo y con rosa si la acción pertenece al ánodo.

Reacción acida A	Ph bajo A	Vasoconstricción A
Libera O <sub>2</sub> A	Quemadura alcalina C	Anaforesis A
Reacción alcalina C	Coagulación de proteínas A	Vasodilatación C
Concentración de cationes C	Catoforesis C	Aumenta el potencial de la membrana C

15. En la siguiente imagen escribe las indicaciones que deben de seguir el profesional para lograr los efectos polares con una corriente galvánica:



16. El principal objetivo de la iontoferesis es:

- a) Alterar la bioquímica de la zona lesionada.
- b) La introducción de un principio activo mediante la corriente eléctrica, generalmente una corriente galvánica o interrumpida.
- c) Introducir medicamentos directamente sobre la zona de la lesión, favoreciendo antes su recuperación. Normalmente es mejor que dichos medicamentos estén en disoluciones y no en geles o pomadas.
- d) El inciso b y c son correctos.

17. Menciona los grupos farmacológicos que se utilizan para la iontoferesis y el nombre de un medicamento que corresponda a cada uno de estos grupos.

18. Desde el punto de vista del tipo de dolor que podemos atajar con el uso de electroterapia cuál de los siguientes incisos es correcto:

- a) Dolor por estímulos químicos, dolor por lesión tisular,
- b) Dolor por estímulos químicos, dolor por espasmo o contractura muscular.
- c) Dolor por estímulos químicos, dolor por espasmos o contractura muscular, y dolor por compresión de un nervio o de una raíz nerviosa.

19. Corriente interrumpida monofásica, que se utiliza como efecto mio-relajante, analgesia y activación de la circulación aparte de relajar, ayuda al aporte de los nutrientes y a la eliminación de catabolitos, es decir se mejora el trofismo muscular.

- a) TENS
- b) Corriente de Trabert o Ultra- Reiz.
- c) TENS de frecuencia alta y amplitud baja.
- d) TENS de frecuencia baja y amplitud alta.

20. Es una de las modalidades de electroanalgesia más extendida en todo el mundo. Hace referencia a una corriente interrumpida alterna o bifásica, no genera efectos bioquímicos lo que causa que la sesión sea más agradable para el paciente.

- a) TENS.
- b) Corriente de Trabert o Ultra-Reíz.
- c) TENS de frecuencia alta y amplitud baja.
- d) TENS de frecuencia baja y amplitud alta.

Paciente femenino de 16 años de edad proveniente de cantera pumas sur, asiste al consultorio de medicina del deporte, refiriendo dolor agudo en los isquiotibiales, incluso cuando está en reposo, horas después del partido del fin de semana.

Exploración física

Hinchazón edematosa en la zona de la lesión, rigidez de los músculos. Rango de movimiento limitado de las articulaciones adyacentes. Dolor en las contracciones isométricas. Se diagnosticó con Dolor muscular de aparición retardada (DOMS).

21. En el caso clínico anterior que corriente podemos utilizar para aliviar el dolor?

- a) TENS DE FRECUENCIA ALTA Y AMPLITUD BAJA.
- b) TENS DE FRECUENCIA BAJA Y AMPLITUD ALTA.
- c) Ninguna de las dos.

Indica las características, dosificación y duración de la corriente que corresponde.

Paciente masculino acude al servicio médico, refiriendo dolor en los músculos aductores al realizar un gran esfuerzo durante una competencia de atletismo. El dolor cede al pedirle al paciente que estire el área de los músculos lesionados.

En la exploración física el paciente presenta: Fascículo muscular indurado y doloroso.

Se diagnostica al paciente con contractura muscular de aductores.

22. Por las características de la lesión muscular mencionadas anteriormente, que tipo de corriente terapéutica debe elegirse?

- A) Corriente para lograr un estímulo motor.
- B) Tens de frecuencia baja y amplitud alta.
- C) Corrientes interferenciales.
- D) Corriente de Trabert o Ultra-Reíz

Indica las características, dosificación y duración de la corriente que corresponda.

23. Tipo de corriente que se utiliza con el fin de mejorar el trofismo muscular, favorece los esquemas motores y la propiocepción en caso de inmovilización prolongada o musculatura poco utilizada etc.

- A) Corrientes interferenciales.
- B) Tens de frecuencia alta y amplitud baja.
- C) Corriente para lograr un estímulo motor.
- D) Iontoféresis.



## Corrientes de Alta Frecuencia

A parte de las formas activas de terapia, existen otras modalidades de tratamiento que utilizan método pasivos, los cuales, en combinación con los anteriores, pueden ser de gran utilidad en cualquier programa de rehabilitación.

Estas técnicas constituyen un complemento ideal para la curación definitiva de la lesión y, por tanto, tienen sus indicaciones específicas. Así, el conocimiento de los principios físicos, los efectos biológicos que producen y el modo de aplicación, supone una herramienta muy útil para decidir en que situación clínica debe ser utilizado.

Los medios artificiales disponibles para el tratamiento de las lesiones deportivas se clasifican desde el punto de vista físico, es decir, en función de la energía que usan en:

- Energía eléctrica
- Energía electromagnética
- Energía vibratoria

Se va a estudiar las aplicaciones de la energía electromagnética y vibratoria, las cuales se traducen en corrientes de alta frecuencia (desarrolladas en este capítulo)

### Corrientes de alta frecuencia

Son corrientes alternas con un millón o más de oscilaciones. La brevedad duración de cada oscilación no permite el desplazamiento de los iones, y por tanto no existen reacciones electroquímicas que puedan estimular los nervios motores o sensitivos. La diferencia de estas corrientes es que producen contracción muscular.

Estas se pueden utilizar para producir un aumento de la temperatura del tejido, debido a que la corriente crea un campo magnético que produce calentamiento por resistencia que opone a su paso dicho tejido. Así, el efecto fisiológico de estas corrientes es el calentamiento a profundidad, siendo la característica más importante su penetrabilidad.

### Clasificación:

Dependiendo de la longitud de onda y la frecuencia, las corrientes de alta frecuencia se clasifican según como lo menciona la tabla siguiente:

A pesar de los diferentes tipos de corrientes, los aparatos tienen tres componentes básicos de circuitos que son comunes a todos:

- Fuente de alimentación
- Circuito de oscilación
- Circuito de aplicación

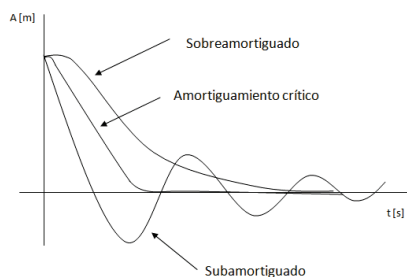
El circuito de oscilación es el que va a determinar el tipo de onda. A continuación haremos hincapié en las más utilizadas en el tratamiento médico.

	Frecuencia (MHz)	Longitud de onda
D' Arsonval	1	300m
Diatermia	1-10	300-30m
Onda corta	10-100	30-3m
Ondas decimétricas	433,92	69 cm
Radar (microondas)	2.450	12,25 cm

*Cuadro 1 Clasificación de las corrientes de alta frecuencia.*

### **Diatermia (Ondas Amortiguadores)**

Se caracteriza por tener una frecuencia de 1 a 10 megaciclos y una longitud de onda de 300 a 30 metros. También se denominan ondas amortiguadas por formar grupos de ondas de amplitud decreciente, separadas unas de otras por periodos de pausa (figura 1).



*Figura 1. Hay una fuerza de amortiguamiento que hace que se disipe energía mecánica pero el sistema oscila. La fuerza de amortiguamiento es pequeña con respecto a la fuerza restauradora. El sistema regresa a la posición de equilibrio más rápidamente que en los casos anteriores.*

## Características físicas

El circuito oscilante consta de un tipo especial de interruptor denominado estallador, el cuál esta por dos bornes enfrentados entre los que salta una chispa cuando la tensión de la corriente aplicada a sus extremos alcanza el valor determinado. Al saltar la chispa se cierra el circuito, con lo que se descarga del condensador un tren de ondas amortiguadoras. El cese de la descarga hace que no se produzca en el paso de la chispa hasta que no pase de nuevo la tensión requerida y se emite otro tren de ondas amortiguadas. La amplitud de las oscilaciones varía hasta el agotamiento de la carga del condensador, manteniéndose constante la frecuencia.

## Efectos fisiológicos

Tiene como característica principal un calentamiento de los tejidos que atraviesa, siguiendo las leyes de Joule, es decir, dependiendo de la intensidad, resistencia y tiempo de paso de la corriente. Los tejidos con mayor resistencia, como la piel y el tejido celular subcutáneo, son los que más se calienta, siendo el tejido muscular el que menos lo hace.

## Onda Corta (continua)

Son ondas que se suceden sin interrupción y con la misma amplitud. Tienen una frecuencia de 300MHz y una longitud de onda de 30 a 1 metro.

## Características físicas y biofísicas

La característica principal de estas ondas es la capacidad de atravesar tanto los cuerpos conductores como no conductores. En el organismo existen tejidos conductores, como los músculos, y otros prácticamente eléctricos (no conductores), como la aponeurosis o el periostio. Esta virtud del paso a través de los cuerpos se debe a un triple mecanismo:

- Corriente de conducción: Es la típica de los cuerpos conductores. La onda corta fluye. La consecuencia más importante de este mecanismo de conducción es la producción de calor o la energía en virtud de la ley de Joule. Depende de la conductividad específica del tejido que atraviesa.
- Corriente de desplazamiento o de Maxwell: Es el mecanismo por el cual la onda corta es capaz de pasar por los cuerpos dieléctricos. Se basa en la orientación de las cargas eléctricas de las moléculas de los tejidos, cuando se encuentran en un campo eléctrico. Dicha orientación cambia con la frecuencia de la corriente alterna, lo que provoca un desplazamiento alternante de las cargas que hacen que la onda corta atraviesen los cuerpos de los no conductores. El factor más importante es la constante dieléctrica.



- Corriente de inducción: La onda corta también es capaz de inducir una corriente de la misma frecuencia. Este mecanismo explicaría el fundamento biofísico del efecto de la inductotermia, que consiste en la creación de corrientes inducidas a partir de un objeto conductor.

### Efectos biológicos

Los efectos de la onda corta continua se pueden sistematizar de la manera siguiente:

Acción sobre iones y moléculas	Las ondas cortas producen una polarización del átomo y una variación de la orientación de las cargas eléctricas de las moléculas, disponiéndose éstas en forma bipolar. En moléculas grandes pueden provocar oscilación de las cargas y, por tanto, tener consecuencias biológicas como alteraciones de las membranas celulares, de las que forman parte.
Acción sobre soluciones electrolíticas	La conductividad de las soluciones electrolíticas depende de su concentración. Cuando la solución está muy concentrada, la corriente de onda corta pasa, casi en su totalidad, como corriente de conducción y produce calor. Si se diluye, la solución se va haciendo menos conductora y ofrecerá mayor resistencia.
Acción sobre mezclas no homogéneas	El calentamiento será también heterogénea ya que la onda pasa sin desviarse por todas las estructuras orgánicas que están expuestas a la corriente, calentando más los cuerpos conductores y menos los dieléctricos.
Efecto térmico	Por la transformación de la energía electromagnética en calorífica. El calentamiento depende de la mayor o menor conductividad de los tejidos y el calor se propaga por conducción hasta zonas más frías consiguiendo un equilibrio térmico.

Cuadro 2 Sistematización de los efectos biológicos de la onda corta.

### Técnicas de Aplicación

La aplicación de la onda corta se realiza mediante aparatos provistos de dispositivos que regulan la intensidad y el tiempo, y sintonizan los circuitos de aplicación

Los métodos más utilizados para transmitir al paciente la energía electromagnética son los siguientes:

- Por campo condensador, Donde la zona a tratar se encuentra colocada entre dos armadura o placas condensadoras sin contactar con ellas. Existen diferentes tipos de electrodos dependiendo de la sustancia interpuesta entre electrodo y la piel.

Electrodos de aire regulables: Son placas metálicas en una caja de cristal, donde se puede regular la distancia del electrodo al cristal, según la superficie que se va a tratar. La superficie de cristal es plana y circular, siendo de diferentes tamaños (10-15 cm de diámetro). En general, cuanto mayor sea el espesor de la región que se va a tratar, mayor será el tamaño de los electrodos y la distancia entre la piel y el electrodo. Si se desea producir un calentamiento más superficial en un lado, se acerca el electrodo en esa región.

*Electrodos intracavitarios:* Se insertan en la vagina o en el recto tras la aplicación de lubricante.

Electrodos en forma de placas metálicas planas y flexibles, aisladas por una cubierta de caucho en vez de aire. Con esto permite una mejor adaptación a las superficies a tratar.

#### *Esquema 1 Definición, funcionamiento e interacción de los tipos electrodos en la piel.*

Dependiendo de la distancia de los electrodos a la piel, se producirá un calentamiento más superficial o más profundo. Así, cuanto más alejados de la piel están los electrodos, más se calientan los tejidos profundos en comparación con los superficiales. Esto se debe a que las líneas de fuerza se separan al salir de uno de los electrodos, se disponen de forma paralela más lejos y vuelven acercarse entre sí en el otro electrodo. Por tanto, si los electrodos están cerca de la piel, las líneas de fuerza se concentran en los planos más superficiales. Sin embargo, si se alejan de la piel, dichas líneas de fuerza son prácticamente igual en los planos superficiales que en los profundos, calentando más estos últimos. No obstante, hay que tener en cuenta que los electrodos no pueden separarse de la piel más de 5cm, puesto que al alejarlo se debilita su acción.

Existen distintas formas de colocar los electrodos:

- Transversal: Donde los diferentes tejidos se encuentran situadas en serie. La intensidad de corriente es la misma para todos los tejidos, por lo que el tejido con mayor resistencia se calienta más.

- Longitudinal: Los tejidos están en paralelo, en la misma dirección del campo eléctrico. En este caso el flujo de corriente más grande se producirá en el tejido mayor conductividad como es el caso del músculo, que se calentará más.
- Coplanos: Los electrodos se colocan en el mismo plano y las líneas de fuerza en la región situadas entre ellos. No se consigue un efecto en profundidad como en el anterior.
- Por inducción o inductoterapia: Se utiliza un cable aislado en vez de electrodos. Para aplicarlo se debe mantener a distancia de la piel mediante la imposición de un aislante (por ejemplo: toalla, envoltura plástica, tela de esponja etc). La corriente se trasfiere a los tejidos por inducción electromagnética pero también en parte por inducción electrostática. En este caso los tejidos que poseen mejor conductividad se calientan al máximo (sangre, vasos, músculos).El cable se puede disponer de diferentes modos.
  - ✓ Enroscarse alrededor de la parte tratada (solenoides): sobre todo se utiliza en las extremidades.
  - ✓ Arrollarse sobre sí mismo formando una espiral plana (tambores planos o “pancake”).

## Dosis

Como regla general se establece que es procesos agudos se aplican dosis más bajas y menores sesiones; mientras que en afecciones crónicas, las dosis son mayores y más espaciadas en el tiempo. Las sesiones no deben durar más de 20 minutos, siendo de 1 a 15 minutos es procesos agudos, por un total de 5 a 10 sesiones; sin embargo en procesos subagudos y crónicos cada sesión dura de 10 a 20 minutos, con un total de 15 a 20 sesiones. En ambos casos el número de sesiones semanal es de cinco.

Schliephafe distinguió **las dosis según la termosensibilidad** del paciente en:

- ✓ Dosis I o muy débil: se aplica una intensidad débil y se va aumentando hasta que haya sensación de calor ligero, entonces reduce por debajo de este umbral de calor.
- ✓ Dosis II o débil: el paciente tiene una pequeña sensación de calor.
- ✓ Dosis III o media: con sensación de calor clara y agradable.
- ✓ Dosis IV o fuerte: calor al límite de tolerancia

Existe además una serie de **factores** que hay que tener en cuenta al elegir la dosificación

- Tipo de electrodo: con los flexibles hay más sensación de calor.
- Distancia electrodo-piel: a mayor distancia menor sensación de calor.
- Existencia de relieves óseos, úlceras húmedas o sudoración.
- Termosensibilidad individual.

### Indicaciones

Generales	En medicina del deporte
Están relacionadas con su efecto térmico en profundidad, como son el efecto analgésico, espasmolítico, hiperemiante, activación de las glándulas endocrinas y sedantes. Así, son de eficacia en el procesos inflamatorios de tipo purulento (forúnculos, absesos, sinuistis etc.), en procesos digestivos (gastritis, úlceras, etc), respiratorios (traqueítis, bronquitis, neumonías, etc.), urogenitales (cistitis, nefritis, orquitis, anexitis, etc.), reumáticos (artritis deformante, mialgias, etc), circulatorios (hipertensión esencial, espasmos vasculares, etc) o incluso en afecciones del sistema nervioso periférico (neuralgia del trigémino, ciática, etc)	La hiperemia producida en los tejidos favorece la eliminación de los exudados inflamatorios, con lo cual disminuye el edema y mejora la función. Por ello se utiliza en el tratamiento de las inflamaciones subagudas y crónicas. Por su efecto sedante sobre los nervios irritados, también se usa para combatir el dolor y los espasmos. Las aplicaciones más frecuentes son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Edemas post-traumáticos.</li> <li>✓ Contracturas musculares dolorosas.</li> <li>✓ Contusiones.</li> <li>✓ Esguinces recientes.</li> <li>✓ Rupturas musculares.</li> <li>✓ Sinovitis.</li> <li>✓ Derrames.</li> <li>✓ Tendinitis y tenosinovitis.</li> <li>✓ Artropatías degenerativas.</li> </ul>

*Cuadro 3 Descripción de las indicaciones terapéuticas generales y en medicina del deporte.*

### Contraindicaciones

La onda corta estaría contraindicada en las siguientes situaciones:

- Cuando hay tendencia a hemorragia local hay que esperar por lo menos 48 horas (por ejemplo después de un traumatismo), para empezar el tratamiento.

- En inflamaciones agudas donde se puede agravar la inflamación.
- Si está implantado un material de osteosíntesis con riesgo de “punto caliente”. En estos casos se aconseja utilizar onda corta térmica.
- Osteoporosis.
- Zonas anestesiadas y cicatrices quirúrgicas.
- Tumores malignos.
- Embarazo por la posibilidad del aborto.

### **Onda Corta Pursátil**

Esta corriente de alta frecuencia pulsante se produce por una emisión de impulsos, de corta duración y largos períodos de pausas intermedias. Al ser una emisión pulsada, la potencia media con la que se trabaja puede ser variable. Así, aunque los impulsos sean intensos, debido al periodo de pausa intermedio, la sangre disipa el calor provocado en la zona, evitándose de esta forma el aumento de la temperatura local general.

### **Efectos fisiológicos**

Se acepta que los efectos producidos por la onda corta de tipo pursátil son:

- Estimula la formación de neovasos aumentando la vascularización periférica.
- Aumento de actividad de las células reparadoras en lesiones, así como de depósitos de fibrina y colágeno y orientación de las miofibrillas.
- Estimula la regeneración nerviosa.
- Disminución del edema y de la inflamación.

### **Dosis**

La frecuencia está comprendida entre 50 y 600 Hz, con una duración de los impulsos de 40 a 60 ms. La duración de cada sesión oscila entre 40ª 60 minutos, aunque pueden utilizarse tiempos más largos en casos de retraso de la consolidación ósea.

### **Indicaciones**

Se utilizan en el tratamiento de traumatismo a nivel tisular, pues no presenta problemas de quemaduras y actúa como estimulante de procesos de cicatrización ósea y de fracturas. Generalmente se aplica en la primera semana después de la lesión en los procesos enumerados en la siguiente tabla.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Traumatismos cerrados.</li> <li>➤ Esguinces.</li> <li>➤ Injertos cutáneos, reduciendo a la mitad el tiempo de regeneración.</li> <li>➤ Heridas, por disminución del tiempo de cicatrización.</li> <li>➤ Infecciones agudas,</li> </ul> |
|---|

- subagudas y crónicas.
- Pseudoartrosis, artropatías dolorosas y osteoporosis.
- Arterioesclerosis.
- Lesiones nerviosas periféricas.

**Contraindicaciones**

Debido a que no producen aumento de calor en tejido o implantes mecánicos, no existen contraindicaciones absolutas. Solamente hay que evitar la aplicación en tumores, embarazadas o portadores de aparatos como marcapasos, por interferir su acción.

**Ondas Radar o Microondas**

Son corrientes con una frecuencia de 2450 MHz y una longitud de onda de 12,25 cm. También se denomina ondas dosimétricas.

Para producir estas ondas se utiliza el magnetrón o klystrón, aparato compuesto por un cilindro metálico, en el que se disponen de forma radial, y en número par, unos orificios que comunican con una cavidad central mayor. Este cilindro hace de ánodo, siendo el cátodo un filamento de níquel recubierto de óxido de bario y estroncio, que se coloca en el centro de la cavidad central formando el eje del cilindro. El filamento está alimentado por una corriente continua, el cual se pone incandescente y emite electrones. El cilindro metálico está comprendido entre los dos polos de un electroimán que genera un campo electromagnético.

Los electrones producidos en el cátodo incandescente son atraídos por el ánodo y, debido a la influencia del campo magnético, describen una trayectoria circular moviéndose en remolino en dichas cavidades. Puesto que todo el electrón en movimiento crea un campo electromagnético a su alrededor, en este caso, el remolino de los electrones que llegan al ánodo producen una radiación electromagnética que se conoce como radar. La corriente de microondas es llevada por medio de un conductor, desde una de las cavidades hasta un cable coaxial conectado a una antena bipolar desde la cual se realiza la aplicación al paciente.

**Clasificación Física y Biofísicas**

Naturaleza de las propiedades	Al tener una longitud de onda cercana a las radiaciones ópticas, se comportan de forma similar a ellas: propagación en
-------------------------------	--

	línea recta, reflexión, refracción, difracción, absorción y posibilidad de ser dirigidas.
Valoración de la intensidad.	La intensidad del haz va disminuyendo con la distancia al foco productor, debido a la divergencia del haz y a la absorción de energía de los medios que atraviesa. Por tanto para que su eficacia sea mayor en el organismo, hay que evitar que el haz sea divergente y que la absorción en la superficie sea baja.
Penetración y absorción	<p>La penetración de los microondas es inversamente proporcional a su absorción. Dicha penetración depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La longitud de onda: a menor longitud menor penetración y mayor absorción.</li> <li>➤ Contenido de agua en el medio: menor contenido mayor penetración y menor absorción. Los tejidos con un elevado contenido de agua, tales como el músculo, tiende a absorber más energía que los que posee una menor cantidad, como la piel y el tejido celular subcutáneo. Como consecuencia de esto, se producirá más calor en las zonas con mayor absorción.</li> </ul>

#### **Cuadro 4 Descripción de la clasificación físicas y biofísicas de la onda radar o microondas.**

##### **Efectos fisiológicos**

- Efecto térmico: El principal efecto de estas ondas microondas, la conversión en calor por mecanismo de Joule. Su alcance es más limitado que la diatermia y en la onda corta, adoptando una distribución piriforme y teniendo sólo efecto en capas tisulares situadas a menos de 8cm de distancia. La distribución de calor en el microondas es homogénea: aunque existen diferencias evidentes entre piel y tejido subcutáneo y músculo, debido a su contenido en agua.
- Efecto sobre sistema muscular: Produce una fuerte vasodilatación arterial que permanece hasta 20 minutos después del cese tratamiento. Además provoca una aceleración circulatoria. Esto dos hechos dan como consecuencia una hiperemia activa en la zona tratada.

- Efectos sobre el globo ocular: Puede provocar aparición de cataratas.
- Efectos sobre el tejido óseo: A dosis elevadas las microondas producen una reducción del crecimiento óseo; sin embargo, la aplicación de la dosis inferior estimula ese crecimiento óseo.
- Efecto analgésico
- Efecto sobre la fatiga muscular: El tratamiento con microondas retrasa la aparición de fatiga muscular.

## Técnicas de Aplicación

Es necesario seguir una serie de reglas

- Colocación del enfermo sentado o acostado, en una posición cómoda y con la zona a tratar descubierta.
- Ajustar la dosis y el tiempo de aplicación.
- Elegir el reflector correcto dependiendo de la extensión a tratar: así en zonas extensas como tórax o columna lumbar se utiliza un reflector de campo grande; en las extremidades, un reflector de campo longitudinal; en zonas más localizadas, en el campo local que tiene forma crónica.
- La distancia del aplicador a la piel varía de 3 a 20 cm.
- También pueden ser pulsantes, para así evitar el efecto térmico. Este tipo de ondas son útiles en procesos agudos, zonas mal vascularizadas y cuando existe algún implante metálico en la zona a tratar.

## Dosis

Al igual que ocurre con la onda corta, no hay forma de medir exactamente la energía liberada por las microondas en el organismo, sino depende del aparato, la distancia a la piel, el tiempo de aplicación y la superficie irritada. En general, se utiliza como criterio clínico la sensación de calor que experimenta el enfermo. Esto permite establecer cuatro grados y cuatro dosis.

Grado I o dosis muy débil	Por debajo del umbral de la sensación de dolor
Grado II o dosis débil	Inicio de la percepción de calor.
Grado III o dosis media	Sensación de calor agradable y tolerable.
Grado IV o dosis fuerte	Sensación de calor al límite de tolerancia.

*Cuadro 5 Clasificación del el grado y dosificación de la onda radar o microondas.*



La dosis de I y II se emplean en órganos escasamente vascularizados como los ojos; los procesos crónicos requieren generalmente dosis más fuertes y los agudos dosis más débiles. En general, la duración del tratamiento es de 5 a 20 minutos dependiendo del proceso, siendo lo más habitual 10 minutos y de 10 a 15 sesiones con un máximo de 5 por semana. Estos ciclos pueden repetirse pasadas de 2 a 4 semanas.

## **Indicaciones**

Poseen prácticamente las mismas indicaciones que la onda corta, aunque en el límite de profundidad de 7 a 8 cm.

Son de gran utilidad en:

- Dolores musculares por traumatismos, contracturas y zonas gatillo.
- Dolores periarticulares y articulares, algias vertebrales.
- Artrosis
- Tendinitis, esguinces.
- Cicatrices en periodos subagudos.
- Parálisis y suturas nerviosas

## **Contraindicaciones**

En términos generales, la radarterapia no es peligrosa; sin embargo, no es conveniente su uso en:

- Isquemia
- Pacientes portadores de marcapasos o implantes metálicos en partes blandas.
- Gónadas masculinas (existen rejillas aislantes para protegerlas de la irradiación).
- Áreas hemorrágicas.
- Tumores malignos.
- Los ojos deben protegerse con gafas especiales.

Se les conoce a un grupo especial de corrientes de alta frecuencia de 433,92 MHz y una longitud de onda en el aire de 69 cm. La onda decimétrica ocupa un límite en relación con la fototerapia y comparte con ellas ciertas analogías. Este tipo de ondas supera el límite de termopetración de las microondas (7cm), alcanzando órganos internos.

Este tipo de tratamiento presenta otras ventajas:

- Menor duración del tratamiento.
- Menor riesgo de dosificación.

- La distancia entre el electrodo y la piel no es tan importante como en la onda corta y el radar.
- Mejor distribución de calor en el organismo con menor calentamiento del tejido adiposo y mayor efecto térmico en profundidad.

### **Características físicas y biofísicas**

La acción térmica de las ondas decimétricas se debe, además del efecto de la radiación electromagnética, a la absorción de la energía de radiación, la cual depende de la profundidad de entrada de las ondas.

Puesto que el tejido adiposo absorbe relativamente poca energía de radiación con ondas decimétricas, éstas producen un buen efecto hiperémico en la región muscular debido a la descarga térmica del tejido adiposo.

### **Técnicas de Aplicación:**

Existen dos tipos de aplicadores o focos de radiación:

- De campo circular y de campo longitudinal: Proporcionan la radiación sólo desde un lado. Es apto para el tratamiento de zonas dolorosas muy circunscritas. Se requiere mantener una distancia de 5 a 10 cm entre los electrodos y la piel.
- Aplicador cóncavo o foco de radiación hueco: En este caso la irradiación se efectúa por tres lados, de manera que se obtiene una distribución térmica y un efecto profundidad uniforme que no se logran con ninguna otra termoterapia de alta frecuencia. Se puede aplicar directamente sobre la superficie a tratar, sin mantener una distancia entre electrodo y la piel.

### **Dosis**

Generalmente suelen hacer en sesiones de 8 a 20 minutos tres veces por semana. La intensidad expresada en vatios, corresponde a la escala máxima (escala 4) y reproduce calor intenso y agradable.

### **Indicaciones**

Las ondas decimétricas están especialmente indicadas en los hipertonos musculares, las mialgias y las secuelas traumáticas crónicas.

### **Contraindicaciones**

Están contraindicadas en todos los procesos agudos articulares y musculares, en neuralgias agudas y estados postraumáticos recientes. Durante el embarazo y la menstruación no debe efectuarse esta radiación en el tronco. Además, los vendajes

húmedos deben quitarse ante de proceder al tratamiento con estas ondas. Esta contraindicadas de forma absoluta cuando existen prótesis metálicas en el organismo.



## Fototerapia y Ultrasonido

La fototerapia se basa en el uso terapéutico de las radiaciones ópticas, es decir, la luz, la cuál forma parte del espectro electromagnético. Dentro de estas radiaciones ópticas se encuentran la luz visible, infrarroja, ultravioleta y láser.

El efecto fisiológico de la luz depende de los cuantos de luz o fotones, los cuáles están determinados por la longitud de onda de ésta. Por tanto, el elemento diferenciador de cada tipo de radiación es la longitud de onda, la cuál determina su frecuencia. En general, las leyes principales que rigen la fototerapia son las mismas que regulan las radiaciones electromagnéticas. La fototerapia se encuentra dentro del espectro electromagnético en un lugar límite en relación con las ondas decimétricas. Las radiaciones fototerapéuticas se clasifican en:

**Radiación infrarroja:** Abarca una amplia gama, pero la que interesa desde el punto de vista médico deportivo es la comprendida entre 7.600 y 150.000 Å (760nm-15.000nm). Su principal efecto terapéutico es el térmico (fig 1).

**Radiación visible:** Posee una longitud de onda de 4.000 a 6.000 Å (400 nm-600nm) del rojo. Su efecto es lumínico.

**Radiación ultravioleta:** Con longitud de onda entre 3.900 y 1.800 Å (390 nm- 180 nm). Efecto químico (fig 2)

**Radiación láser:** Supone la amplificación de la luz por emisión estimulada de una radiación. Son amplificaciones de la luz que emiten energía en las regiones visible e infrarrojo del espectro electromagnético (fig 3)

*Esquema 1 Clasificación y definición de las principales radiaciones fototerapéuticas.*



*Fig 1. Lámpara con luz infrarroja. Tratamiento de lesiones*



*Fig 2. Radiación ultravioleta*



*Fig 3. Radiación láser. Tratamiento láser de baja potencia para tratar inflamación aguda.*

A continuación veremos en más profundidad las radiaciones que presentan más interés dentro de la medicina deportiva.

### Radiación infrarroja

Se conoce con el nombre de rayos infrarrojos a aquellas radiaciones electromagnéticas de una longitud de onda comprendidas entre 150.000 Å y 7.600 Å (15.000 a 760 nm), que es el límite de luz visible de mayor longitud de onda (rojo). Existen radiaciones infrarrojas superiores, de incluso 3.000.000 Å. No obstante a nosotros nos interesan las mencionadas anteriormente, las cuáles se dividen en dos.

- Infrarrojas distales o de onda larga: de 10.000 a 1.500nm. Son emitidos por todos los cuerpos calientes a temperaturas no muy altas y tienen poco poder de penetración.
- Infrarrojas proximales o de onda corta: de 1.500 a 760 mn. Se emiten a temperaturas más elevadas y tienen mayor poder de penetración, llegando incluso a vasos y terminaciones nerviosas.

### Producción

La principal fuente de producción de esta radiación infrarroja es la natural, ya que proviene del sol. Su aplicación clínica se denomina **helioterapia**. Está compuesta en un 59% de rayos infrarrojos, en un 40% de radiación visible y en 1% de rayos ultravioletas (figura 4). La producción artificial de esta radiación se consigue mediante el calentamiento de un cuerpo, el cuál se trasforma, por este aumento de temperatura, en emisor de esta forma de radiación. Tal emisión puede hacerse de dos modos distintos.

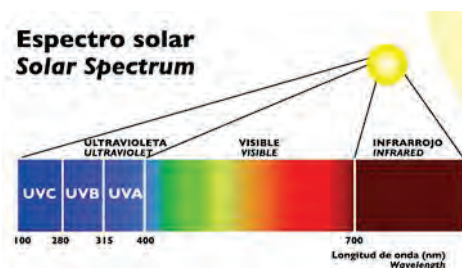
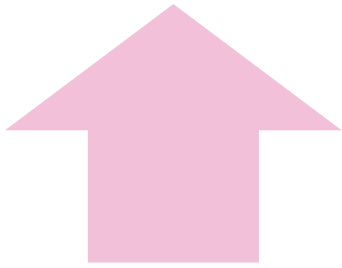
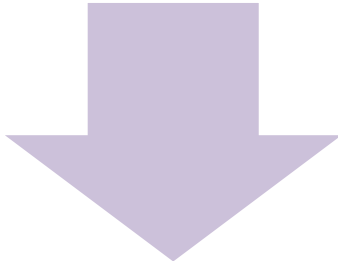


Figura 4. Desde infrarrojo hasta ultravioleta. Longitud de onda. La grafica adjunta la longitud de onda va en aumento.



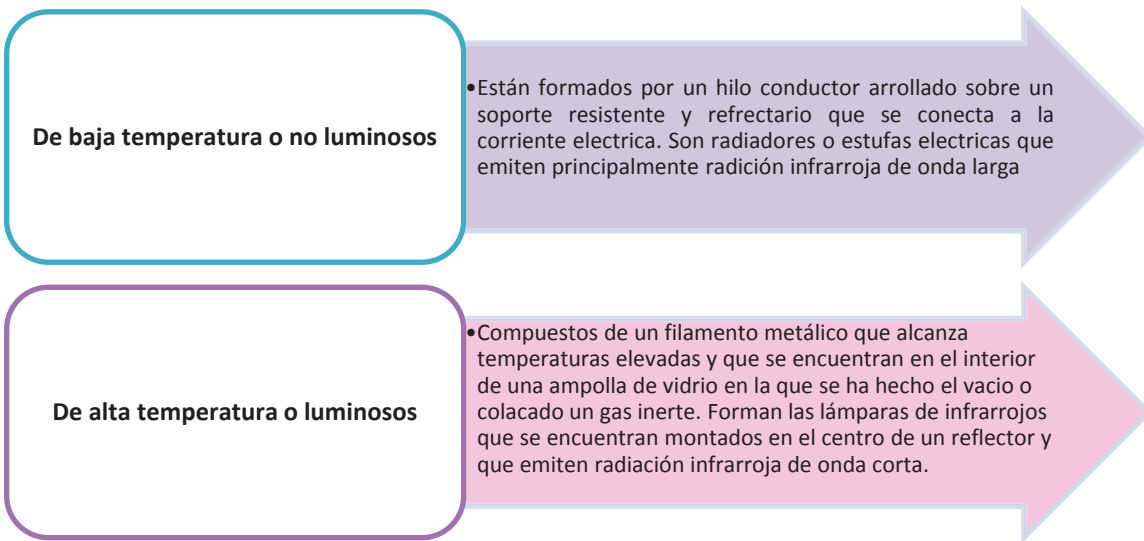
**Espectro continuo:** Forma de emisión típica en los cuerpos sólidos y se caracterizan porque las radiaciones emitidas forman una amplia gama en todas las posibles longitudes de onda entre un valor máximo y mínimo. Se puede comprobar que, a mayor calentamiento, menor longitud de onda y mayor penetrabilidad.



**Radiación características:** Es típica de los cuerpos en estado gaseoso. En este caso, el cuerpo emisor emite radiaciones que sólo ocupan determinadas zonas del espectro, por lo que son radiaciones de determinada longitud de onda.

*Esquema 2 Modos de producción der la radiación infrarroja artificial*

Los aparatos productores de rayos infrarrojos son conductores metálicos que se calientan al paso de una corriente eléctrica. Dependiendo de la temperatura alcanzada, se distinguen dos tipos de aparatos.



*Esquema 3 Clasificación de los tipos de aparatos en relación con la temperatura que funcionan.*

**Efectos Fisiológicos**

Los cuantos de la luz de la radiación infrarroja son relativamente pobres de energía, por lo que solo producen un efecto superficial en los primeros milímetros de la piel. Esta

energía se trasforma en calor local sobre la epidermis y dermis, circulación y terminaciones nerviosas.

Absorción	En general los rayos infrarrojos de longitud de onda corta penetran hasta unos 10mm y sólo de 1-2% llegan a alcanzar el espesor del tejido celular subcutáneo; sin embargo, los de onda larga solamente lo hacen hasta 1mm como máximo.
Acción local	Estimula la circulación, de tal forma que si aplicamos la radiación sobre la piel, inmediatamente aparece un eritema local que provoca cierto grado de turgencia y sensación subjetiva de calor. Este eritema puede subsistir hasta dos horas después de la irradiación. Este aumento de la circulación a la zona irradiada activa el metabolismo local y favorece la regeneración de las células epidérmicas destruidas. Se produce también una estimulación de las glándulas sudoríparas. Además, actúa sobre las terminaciones nerviosas cutáneas, provocando un efecto analgésico por el calentamiento moderado de dichas terminaciones.
Efectos generales	La aplicación local de radiación infrarroja produce en mayor o menor medida un calentamiento general del organismo con un aumento de la circulación y del pulso, disminución de la tensión arterial, un aumento de la frecuencia y volumen respiratorios, así como un aumento de la eliminación urinaria.

*Tabla 1 Acción terapéutica de la radiación infrarroja en el organismo.*

### Técnicas de aplicación

Es relativamente sencilla, solamente hay que tener en cuenta las reglas que rigen el resto de las radiaciones fototerapéuticas.

- Distancia del emisor a la piel, que no debe ser inferior a 60cm.
- Tiempo de duración, que determinará, junto a la intensidad, el efecto deseado
- Ángulo de incidencia, que será mayor de 90° respecto a la superficie a tratar.
- Radiación absorbida, que será la realmente eficaz.

### Dosis

La dosificación se rige por la sensibilidad particular del paciente al calor y por la finalidad del tratamiento. Como regla en general una sesión de infrarrojos no debe durar menos de 10 minutos ni más de 60. Se puede establecer la siguiente escala de intensidad:

- Grado 1: 0 calor apenas perceptible.
- Grado 2 o calor moderado: Sensación de calor ligero y agradable.



- Grado 3 o calor intenso: Sensación de calor más intensa pero soportable en la que apenas aparece la sudoración.
- Grado 4 o calor intolerable: Calor muy intenso con sensación de dolor y quemadura. Aparece un eritema intenso y sudoración.

Según el tipo de indicación clínica se realizará las diferentes pautas de tratamiento:

- Acción analgésica: Calor moderado durante 10 a 15 minutos.
- Acción antiflogística: Calor apenas perceptible o moderado durante 30 minutos.
- Acción activadora: Calor intenso durante 30 a 45 minutos.
- Acción general: Calor moderado durante 60 minutos.

Las sesiones serán diarias o en días alternos, de 10 a 30 minutos con o sin descanso.

## Indicaciones

La terapia infrarroja tiene aplicación en los estados postraumáticos. En estos casos debe tenerse en cuenta que la aplicación debe hacerse en la fase postaguda, dos o tres días tras la lesión. También en dolores no inflamatorios y en todas las contracturas musculares. En dolores crónicos y en secuelas traumáticas, se consiguen buenos resultados. Además, pueden emplearse muy bien como tratamiento inicial de un masaje o de estiramiento muscular.

## Contraindicaciones

Procesos patológicos en los que el calor influye negativamente como son infecciones locales, hematomas recientes, hemorragias y en trastornos de la sensibilidad al calor. También pueden producir cataratas por opacificación del cristalino.

## Radiación ultravioleta

Son radiaciones con longitud de onda entre 3.900 Å y 1.800, por tan invisibles, emitidas por cuerpos a temperaturas elevadas y por gases ionizados.

Las radiaciones ultravioletas se clasifican en tres tipos (figura 5):

- Ultravioleta tipo A (UVA): Son los de mayor longitud de onda, de 3.150 Å hasta 3.900 Å, con escaso efecto biológico, casi sin poder energético y mayor penetrabilidad. Están en la luz solar.
- Ultravioleta tipo B (UVB): Con longitud de onda entre 2.800 Å y 3.150 Å. Son los que poseen mayor eficacia biológica, ya que son las frecuencias absorbidas por el agua. También están en la luz solar.
- Ultravioletas tipo C (UVC): De 1.800 Å a 2.800 Å, es la radiación más energética. Se obtienen artificialmente.

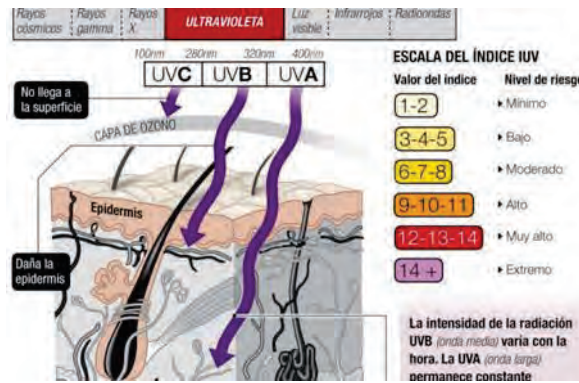


Figura 5. Los **rayos UVA** son los que penetran más profundamente la piel. Los **rayos UVB** penetran menos y afectan a las capas más superficiales de la piel, Los **rayos UVC** no penetran nuestra atmósfera esta se obtiene artificialmente.

La penetración de la radiación ultravioleta es muy escasa, no sobrepasando ninguna el estrato córneo de la piel. Poseen efectos biológicos importantes como son:

- Acción bactericida (UVC)
- Formación de eritemas
- Pigmentación
- Engrosamiento del epitelio córneo.
- Activación del sistema enzimático.
- Formación de vitamina D.

La principal fuente de producción de rayos ultravioleta es la natural, a través del sol. Los rayos ultravioleta también se pueden obtener por procedimientos artificiales en aparatos de arco o los de lámpara.

Los rayos ultravioleta poseen escaso valor, aunque se utiliza por su acción sobre el sistema nervioso central. Un tratamiento combinado de rayos ultravioleta e infrarrojos en una proporción de 1:25 a 1:300, conduce a una modificación vegetativa que se traduce en una reacción del tono parasimpático y, por tanto, una sedación. También, debido a la actividad de la vitamina D, poseen un efecto sobre el metabolismo fosfo-Cálcico.

### Radiación Láser

Los láseres son relativamente nuevos en la comunidad médica y son modalidades más recientes que utilizan los médicos deportivos. El termino láser tiene como significado “amplificación de la luz por emisiones estimulada de radiación” y consiste en unos amplificadores de la luz que emiten energía en las regiones visibles e infrarrojo del espectro electromagnético.

Existen dos tipos de láser:

- **Láser de alta potencia:** Con intensidades de hasta 100 millones de vatios. Poseen numerosas aplicaciones industriales, militares, de ingeniería y medidas (dermatología, cirugía, etc.)
- **Láser de baja potencia, láser frío o blando:** La potencia máxima es inferior a 1 mW y no producen calentamiento de los tejidos (figura 6). Se emplean para el alivio de dolor agudo y crónico, así como favorecedor de la curación de los tejidos blandos en rehabilitación. Estos últimos son los que nos interesan desde el punto de vista médico deportivo, por lo que nos centraremos en ellos.

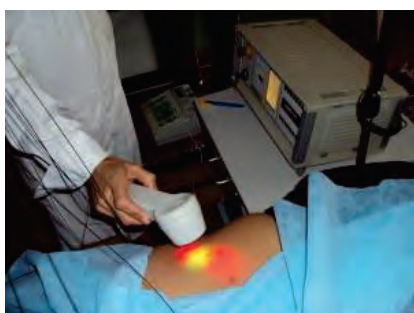


Figura 6. Láser terapia de baja intensidad, también denominado láser blando.

### Producción

Secuencia de reacciones que originan la “emisión estimulada” de fotones que forman la energía lumínica. Una descarga eléctrica, o flash de luz, ioniza un gas, lo que eleva los electrones de éste a una órbita superior y esto, a su vez, excita los átomos. Cuando el electrón regresa a su órbita original, libera energía (fotones) a través de una “emisión espontánea”. Esta energía emitida estimula los átomos adyacentes y los obliga a liberar fotones (emisiones estimuladas).

Existen dos modalidades de láser fríos, según el tipo de átomos usados para provocar la emisión estimulada.

#### Helio-Neón (HeNe)



Figura 7. Aplicación de láser Helio-Neón

La ampliación se produce al reflejarse los fotones entre los espejos de resonancia. Se emplea una cámara de vidrio que contiene el gas y los espejos reflectantes. Uno de estos es un espejo resonante de plata semipermeable, que permite el escape de los fotones de una longitud de onda muy específica. Los fotones viajan a través de un tubo de fibra óptica, que los dirige hacia el aplicador. Los láseres de HeNe producen un rayo rojo característico, y con una longitud de onda de 632,8nm que se encuentran dentro del

	rango de luz visible (400-770nm). Se transmiten en una onda continua y tiene una penetración directa de 2 a 5 mm y una indirecta de 10 a 15mm.
Galio- Arsénico (GaAs)	Es un tipo semiconductor y emplea un diodo localizado en la punta del aplicador, que permite el flujo de la corriente en una sola dirección. El diodo está formado por dos materiales semiconductores entrelazados que poseen distintas densidades electrónicas. Al aplicar energía eléctrica al sistema, y a medida que se va generando energía entre los semiconductores, se emite un flujo unidireccional de energía lumínica con una determinada longitud de onda que, en este caso, es de 904 nm, que se encuentra dentro del rango de los infrarrojos (láser IR) y, por tanto, es visible. Posee una penetración directa de 1-2 cm y una indirecta de 5cm.

*Cuadro 2 Características de las dos principales modalidades de láser frío.*

### **Características físicas y biofísicas**

A diferencia de la luz convencional, el láser presenta tres características principales.

- Naturaleza monocromática: debido a que posee una única longitud de onda, bien definida y, por tanto, un solo color.
- Coherencia o relación de fases: al tener una única longitud de onda, los láseres viajan con sus fases sincronizadas a diferencia de luz visible, donde se superponen sus distintas fases. Por tanto, las ondas luminosas procedentes de láser progresan unidireccionalmente y de forma simétrica.
- Divergencia mínima o colimada: los fotones viajan juntos de modo paralelo, por lo que el rayo de la luz queda concentrado, formando un haz estrecho.

La frecuencia de salida del láser de los aparatos productores es de forma pulsátil, siendo de 292 Hz para los láseres de HeNe y de 73.142 Hz, para los de GaAs.

Estas frecuencias corresponden a las frecuencias de resonancia en los tejidos sanos, siendo diferentes si el tejido está lesionado o enfermo. Así, las unidades de láser se pueden ajustar dependiendo de la lesión del tejido. En dolores más agudos se recomiendan frecuencias, más bajas y, a media que avanza el estado de la lesión, se va aumentando la frecuencia.

## Efectos fisiológicos

Se han llevado a cabo múltiples estudios en relación con los efectos que sobre el organismo produce el láser. Lo más importantes son:

- Aumento de actividad en las mitocondrias, con incremento en la producción de ATP.
- Aumento de la replicación del DNA.
- Elevación de los niveles sanguíneos del cortisol, con lo que se favorece su efecto antiinflamatorio.
- Disminución de la producción de prostaglandinas con disminución del dolor producido por la irritación hística.
- En fases agudas de la lesión, actúa sobre los potenciales transmembrana, el transporte activo y la dilatación microvascular, lo que provoca una reducción del edema.
- Aumento de la síntesis del colágeno y de la vascularización en las heridas, con lo que estimula la capacidad de cicatrización.
- Efectos bactericidas y proliferación microvascular, así como estímulo de la reparación del tejido óseo.

## Técnica de aplicación

Hay que tener en cuenta una serie de normas para así obtener buenos resultados:

- La habitación para trabajar con el láser debe ser exclusivamente utilizada para ese fin, con buena iluminación y sin objetos reflectantes.
- Tanto el paciente como el método deberán llevar gafas de protección contra radiaciones rojas (gafas violetas) o infrarrojas (gafas verdes).
- Limpiar la piel del paciente con éter, con ello evitamos la posibilidad de refracción.

Según el tipo de tratamiento y superficie de aplicación existen:

- Aplicaciones puntiformes.
- Aplicaciones multipuntiformes o ducha láser.
- Aplicación zonal, una zona circunscrita.
- Aplicación multizonal: varias zonas simultáneamente.
- Aplicación de barridos: recorridos a velocidad constante y sobre un circuito repetitivo.
- Aplicación de pinceladas: trayecto lineal con una sola exposición.
- Aplicación de impregnación: son pinceladas y/o barridos previos al tratamiento.

Dependiendo de si el efecto perseguido es aliviar el dolor o promover la curación de los tejidos, el modo de aplicación será distinto.

<p>Si se tiene como <u>objetivo curar los tejidos</u>, el tratamiento puede efectuarse inmediatamente sobre la lesión o alrededor de ésta, denominándose a esa aplicación directa sobre una herida, contusión o parte lesionada, “emparrillado”, que consiste en desarrollar una rejilla imaginaria, compuesta por cuadros de un 1cm. La herida ha de recibir el tratamiento con láser durante 10 a 15 segundos en cada cm<sup>2</sup> si se utiliza el de GaAs, o de 20 a 30 segundos si es el láser de HeNe. Para que el tratamiento sea eficaz, el aplicador debe mantenerse muy cerca de la piel y perpendicular a la superficie Diana. Si la herida contiene escaras o tejido cicatricial, el láser se aplicará a su alrededor.</p>	<p>Para el <u>tratamiento de dolor</u> se puede aplicar el láser en el punto doloroso, a nivel de las raíces nerviosas y en los puntos de acupuntura, de 15 a 20 segundos si es de GaAs, o 30 segundos si es de HeNe.</p>
--	---

*Cuadro 3 Modo de aplicación de la técnica con láser, dependiendo del efecto deseado.*

**Dosis**

No sean descritos dosis exactas, variando según la frecuencia del pulso y los tiempos de tratamiento. La duración de tratamiento depende del tipo láser y de si el efecto que persigue es aliviar el dolor o promover la curación de los tejidos.

La frecuencia de los tratamientos no ha de exceder de una sesión al día, a veces se recomienda utilizar el láser en días alternos, incluso una o dos veces por semana.

Si se observa que empieza a disminuir la tasa de curación de los tejidos, hay que reducir la frecuencia de los tratamientos. Pueden requerirse dos o tres tratamiento antes de que se empiece a notar una respuesta. Se afirma que el láser de GaAs es más eficaz para tratar el dolor agudo y profundo, mientras que el HeNe ejerce un efecto más favorable en el dolor crónico.

Generalmente bastan de 8 a 10 tratamientos para producir los efectos deseados. Si el proceso persiste, se recomienda suprimir el tratamiento durante una semana o bajar la frecuencia de salida del láser.

## Indicaciones

Los láseres fríos pueden, por tanto, ser utilizados en el tratamiento del síndrome del túnel carpiano, las tendinitis o los esguinces articulares. También cualquier proceso que curse con dolor, inflamación y lesión hística, puede verse beneficiado de la acción del láser frío. El método clásico de tratar las lesiones agudas con reposo, hielo y compresión y elevación puede incluir el láser para acelerar la curación y vuelta precoz a la actividad. Más frecuentemente se utiliza la técnica del emparrillado en las lesiones localizadas. Si la lesión es difusa como en las distensiones, se tratan los puntos disparadores de la acupuntura.

## Contraindicaciones

Los láseres de baja potencia son aparatos de bajo riesgo escasos efectos nocivos; no obstante, hay que tener ciertas precauciones. No se debe emplear en los siguientes

- Durante el primer trimestre del embarazo.
- Tras la ingesta de fármacos con acción fotosensibilizante.
- Sobre las fontanelas sin cerrar de los lactantes.
- En los pacientes con cáncer
- En irradiación directa sobre los ojos.
- Cuando se producen náuseas o mareos de más de 5 minutos durante o inmediatamente después del tratamiento.
- En aplicación sobre tiroides y paratiroides

## Terapia ultrasónica

Esta energía ultrasónica es una vibración mecánica (compresión y dilatación mecánica de la materia), de una frecuencia mayor a 20.000 Hz, que no es percibida por el oído humano. El ultrasonido se emplea para el diagnóstico en medicina, pero, además, se ha convertido en una importante modalidad terapéutica en fisioterapia, y en medicina deportiva. Así, por terapia ultrasónica se entiende al uso de las vibraciones sonoras en el espectro no audible, con fines terapéutico.

A diferencia de la energía sónica en el intervalo audible, la energía ultrasónica es absorbida en su mayor parte por medio gaseoso. Por esta razón, se debe utilizar un gel como agente de enlace para asegurar la transferencia de energía de la fuente de ultrasonido al paciente.

Estos aparatos ultrasónicos están compuestos por un generador eléctrico, un circuitos oscilatorio, un selector modo (en pulsos o continuo), un cable coaxial y un cabezal o transductor de sonido. El sistema va provisto de mandos para seleccionar el tiempo, la intensidad y modalidad de emisión para el tratamiento. El ultrasonido se produce en la unidad mediante la conversión de la energía eléctrica en acústica. Una vez que se genera la corriente alterna de la frecuencia, esta se trasmite al transductor o cabezal acústico , que alberga un cristal de cuarzo o de cerámica sintética y lo hace vibrar, transformándose en energía mecánica mediante el efecto piezoeléctrico invertido. Dicho efecto consiste en la producción de deformaciones mecánicas en un cristal por el efecto de la corriente eléctrica. La compresión y expansión del cristal originan una actividad vibratoria que se traduce fundamentalmente en el efecto terapéutico del ultrasonido.



*Figura 8. Ultrasonoterapia. Neroga Fisioterapia.2015.*

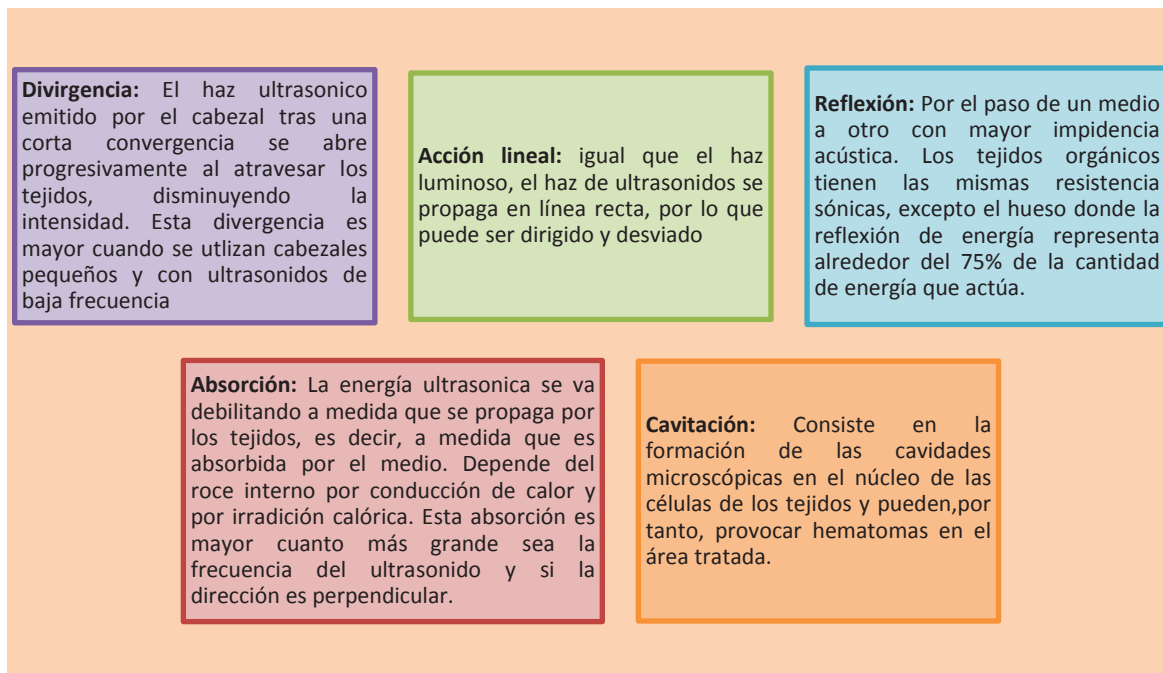
### **Frecuencia**

Estos aparatos pueden dar varias frecuencias o una sola frecuencia estándar. En el primer casos las frecuencias más altas (3,3 MHz) están indicadas para tratamientos superficiales (1-2 cm de la piel), mientras que para tratamientos más profundos (+5cm) están indicadas frecuencias más bajas (1MHz). Esto se debe a la relación inversa que existe entre la frecuencia del sonido y la profundidad de penetración de la energía en los tejidos blandos. Si el aparato posee una sola frecuencia estándar de 1MHz, la acción superficial se consigue con dosis bajas y tiempos largos, y la acción profunda con dosis altas y tiempos cortos.

### **Propiedades físicas**

Las vibraciones de frecuencia ultrasónica tienen una longitud de onda muy pequeña y sus propiedades físicas se acercan a las ondas lumínicas.





*Esquema 4 Propiedades físicas de las vibraciones de frecuencia ultrasónica.*

## Efectos fisiológicos

- Efectos mecánicos en los tejidos en forma de “micromasaje celular”, el cuál es capaz de separar las fibras colágenas de los tendones, permitiéndoles una mayor extensibilidad.
- Efectos térmicos en los tejidos que atraviesa, con mayor absorción y producción de calor en los tejidos con poco contenido.
- Aumento de la permeabilidad celular y aceleración de los procesos osmóticos y metabolismo celular.
- Acción vasodilatadora con aumento de la circulación local y regional por elevación térmica, liberación de histamina y depresión de la actividad simpática.
- Efecto antiálgico sobre el tejido nervioso por la capacidad selectiva de absorción de este tejido, siendo más sensibles las fibras de tipo B y C que las de tipo A.
- Estimulación de la capacidad de regeneración de los tejidos.

## Modos de aplicación

La emisión de los aparatos actuales de ultrasonidos puede ser de un modo continuo o en pulsos. El ultrasonido continuo consiste en una transmisión interrumpida de vibraciones interrumpida de vibraciones acústicas. Se produce un efecto térmico a nivel profundo y selectivo sobre estructuras tendinosas o periarticulares. Con esta modalidad

la dosificación se controla mejor, puesto que produce dolor perióístico si hay sobrecarga térmica local. En el ultrasonido pulsátil la intensidad del sonido se interrumpe a intervalos específicos, lo que aporta una intensidad media más baja por unidad de tiempo que da lugar a una respuesta térmica insignificante (figura 9). Se provoca un efecto más mecánico que térmico y presenta efectos positivos sobre la inflamación, el dolor y el edema. En este caso no se produce dolor perióístico y no hay aviso de sobredosis, por lo que hay que ser prudentes en intensidades medias y altas.



Figura 9. Ultrasonido y sus aplicaciones. Slideshare.2012

### Técnicas de aplicación

El paciente tendrá que colocarse en una postura cómoda, teniendo expuesta la zona que hay que tratar. Para que la transmisión de las ondas ultrasónicas sea correcta se necesita la presencia de una sustancia interpuestas entre el aplicador y la piel. Esto es debido a que el aire absorbe rápidamente estas ondas y se reflejan en un 100%. Los métodos principales de aplicación son:

Contacto directo	Contacto indirecto	Inmersión dentro del agua
Es la técnica más usada y consiste en el contacto directo del aplicador o cabezal con la región a tratar. Es necesario	Se utiliza para tratar superficies irregulares o zonas muy dolorosas que no permiten el contacto del cabezal con la piel. En	Donde el aplicador y la región a tratar se sumergen en una cubeta de loza o plástico con agua desgasificada o hervida,

<p>interponer una cantidad considerable de un agente conductor como la parafina líquida, la glicerina, geles comerciales o pomadas o cremas. El aplicador puede mantenerse fijo sobre una región donde la intensidad no ha de ser muy grande puesto que el haz se concentra en un área pequeña y puede provocar molestias. La modalidad es la habitual y consiste en deslizar el aplicador en la zona a tratar con movimientos circulares o longitudinales, y en barridos parcialmente superpuestos. Los movimientos evitan la formación de puntos calientes y permiten tratar uniformemente una zona más extensa.</p>	<p>este caso la aplicación se puede utilizar de dos modos:</p>	<p>para evitar la formación de burbujas de gas que impiden la distribución uniforme del ultrasonido. La temperatura adecuada es de 36-37 °C y el cabezal debe situarse a 1 ó 2 cm de la superficie a tratar. Este método es ideal para superficies irregulares como la mano, el codo, el tobillo y el pie, y para regiones con una hiperestesia que no toleraría la presión directa. El cabezal puede estar fijo o móvil, realizando el movimiento de la misma forma que en el modo directo.</p>
--	--	--

*Cuadro 4 Descripción de las distintas técnicas de aplicación de las vibraciones de frecuencia ultrasónica*

**Dosis**

Esta varía dependiendo de varios factores, como la intensidad y frecuencia de emisión del aparato, el tiempo y modo de aplicación, el medio de acoplamiento, la profundidad de la lesión, la absorción de los tejidos y la técnica utilizada. En general, la dosificación del ultrasonido tiene un margen terapéutico bastante amplio sin mucho peligro de error.

La intensidad media de salida en un tratamiento ultrasónico oscila entre aplicaciones de baja intensidad (hasta 0,5W/cm<sup>2</sup>), de mediana intensidad (0,5-2 W/cm<sup>2</sup>) y de gran intensidad. Estas intensidades se utilizan dependiendo de los resultados que se deseen, el estadio de la lesión y el espesor de los tejidos blandos que recubren la zona afectada. Así en procesos crónicos, generalmente es preferible producir un calentamiento energético de los tejidos mediante una penetración profunda, la cuál se consigue con intensidades entre 1,5 y 2 W/cm<sup>2</sup>. En los proceso más agudos e inflamatorios se recomienda utilizar intensidades menores (0,5-1 W/ cm<sup>2</sup>).

Se suele empezar siempre con dosis pequeñas y aumentarlas progresivamente tanto en intensidad como en duración de las sesiones. Una norma adecuada para saber el tiempo de tratamiento es la de dedicar 5 minutos a una superficie de 12,5 cm o a una que equivalga a 2 ó 3 veces el tamaño del cabezal. La velocidad de movimiento del cabezal debe ser de 1 a 4 cm por segundo. La aparición de alguna molestia, dolor o sensación importante de calor orienta sobre la dosis a administrar, la cual se disminuirá en las sesiones siguientes. La duración del tratamiento es de 5 minutos en la primera aplicación y se irá aumentando hasta 10 minutos, tratando cada región de 8 a 10 veces. Puede administrarse diariamente o en días alternos durante 15 a 20 sesiones. En algunos casos la mejoría no se advierte hasta que se han realizado de 3 a 6 sesiones, siendo necesario un reposo de 4-6 semanas antes de reanudar de nuevo el tratamiento.

### **Indicaciones**

Los ultrasonidos poseen numerosas indicaciones en problemas relacionados con la medicina del deporte. Los empleos terapéuticos abarcan el alivio de dolor, la disminución de los espasmos musculares, la ayuda a la curación de los tejidos, el aumento de la amplitud de movimientos y la reducción de los procesos inflamatorios. Los *ultrasonidos continuos* tienen una acción fundamentalmente térmica, siendo muy adecuados para el tratamiento de zonas fibrosadas y cicatrices. Los *ultrasonidos pulsantes* se utilizan por un efecto analésico, antiinflamatorio y descontracturante muscular.

Según lo anterior, las irradiaciones terapéuticas más importantes son:

- Contusiones de partes blandas: en la fase aguda se utiliza ultrasonido pulsante a dosis bajas (0,2-0,5 W/cm<sup>2</sup>) y sin solución de continuidad en la piel. En fase subaguda, hay que subir progresivamente la dosis, terminando con ultrasonido continuo.
- Esguinces y tendinitis: En la fase aguda se utiliza ultrasonido pulsante a dosis bajas, subiendo progresivamente la intensidad. Se terminará el tratamiento con ultrasonidos continuos.
- Periartritis bursitis y epicondilitis: Se realizara de igual forma que en los esguinces.
- Fibrosis músculo-tendinosas y retracciones musculares: Se utilizan ultrasonidos continuos a dosis altas.
- Cicatrices y queloides: Ultrasonidos continuos a bajas dosis (0,5-0,75 W/cm<sup>2</sup>).
- Zonas gatillo: Se usan ultrasonidos pulsantes a dosis bajas y tiempo inferior a 3 minutos por punto.

- Úlceras viscosas crónicas: Técnica subacuática con ultrasonido pulsante (0,2-1 W/cm<sup>2</sup>) 2 a 6 minutos en días alternos, de 10 a 30 sesiones.
- Otras indicaciones: Artrosis de columna vertebral, espondilitis aquilopoyética, mialgias, miositis, neuritis y neuralgias (ciática).



Figura 10. Ultrasonido Terapéutico.Indicaciones.Slideshare.2014.

### Contraindicaciones

Aunque los ultrasonidos son bastantes inocuos se recomienda no aplicarlos en:

- ✓ Región precordial: por si hubiera lesiones latentes y por la acción sobre el fascículo de Hiss.
- ✓ Ganglios simpáticos: cervicales y estrellado.
- ✓ Ojos: puede producir desprendimiento de retina u opacificación del cristalino.
- ✓ Epífisis en crecimiento: es mejor utilizar el modo pulsante y a dosis bajas.
- ✓ Zonas de fractura: el ultrasonido continuo puede interferir en la formación del callo.
- ✓ Glándulas sexuales y útero gestantes.
- ✓ Hemorragias recientes, tromboflebitis y coagulopatías.
- ✓ Inflamación sépticas: por el riesgo de diseminación.
- ✓ Trastornos sensitivos: es mejor utilizar dosis bajas y método pulsante.
- ✓ Traumatismos recientes: contraindicados en las primeras 48 h.
- ✓ Tumores malignos: por la posibilidad de diseminación.



Figura 11. Ultrasonido terapéutico. Contraindicaciones. Slideshare.2014

## Fonoforesis

Es una técnica que sirve para introducir agentes farmacológicos en los tejidos por medio del ultrasonido (figura 12). Habitualmente se utilizan antiinflamatorios y analgésicos que se mezclan con un líquido o gel que sirven de agente de contacto. Se cree que la respuesta térmica y la corriente acústica son las responsables de este paso a través de las células y de sus organelas. La superficie del transductor que emite radiación se coloca sobre el agente de contacto que contiene el fármaco y se carga de energía utilizando la técnica dinámica o estática. La fonoforesis se ha mostrado más efectiva que la iontoforesis (impulso por electricidad) como método para introducir medicación de forma tópica. Par reducir al mínimo la posibilidad de que queden burbujas de aire atrapadas, se hace un masaje previo con la pomada sobre la zona que hay que tratar.



Figura 12. Cara Fonoforesis con hidrocortisona, Karipainom, ácido hialurónica.Easyladys.2021.

### **Tratamiento combinado de ultrasonido y estimulación eléctrica**

Esta técnica proporciona un masaje mecánico unido a la respuesta térmica del ultrasonido. Cuando se utiliza sólo el ultrasonido, el paciente no siente nada. Sin embargo, con esa combinación se percibe una sensación agradable, de masaje. Con esta combinación se mejora la circulación, ayuda a aliviar los espasmos musculares, relaja los tejidos fibróticos y disminuye el dolor muscular localizado.



## Actividades de Aprendizaje de Fototerapia y Ultrasonido

### Fototerapia y ultrasonido

La fototerapia se basa en el uso terapéutico de las radiaciones ópticas, es decir, la luz, la cual forma parte del espectro electromagnético. La fototerapia se encuentra dentro del espectro electromagnético en un lugar límite en relación con las ondas decimétricas.

1.Indicaciones: Une los siguientes recuadros de radiaciones fototerapéuticas, con las características que le corresponden:



### Radiación infrarroja

Se conoce con el nombre de rayos infrarrojos a aquellas radiaciones electromagnéticas de una longitud de onda comprendidas entre 150.000 Å y 7.600 Å (15.000 a 760 nm), que es el límite de luz visible de mayor longitud de onda (rojo).

2.Estas ondas se clasifican en dos, coloca el nombre de cada una y sus características:

3.Su principal fuente de producción de la radiación infrarroja es por medio de:

- a)Helioterapia (luz solar).
- b)Rayos ultravioletas.
- c)Radiación.



4. Los aparatos productores de rayos infrarrojos son conductores metálicos que se calientan al paso de una corriente eléctrica. Dependiendo de la temperatura distinguen dos tipos de aparatos, los cuales son representados por las siguientes imágenes, coloca el nombre de la temperatura a la que pertenece.



5. Cuál de estos enunciados de las técnicas de aplicación de infrarrojos son ciertos.

- 1) El tiempo de duración, se determinara, junto a la intensidad, y el efecto deseado..
- 2) Distancia del emisor a la piel, que no debe ser inferior a 65 cm.
- 3) Ángulo de incidencia, que será mayor de  $90^\circ$  respecto a la superficie a tratar.
- 4) Debe durar menos de 10 minutos.

6. Relaciona correctamente, con respecto al tipo de indicación clínica se realizará las diferentes pautas de tratamiento:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1) Calor apenas perceptible moderado durante 30 minutos. | a) Acción analgésica.     |
| 2) Calor moderado durante 60 minutos.                    | b) Acción antiflogística. |
| 3) Calor moderado durante 10 a 15 minutos.               | c) Acción activadora.     |
| 4) Calor intenso durante 30 a 45 minutos.                | d) Acción general.        |

7. La aplicación de terapia infrarroja está indicada en:

- a) En estados postraumáticos, tomando en cuenta que la aplicación se debe realizar en la fase postaguda..
- b) Esguince de ligamento grado 2 o 3.
- c) Hematomas por contractura muscular.

8. Tipo de radiación ultravioleta con longitud de onda entre 2.800 A y 3.150 A, son las que poseen mayor eficacia biológica, ya que son las frecuencias absorbidas por el agua?

- a) Radiación ultravioleta.
- b) Ultravioleta tipo A (UVA).
- c) Ultravioleta tipo B (UVB)..
- d) Ultravioleta tipo c (UVC).

4. Los aparatos productores de rayos infrarrojos son conductores metálicos que se calientan al paso de una corriente eléctrica. Dependiendo de la temperatura distinguen dos tipos de aparatos, los cuales son representados por las siguientes imágenes, coloca el nombre de la temperatura a la que pertenece.



5. Cuál de estos enunciados de las técnicas de aplicación de infrarrojos son ciertos.

- 1) El tiempo de duración, se determinara, junto a la intensidad, y el efecto deseado..
- 2) Distancia del emisor a la piel, que no debe ser inferior a 65 cm.
- 3) Ángulo de incidencia, que será mayor de  $90^\circ$  respecto a la superficie a tratar.
- 4) Debe durar menos de 10 minutos.

6. Relaciona correctamente, con respecto al tipo de indicación clínica se realizará las diferentes pautas de tratamiento:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1) Calor apenas perceptible o moderado durante 30 minutos. | a) Acción analgésica.     |
| 2) Calor moderado durante 60 minutos.                      | b) Acción antiflogística. |
| 3) Calor moderado durante 10 a 15 minutos.                 | c) Acción activadora.     |
| 4) Calor intenso durante 30 a 45 minutos.                  | d) Acción general.        |

7. La aplicación de terapia infrarroja está indicada en:

- a) En estados postraumáticos, tomando en cuenta que la aplicación se debe realizar en la fase postaguda.
- b) Esguince de ligamento grado 2 o 3.
- c) Hematomas por contractura muscular.

8. Tipo de radiación ultravioleta con longitud de onda entre 2.800 Å y 3.150 Å, son las que poseen mayor eficacia biológica, ya que son las frecuencias absorbidas por el agua?

- a) Radiación ultravioleta.
- b) Ultravioleta tipo A (UVA).
- c) Ultravioleta tipo B (UVB).
- d) Ultravioleta tipo c (UVC).

9. Cuál de las siguientes afirmaciones de las propiedades de radiación ultravioleta son verdaderas:

- 1) Posee acción bactericida.
- 2) Inactivación del sistema enzimático.
- 3) Formación de vitamina D.
- 4) Su principal fuente es la natural a través del sol.
- 5) Esta radiación no se puede obtener artificialmente.
- 6) Posee un efecto sobre el metabolismo Fosfo-calcio.

10. El término láser tiene como significado "amplificación de la luz por emisiones estimulada de radiación". A completa los siguientes enunciados.

1) \_\_\_\_\_ Tiene una intensidad de hasta 100 millones de vatios. Poseen numerosas aplicaciones industriales, militares, de ingeniería y medidas \_\_\_\_\_

2) Láser de baja potencia, láser frío o blando: La potencia máxima es inferior a 1 mW y no producen calentamiento de los tejidos. Se emplean \_\_\_\_\_, así como favorecedor de la curación de los tejidos blandos en rehabilitación.

**11. Encierra en un círculo los efectos fisiológicos del láser:**

- 1) Aumento de la replicación del DNA.
- 2) Disminución de la actividad en las mitocondrias, con incremento en la producción de ATP.
- 3) Elevación de los niveles sanguíneos del cortisol, con lo que se favorece su efecto antiinflamatorio.
- 4) Cese de la producción de prostaglandinas con disminución del dolor.
- 5) Efectos bactericidas y proliferación microvascular, así como estímulo de la reparación del tejido óseo.

**12) Cuál de las imágenes son ejemplos de las normas de aplicación del láser**



13) Relaciona las columnas

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1) Aplicaciones multipuntiformes</li><li>2) Aplicación zonal</li><li>3) Aplicación multizonal</li><li>4) Aplicación de barridos</li><li>5) Aplicación de pinceladas</li><li>6) Aplicación de impregnación</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>a) Zona circunscrita. 2</li><li>b) Varias zonas simultáneamente. 3</li><li>c) Ducha láser. 1</li><li>d) Son pinceladas y/o barridos previos al tratamiento. 6</li><li>e) Recorridos a velocidad constante y sobre un circuito repetitivo. 4</li><li>f) Trayecto lineal con una sola exposición. 5</li></ol> |
|---|---|

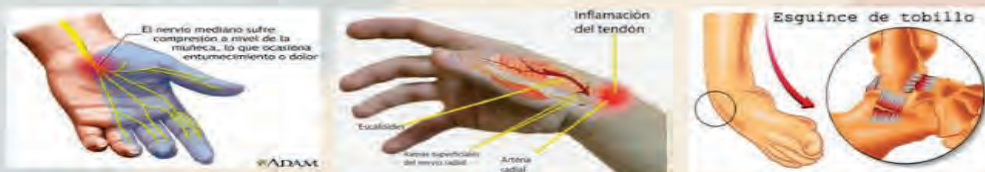
14. Es cierto o falso que en la dosificación de esta terapia la frecuencia de los tratamientos no ha de exceder de una sesión al día, a veces se recomienda utilizar el láser en días alternos, incluso uno o dos veces por semana.

**15. En los siguientes diagnósticos de enfermería identifica que modalidad de láser frío según el tipo de átomos usados (HeNe o GaAs) corresponde al tratamiento que se le debe de aplicar a cada uno de los pacientes por el nombre de la etiqueta diagnóstica.**

1) Dx Dolor agudo R/C Agentes lesivos físicos (sobreenfrentamiento, Trastorno muscular inducido por fatiga) m/p Firmeza muscular, dolor durante la actividad física, y aumento del tono circunscrito.

2) Dx Dolor crónico R/C Lesión muscular (Dolor muscular de aparición retardada) m/p Dolor en reposo horas después de la actividad física, Hinchazón edematosa y rango de movimiento limitado.

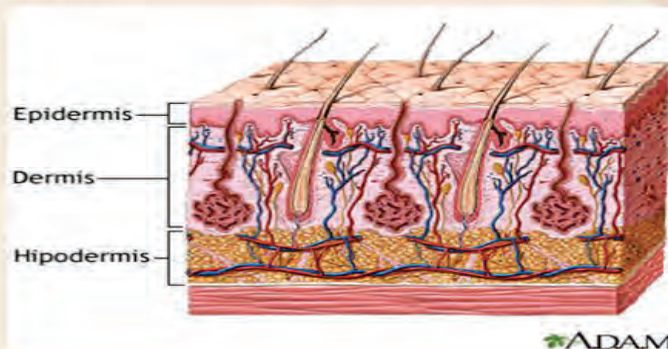
**16. En las siguientes imágenes identifica en cuál de ellas está indicada la terapia con láser:**



**17. Porque en la terapia ultrasónica se utiliza gel como agente de enlace:**

- A) Como generador eléctrico.
- B) Porque es absorbida en su mayor parte por medio gaseoso.
- C) Para transferir la energía de la fuente del ultrasonido al paciente.
- D) El inciso B y C son correctos.

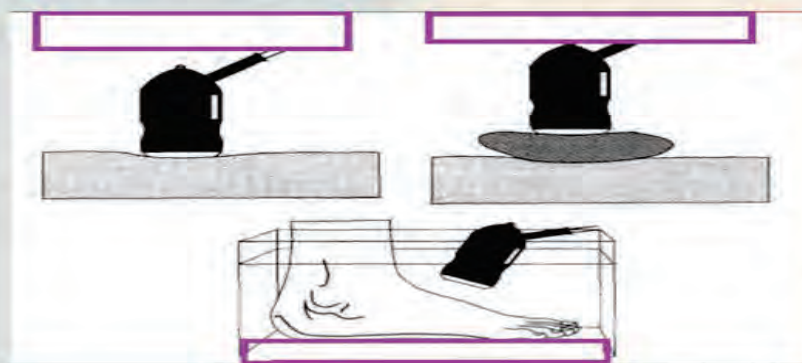
18. En el siguiente esquema de las capas de piel ubica las frecuencias, con respecto a la superficie de piel que debe de ser tratada:



**19. Cuál de los siguientes incisos es considerado efecto fisiológico del ultrasonido:**

- A) Efecto inmediato por activación de los receptores.
- B) Favorece la relajación muscular y aumenta la capacidad regenerativa de los tejidos.
- C) Aumento de la permeabilidad celular y aceleración de los procesos osmóticos y metabolismo celular.
- D) Reducción de calor.

**20. En el siguiente esquema identifica en cada imagen el método de aplicación al que corresponde y anota su nombre en cada recuadro.**



21. La intensidad de salida en un tratamiento ultrasónico va desde baja intensidad a media intensidad las cuáles oscilan entre?

- a) Baja (hasta  $0,5 \text{ W/cm}^2$ ) mediana ( $0,5-2 \text{ W/cm}^2$ ).
- b) Baja (hasta  $0,6 \text{ W/cm}^2$ ) mediana ( $0,6-3 \text{ W/cm}^2$ ).
- c) Baja (hasta  $0,4 \text{ W/cm}^2$ ) mediana ( $0,4-2 \text{ W/cm}^2$ ).

22. En procesos más agudos e inflamatorios se recomienda utilizar intensidades menores a:

- a)  $1,5$  y  $2 \text{ W/cm}^2$ .
- b)  $0,5-1 \text{ W/cm}^2$ .
- c)  $0,4-2 \text{ W/cm}^2$ .

23. La norma básica para saber el tiempo de tratamiento es?

- a) Que la velocidad del cabezal debe ser de uno a cuatro centímetros por segundo.
- b) Dedicar 5 minutos a una superficie  $12,5 \text{ cm}$  o a una que equivalga a 2 ó 3 veces el tamaño del cabezal.
- c) La aparición de alguna molestia, dolor o sensación importante de calor orienta sobre la dosis a administrar.



## Infiltraciones Locales

La patología del aparato locomotor, que se manifiesta de manera aguda o crónica, de índole traumática o degenerativa y que se expresa como dolor, inflamación y/o limitación funcional, es susceptible, en determinadas circunstancias, de un tratamiento local mediante técnicas de infiltración (figura 1). Los principios de su utilización radican en el mejor conocimiento del efecto farmacológico que determinados principios activos ejercen cuando son aplicados en el lugar anatómico donde se están desarrollando los mecanismos patogénicos que inducen una determinada enfermedad. Tres aspectos resultan imprescindibles a la hora de elegir esta modalidad terapéutica:

- Una técnica precisa y meticulosa.
- Fármacos con potencial terapéutico definido.
- Unas indicaciones correctas.



**Figura 1.** Se observa al paciente en decúbito supino y la rodilla en extensión, completa el punto de entrada, se localiza 1 cm por encima y 1 cm por fuera de la rótula. La aguja se dirige perpendicular al eje del miembro inferior intentando entrar por debajo del tendón del cuádriceps buscando el receso subcuadricipital.

### Fundamentos

Un traumatismo sobre una articulación produce a menudo un derrame que puede provocar una verdadera inflamación articular, la cuál, si no trata, puede convertirse en más o menos crónica. Cuando un derrame ha distendido o cogestionado mucho una articulación, la membrana sinovial queda afectada en sus funciones absorbente y fagocítica. El líquido sinovial, normalmente alcalino, se vuelve ácido.

Si esta segunda etapa no se alivia, puede desarrollarse una sinovitis crónica con hipertrofia y proliferación de los pliegues sinoviales. Independientemente de la etiología, las enfermedades del aparato locomotor participan, en mayor o menor medida, de los mecanismos inflamatorios que intervienen como un factor patogénico en la expresión y evolución clínica del proceso.

### **Mecanismo patogénico**

El fenómeno clave de la génesis y perpetuación del proceso inflamatorio es una activación incontrolada del metabolismo de los radicales superóxido ( $O_2^-$ ) generado por los leucocitos polimorfonucleares y macrófagos en el foco inflamatorio. Junto a los mediadores químicos del proceso inflamatorio (histamina, serotonina, bradiquinina, metabolitos del ácido araquidónico, prostaglandinas, y leucotrienos), estos radicales libres actúan de forma trascendentes en la génesis de la inflamación, tanto aguda como crónica, influyendo así mismo de manera capital en la perpetuación de la misma. Estos radicales se producen a partir del oxígeno molecular, a nivel de la membrana plasmática de células fagocíticas como macrófagos, eosinófilas y neutrófilos, mediante la intervención de la NADPH-oxidasa. Los radicales producidos pueden difundir a través de la membrana plasmática y son capaces de actuar sobre proteínas, ácidos nucleicos, lípidos, membranas celulares y componentes extracelulares.

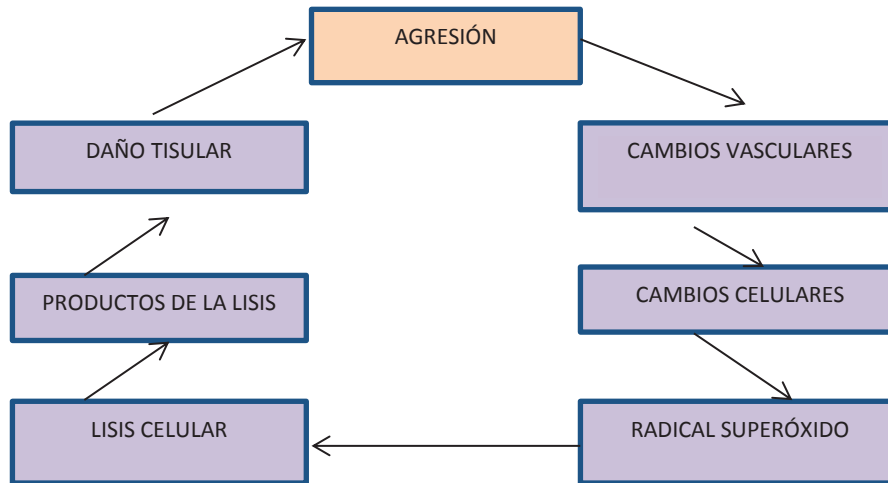
Los efectos deletéreos de estos radicales libres ( $O_2^-$ ,  $OH^\circ$ ) son:

- ✓ Citotoxicidad sobre células extrañas y propias del organismo.
- ✓ Despolimerización del ácido hialurónico 10,11, afectando así a la viscosidad del líquido sinovial.
- ✓ Por acción directa degradan las fibras de colágeno y los proteoglicanos, alterando la elasticidad y la capacidad de carga del cartílago articular (figura 2).
- ✓ Generación de factores quimiotácticos.
- ✓ Lesión tisular en la vecindad del sitio de liberación.





*Perpetuación del proceso inflamatorio*



*Cronificación del proceso inflamatorio*

**Fármacos Empleados**

**Corticoides**

En las últimas décadas, el tratamiento de diferentes tipos de procesos articulares ha sido llevado a cabo mediante inyecciones intraarticulares de glucocorticoides. Los corticoides son derivados hormonales de la corteza suprarrenal que inhibe la reacción inflamatoria ante agresiones tóxicas o mecánicas. Su modo de acción no es bien conocido y parece estar relacionado con un agente protector de la integridad de las membranas lisosomales celulares (impidiendo la liberación de enzimas), inhibiendo en los mecanismos de reconocimiento inmunológico.

Existen diversos preparados en el mercado, naturales y sintéticos, todos ellos con potencia de acción diferente y con efectos glucocorticoide y mineralocorticoide.

	Efecto glucocorticoide	Efecto mineralocorticoide
6 aMentil prednisolona	5	0
Betametasona	30	0
Dexametasona	30	0
Hidrocortisona	1	1
Parametasona	10	0
Triamcinolona	5	0

## Cuadro 1 presentación de los principales fármacos glucocorticoides y mineralocorticoides.

Parece existir un consenso entre Reumatólogos, traumatólogos y rehabilitadores con respecto a las infiltraciones:

- ✓ Se utilizan preparados de depósito en suspensión cristalina.
- ✓ No infiltrar una articulación más de 4 veces en un año.
- ✓ Espaciar las infiltraciones entre una semana y un mes.

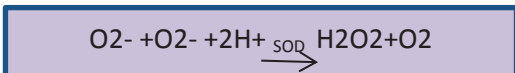
Los inconvenientes que presentan estos productos son variados:

- ✓ Están contraindicados en pacientes con enfermedades previas que puedan agravarse o complicarse con sus efectos secundarios sistémicos (Hiperglucemia, hipercolesterolemia, aterogénesis, retención de sodio, osteoporosis, atrofia cutánea, cataratas, efecto gastrolesivo).
- ✓ Mayor riesgo de infección articular: El riesgo de una infección articular después de una infiltración con corticoides es muy pequeño, aunque existe, y su número no es despreciable dando el gran uso y, probablemente, abuso de esta terapéutica, sobre todo en el medio extrahospitalario. Es de descartar que cuanto más rigurosa es la asepsia empleada, menor es el número de complicaciones infecciosas reportadas. Diversos autores coinciden en señalar que aproximadamente el 25% de la artritis sépticas están directa o indirectamente relacionadas con la punción previa de la articulación. Sin embargo, no se dispone estadísticamente para artritis sépticas con foco a distancia causando por infiltración esteroidea. El microorganismo aislado más frecuentemente en estos casos es el *Staphylococcus aureus*, en un porcentaje que varía según autores. Es sabido que el entrenamiento intenso se ha relacionado con alteraciones de la inmunidad. En particular, se ha observado un descenso en las cifras totales de leucocitos en sangre, descenso de la proliferación de todas las líneas linfocitarias por efecto de la liberación de cortisol y epinefrina, y descenso en los niveles de Ig A salival. Estas alteraciones debidas al ejercicio físico intenso podrían influir en el desarrollo de la infección diseminada por *Staphylococcus aureus* a partir de un foco primario en un atleta sometido a un periodo de entrenamiento de gran intensidad. El aumento de la prevalencia de artritis piógena consecutiva a infiltración de esteroides y que podría atribuirse a insuficiente asepsia en el procedimiento, hace exigible el empleo de medidas higiénicas meticulosas.
- ✓ Efecto deletéreo sobre el tejido conectivo y el cartílago tras infiltraciones repetidas.
- ✓ Cierta riesgo de roturas tendinosa (infiltración en el cuerpo del tendón).
- ✓ Atrofia de partes blandas y dificultad de cicatrización.

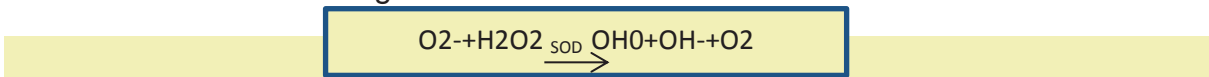
- ✓ Aparición de artritis microcristalinas en un 1-3%.

### Orgoteína

En 1969 Mc Cord y Fridovich descubrieron una proteína intracelular con capacidad enzimática esencial en el metabolismo del oxígeno. Llamaron a esa proteína superóxido dimutasa (SOD) por su capacidad de disminuir el radical óxido superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) a peróxido de hidrógeno y oxígeno según la siguiente reacción fisiológica.



El peróxido de hidrógeno es posteriormente transformado en oxígeno y agua por catalasa y/o peroxidasa. La SOD representa una importante primera línea defensiva celular al anular también la siguiente reacción.



Que conduciría a la formación del radical hidroxilo (OH<sup>°</sup>), uno de los mayores oxidantes proinflamatorios lesivos que se conocen.

Estas proteínas sólo se encuentran en el interior de las células de los mamíferos, siendo más abundantes en hígado, riñón y eritrocitos, mientras que el espacio extracelular no cuenta con la protección de la enzima SOD frente a los radicales superóxido. Es por ello que la aplicación de superóxido dismutasa exógena (orgoteína, SOD que contiene cobre y zinc) hace posible la inactivación de estos radicales tóxicos en el espacio extracelular deteniendo el desajuste bioquímico generado.

La aplicación intraarticular de orgoteína supone un gran avance terapéutico, sobre todo en aquellas articulaciones con sinovial inflamada y productiva, en la que es capaz de disminuir notablemente la actividad enzimática del líquido sinovial y el número de leucocitos, provocando en consecuencia la reducción o anulación del derrame articular existente.

Desde hace varios años se viene empleando orgoteína como sustancia terapéutica en las lesiones deportivas, mediante infiltraciones locales en el lugar de la lesión, o de forma intraarticular en las articulaciones lesionadas, con muy buenos resultados.

### Anestésicos Locales

Cuando se aplican correctamente en concentraciones adecuadas los fármacos bloqueantes de la conducción del estímulo nervioso en las dendritas. Pueden actuar a nivel de cualquier parte del sistema nervioso. Su acción transitoria y reversible. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la génesis y conducción del impulso

nervioso, por medio del bloqueo de la permeabilidad de membrana a los iones Na<sup>+</sup>; como consecuencia se aumenta el umbral de la excitabilidad eléctrica (figura 3).

Estos fármacos se emplean habitualmente para:

- ✓ Anestesia cutánea previa a la infiltración local.
- ✓ En combinación con corticoides o con orgoteína, para evitar la sintomatología dolorosa postinfiltración.
- ✓ Bloqueos nerviosos.

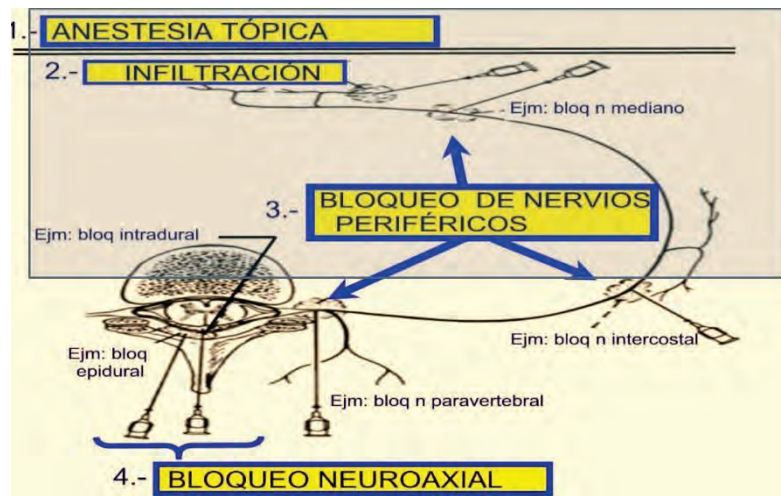


Figura 3. Bloqueos regionales en el tratamiento del dolor Postoperatorio.

No deben inyectarse nunca en vía vascular (excepto de forma controlada durante una anestesia regional intravenosa) y no se deben utilizar dosis elevadas cuando se infiltran tejidos blandos, por su absorción sistémica, ya que potencialmente podrían provocar efectos a nivel del sistema nervioso central y cardiovascular.

## Resultados

### Corticoides

El tratamiento de un proceso inflamatorio mediante inyecciones intraarticulares de esteroides fue introducido por Hollander en 1951.

Su uso estaría justificado por dos factores.

- ✓ La mejoría del dolor que producen.
- ✓ La consiguiente mejora de la movilidad articular.

Estos fármacos alteran la respuesta del tejido conectivo ante la agresión por su efecto protector de la integridad de los lisosomas, propiedad que los hace útil en la supresión

de las manifestaciones inflamatorias agudas (traumatismos) y crónicas (enfermedades del colágeno). También han sido descritas artropatías importantes después de la inyección intraarticular reiterada de corticoides. Markin refiere la atención sobre el rápido deterioro articular en 10 rodillas de 18 pacientes afectados por artritis reumatoide sometidos a tratamiento mediante inyecciones intraarticulares de esteroides. Estudia la síntesis de la sustancia fundamental del cartílago hialino mediante la incorporación de glicerina-H3, demostrando que uno de los efectos de los corticoides intraarticulares es la reducción de dichas síntesis. Behrens y cols. Demuestran, en un estudio experimental en conejos, que la inyección intraarticular de corticoides produce en el cartílago áreas de fibrilación y fisuración. Rectifican asimismo los estudios mencionados anteriormente observando cómo la incorporación de glicina-H3, la cual es un indicador de la síntesis proteica, baja significativamente después de una inyección intraarticular de hidrocortisona.

Estudios de microscopia electrónica permiten comprobar que en las articulaciones no sometidas a carga, el retículo endoplásmico, mitocondrias, y aparato de Golgi se encontraban disminuidos en un 50% con reposo a los condrocitos normales. Estos cambios son todavía más importantes en las articulaciones sometidas a carga.

Rioja Toro y cols. Ha valorado en un estudio prospectivo la eficacia de los tratamientos con infiltraciones locales de corticoides en pacientes con epicondilitis mediante tomografía de contacto. La termografía es una prueba sensible en aquellos, procesos que cursan con actividad inflamatoria, debido al aumento de temperatura local como consecuencia de la liberación de sustancias vasoactivas, que van a producir vasodilatación arteriolar con hiperemia capilar. Para ello se utiliza un termógrafo de contacto con varias pantallas de sensibilidades térmicas diferentes.

Beige.....	-0,7°
Marrón.....	0°
Amarillo.....	+0,5°
Verde.....	+1,1°
Azul.....	+1,6°
Rosa.....	+2,3°
Azul Prusia.....	+3,3°
Morado oscuro.....	+4,3°

*Cuadro 2 Visualización de los distintos colores que reperesentan actividad inflamatoria, debido al aumeto de temperatura local como consecuencia de la liberación de sustancias vasoactivas.*

En todos aquellos pacientes tratados en los que al finalizar el tratamiento persistía la zona termográficamente caliente, se produjeron recidivas antes de los tres meses aun cuando los pacientes estaban clínicamente asintomáticos. Por ese motivo, en los

pacientes con poca o ninguna clínica del dolor pero con la termografía alterada, continúan el tratamiento hasta la normalización de la prueba. En este sentido, llegan a la conclusión de que las infiltraciones locales se han revelado con una técnica muy útil al haber conseguido con ello remisiones más numerosas, rápidas y duraderas (68,6-% de casos). Cuando se asocia con aplicaciones de láser y ultrasonidos, las remisiones llegan hasta el 80%. En pacientes en que las infiltraciones locales no pueden realizarse (diabetes, HTA, etc) se puede hacer un tratamiento de iontoforesis local con corticoides. Asocia una técnica al laser y/o ultrasonidos se consigue hasta un 46% de remisiones.

En otro estudio realizado con pacientes con “*síndrome difuso célula-tendón miálgico*” (que agrupan diversos tipos de lumbalgias mecánicas y ciática referida sin características clínico-radiológicas específicas), se valoró el poder diagnóstico y terapéuticos de las infiltraciones cortico- anestésicas en las pequeñas articulaciones posteriores lumbares. El resultado beneficioso al inicio (85%) fue determinándose con el paso del tiempo, de tal modo que a los seis meses sólo una minoría de pacientes continuaban asintomáticos. Llegan a la conclusión de que la infiltración actuará como tratamiento sintomático sin influir en las condiciones biomecánicas del segmento lumbar. Permite confirmar la existencia de este síndrome articular posterior (o bien clarificar el origen del dolor es estas articulaciones). Asimismo cuenta con valor terapéutico a corto plazo, ya que cortan el círculo vicioso del dolor y permiten al paciente iniciar pautas de aprendizaje y rehabilitación que mejora la mecánica lumbar. Por otra parte, carecen de valor como tratamiento a largo plazo definitivo.

Revel y cols, Hallan buenos resultados en el tratamiento de pacientes con lumborradiculalgia sometidos a infiltraciones locales de acetato de prednisolona inyectados en 3 ó 4 dosis por vía intratecal o, preferentemente, por vía epidural, requiriendo una impregnación local durante los primeros 15 días de la crisis lumborradiculálgica.

### **Orgoteína**

En un estudio desarrollado sobre 40 deportistas, afectados todos ellos de sinovitis postraumática de repetición en la articulación de la rodilla, se obtuvieron los siguientes resultados.

- Gran mejoría (con desaparición del hinchamiento, ausencia de espasmo, desaparición del dolor, movilidad normal y potenciación suficiente de los cuádriceps): 77,5 %.
- Mejoría (persistencia de mínimo derrame y ligero empastamiento, moderadas algias mecánicas)
- Sin cambios (hubo que recurrir a otros medios de tratamiento): 5%

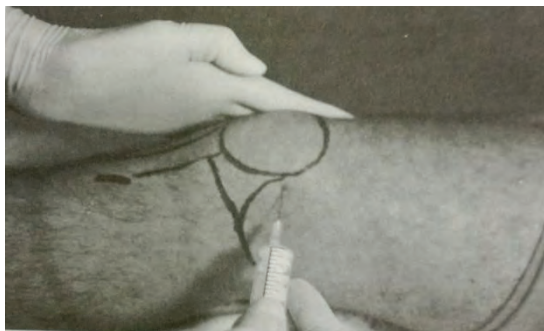
- Nulo: 2,5% abandonos del tratamiento.

En ningún caso observado intolerancias ni reacciones alérgica al medicamento, ni a su forma de administración.

Se inyectó orgoteína por vía intraarticular cada 3 días los primeros 13 días y después semanalmente durante otras tres semanas. En la primera de las infiltraciones se inyectaron 16 mg del preparado

### Conclusiones

La respuesta inflamatoria que se inicia en un principio como un proceso de defensa vital frente a un agente agresor, no siempre está correctamente regulada, y así, factores que al principio contribuyen a la eliminación del agente causal, pueden también mantener el proceso inflamatorio en actividad permanente.



*Figura 4. Infiltración de la rodilla. Vía lateral (infiltrarrotuliana, subrotuliana).*



*Figura 5. Infiltración de la rodilla. Vía lateral (subcuadricipital, bolsa supra-rotuliana).*



*Figura 6. Infiltración de la rodilla. Vía anterior (externamente al tendón rotuliano).*





Figura 7.



Figura 8.

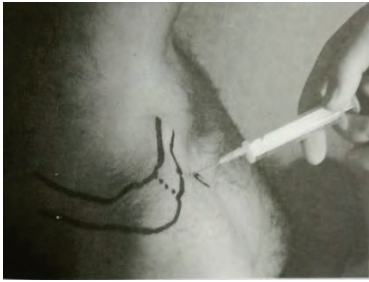


Figura 9.

*Figuras 7 a 9. Vías de acceso para la infiltración de la articulación del hombro, del espacio subacromial y de la articulación acromio-clavicular.*



## Actividad de Aprendizaje de Infiltraciones.

El cuadro clínico es fundamentalmente de carácter inflamatorio y las infiltraciones locales tienen un efecto inicial exclusivamente antiinflamatorio. Posteriormente, al disminuir la inflamación, va cediendo el derrame articular, disminuyendo así el dolor y mejorando la biomecánica articular y la defensa muscular refleja. Todo aquello puede evitar secuelas o atrofas locales atribuibles a la lesión o a su tratamiento, acortando el tiempo de recuperación y permitiendo una incorporación más precoz a la actividad deportiva.

### **Infiltraciones locales**



### **Codo**

#### **Epicondilitis**

Es la inflamación que se produce en la zona de inserción de los músculos epicondíleos (tanto grupo extensor como supinador), por traumatismos o movimientos repetitivos, y que se presenta con dolor exacerbado con la extensión de la muñeca o la supinación de la mano.

Técnica de infiltración se realiza con el paciente sentado con el codo en flexión de 90º apoyado sobre la camilla o la mesa. Debemos tratar de localizar el punto más doloroso, que es donde realizaremos la infiltración, introduciendo la aguja de forma perpendicular o ligeramente oblicua a la piel hasta el periostio e infiltraremos en abanico.

Técnica de infiltración se realiza con el paciente sentado con el codo en flexión de 90o apoyado sobre la camilla o la mesa. Debemos tratar de localizar el punto más doloroso, que es donde realizaremos la infiltración, introduciendo la aguja de forma perpendicular o ligeramente oblicua a la piel hasta el periostio e infiltraremos en abanico.

Utilizaremos una aguja subcutánea (naranja), 1-1,5 cc de corticoide depot (en este caso mejor utilizar acetato de parametasona que de triamcinolona, ya que este último al tener mayor potencia y ser infiltración superficial, puede provocar más atrofia tisular), y 0,5 cc de anestésico.

Conforme al caso clínico anterior de Epicondilitis la técnica de infiltración y la imagen del ejemplo, cumplen con los principios de su utilización y con los tres aspectos que resultan impredecibles a la hora de elegir esta modalidad terapéutica. ¿Con respecto a la información anterior escribe los tres aspectos y una explicación fundamentada porque es que cumple con cada uno de ellos?

**2, Conforme al mecanismo patogénico y con la información siguiente, a completa el siguiente esquema:**

La epicondilitis lateral es con frecuencia el resultado de lesiones de tipo repetitivo o trauma directo, generalmente por contracciones repetidas de los músculos extensores del antebrazo principalmente del ECRB lo que produce una degeneración subsecuente con microdesgarros, procesos de reparación inadecuada y tendinosis.

Diferentes estudios de tejidos resecaados durante procedimientos quirúrgicos han mostrado entre otros infiltración de mucopolisacáridos, neoformación ósea y proliferación vascular. El tejido normal del ECRB es invadido por fibroblastos inmaduros y brotes vasculares no funcionales con tejido adyacente desorganizado e hipercelular. Esta apariencia del tejido junto a la falta de células inflamatorias ha llevado a acuñar el término "tendinosis angiofibroblástica".

**Factores etiológicos**  
**1 Traumatismos directos**  
**2 Lesiones repetitivas en la zona afectada**



3) Algunos de los fármacos empleados en las infiltraciones locales son los corticoides. Cuál de los siguientes medicamentos pertenece a este grupo?

- a) Betametasona.
- b) Ketorolaco.
- c) Buprenorfina.

4. Para la administración de infiltraciones existe un consenso entre los profesionales de la salud especializados en esta área, el cuál manifiesta lo siguiente:

- a) Se utiliza preparados de depósito en suspensión cristalina y se realiza la infiltración solo en casos necesarios y como una última opción para una rápida recuperación del deportista.
- b) Se utiliza para tratar traumatismos sobre la articulación que producen a menudo un derrame que puede provocar una inflamación articular.
- c) Aplicarlo en el lugar anatómico donde se está desarrollando los mecanismos patogénicos.

5. En 1969 McCord y Fridovich descubrieron una proteína intracelular con capacidad enzimática esencial en el metabolismo del oxígeno. La cuál recibió el nombre de?

Proteína superóxido dismutasa (SOD).

Escribe a que pertenecen las siguientes reacciones fisiológicas



6. Identifica en las siguientes afirmaciones de Anestésicos locales cuál de estas son verdaderas y cuáles son falsas:

- 1) Cuando se aplican correctamente en concentraciones adecuadas los fármacos bloqueantes de la conducción del estímulo nervioso en las dendritas. Pueden actuar a nivel de cualquier parte del sistema nervioso.
- 2) Se puede inyectar en vía vascular
- 3) Se pueden utilizar dosis elevadas cuando se filtra en tejidos blandos.
- 4) Estos fármacos se emplean en combinación con corticoides o con orgoteína, de esta manera evita la sintomatología dolorosa postinfiltración.
- 5) Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la génesis y conducción del impulso nervioso, por medio del bloqueo de la permeabilidad de membrana a los iones  $Na^+$ .

### Corticoides

7.El tratamiento de un proceso inflamatorio mediante inyecciones intraarticulares de esteroides fue introducido por?

- a)Quervain.
- b)Allman.
- c)Hollander..
- d)Ronald Mc.

8.El uso de corticoides están justificados por dos factores. En cuál de los incisos siguientes se dan a conocer?

- a)Actúan como relajante muscular ya que actúan a nivel del sistema central.
- b)La mejoría de dolor que producen y la consiguiente mejoría de la movilidad.
- c)Actúa como anestésico con efecto local, produciendo su acción por enfriamiento local.
- d)Tienen la capacidad de bloquear la conducción nerviosa de manera reversible.

9.Behrens y cols .Demuestran, en un estudio experimental en conejos que la inyección intraarticular de corticoides produce en el cartílago la siguiente acción?

- a)Fibrilación y fisuración.
- b)Rotura y afectación a nivel vascular.
- c)Necrosis y

10.La glicina-H3 se conoce cómo?

- a)Alfafetoproteína
- b)Microglobulina B2
- c)Indicador de síntesis de proteínas.

**Rio Toro y Cols.** Ha valorado en un estudio prospectivo la eficacia de los tratamientos con infiltraciones locales de corticoides en pacientes con epicondilitis mediante tomografía de contacto. La cual es una prueba sensible en aquellos, procesos que cursan con actividad inflamatoria, debido al aumento de temperatura local como consecuencia de la liberación de sustancias vasoactivas. Para ello se utiliza un termógrafo de contacto con varias pantallas de sensibilidades térmicas diferentes.

11.Con la información anterior anota la cifra que corresponde a la termografía respecto al color.


12. A los pacientes que ya no presentan dolor, pero la termografía se encuentra alterada, se procede a:

- a) Continuar el tratamiento hasta la normalización de la prueba.
- b) Se suspende el tratamiento pero se continúa con ultrasonido.
- c) Continúa el tratamiento acompañado con aplicaciones de láser.

Orgoteína

En otro estudio desarrollado en 40 deportistas, afectados todos ellos de sinovitis postraumática de repetición en la articulación de la rodilla, se obtuvieron los siguientes resultados

13) Con respecto a la información anterior, cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) Gran mejoría (con desaparición del hidratos, ausencia de empastamiento, desaparición del dolor, movilidad normal y potenciación suficiente del cuádriceps): 77%.
- b) Mejoría (persistencia de mínimo derrame y ligero empastamiento, moderadas algias mecánicas) 18%.
- c) Sin cambios (hubo que recurrir a otros medios de tratamiento): 7%.





**UNIDAD IV APRENDE A PRESCRIBIR Y MINISTRAR CORRECTAMENTE  
ANALGÉSICOS Y ANTIINFLAMATORIOS EN LESIONES DEPORTIVAS**



## UNIDAD IV APRENDE A PRESCRIBIR Y MINISTRAR CORRECTAMENTE ANALGÉSICOS Y ANTIINFLAMATORIOS EN LESIONES DEPORTIVAS.

### **INTRODUCCIÓN**

*En el presente capítulo se va a realizar un repaso de los principales agentes farmacológicos relacionados con la patología mecánica del sistema musculoesquelético. Estos fármacos son importantes, ya que contribuyen a reducir las secuelas y el tiempo de la inactividad. Por último, se van a realizar unos comentarios sobre el poder farmacológico de los tratamientos tópicos (spray, geles y cremas). Los siguientes grupos farmacológicos que se van a estudiar son:*

- Antiinflamatorios no esteroideos convencionales.*
- Inhibidores selectivos de la COX.*
- Glucocorticoides.*
- Analgésicos.*
- Miorrelajantes.*
- Anestésicos locales.*

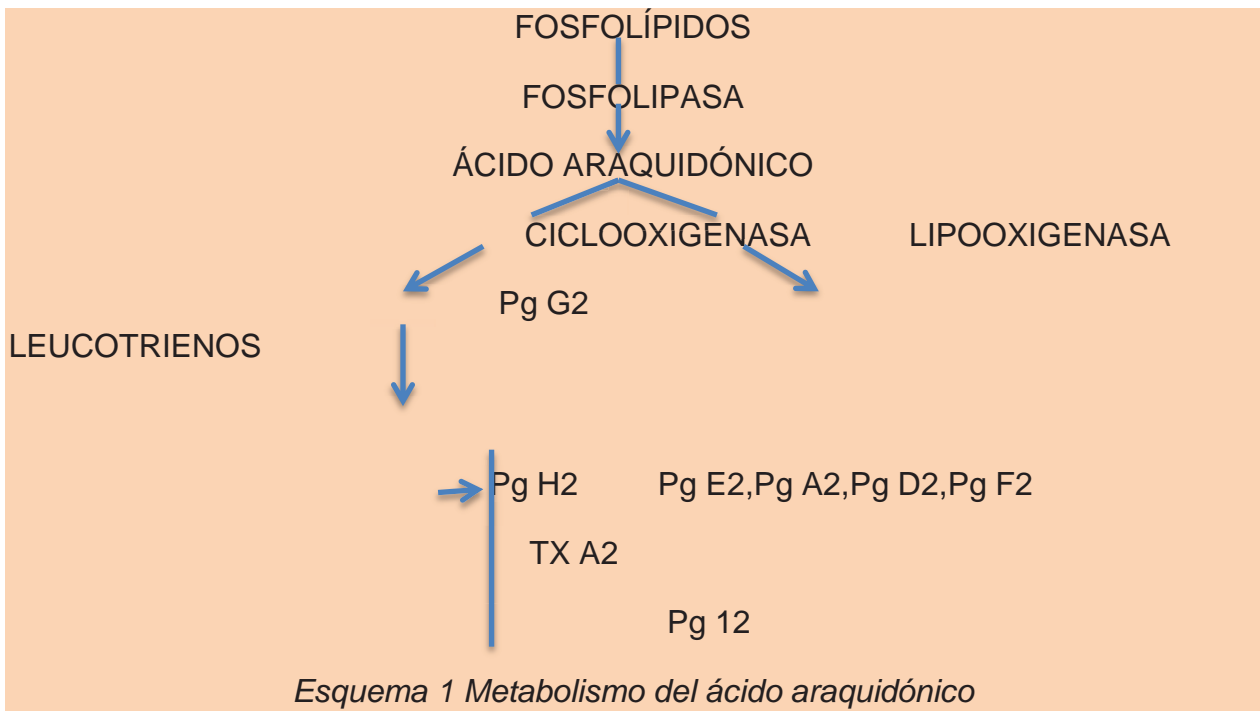
## Antiinflamatorios no Esteroideos (AINES)

Es un grupo Farmacológico muy extenso, que ejerce sus acciones farmacológicas modulando los mecanismos inflamatorios. A nivel celular, su acción general es la inhibición de la síntesis de las prostaglandinas o alguna de las rutas) y de la fosfodiesterasa, aumentando la cantidad e AMP cíclico intracelular.

Las prostaglandinas (pg) con derivados del ácido araquidónico, con función reguladora de múltiples funciones corporales: secreción gástrica, contracciones uterinas, tono vascular, función renal, etc. Además juegan un papel fundamental como mediadores de la inflamación.

Los aines son un grupo heterogéneo de fármacos que tienen en común la inhibición del metabolismo del ácido araquidónico de forma reversible e irreversible. Además de su acción antiinflamatoria, poseen un efecto antitérmico y antipirético. Todos tienen efectos secundarios parecidos que se deben a la supresión no selectiva de la síntesis de prostaglandinas.

Los derivados del ácido araquidónico se denomina de forma genérica, eicosanoides. Los eicosonoides tienen una función decisiva como mediadores de la inflamación e influyen en la respuesta inmune. Son compuestos inestables con una vida media biológica muy corta, que no se almacenan en el interior de la célula, si no que se sintetizan específicamente para realizar su función, siendo rápidamente metabolizados. La cascada metabólica del ácido araquidónico se inicia por la función de la fosfolipasa A2 que libera el ácido graso situado en la posición 2 de los fosfolípidos constituyentes de la membrana celular. Posteriormente, la ciclooxigenasa transformando el ácido araquidónico en Pg G2 y Pg H2 (endoperóxidos cíclicos). Sobre los endoperóxidos pueden actuar 3 enzimas: la tromboxano- sintetasa que genera el troboxano A2 (TX A2), la isomerasa-reductasa que genera las prostaglandinas estables D2,E2 y F2, y la prostaciclín-sintetasa que produce prostaciclínas (Pg12). Esta vía metabólica depende del tejido en el que se forman, y que va a tener una y/o varias de estas enzimas. La lipooxigenasa transforma el ácido araquidónico en leucotrinós.



Los AINES se clasifican en función de su estructura química.

A pesar de que existen diferencias químicas importantes, su farmacocinética es bastante similar. Se absorben en el estómago y en la parte superior del intestino delgado. Existen preparados parenterales.

Grupo Farmacológico	Sustancia	Fármaco	
Salicilatos	Ácido acetil salicílico	Aspirina ®	
		AAS ®	
		Adiro ®	
		Tromalyt ®	
		ASL ®	
Propiónicos	Ibuprofeno	Alginasin ®	
		Altior ®	
		Dalsy ®	
		Neobrufen ®	
		Aliviomas ®	
	Naproxeno	Antalgin ®	
		Denaxpren ®	
		Naproxyn ®	
		Ketoprofeno	Arcental ®
		Fastum ®	
		Orudis ®	

	Flurbiprofeno	Froben ®
		Neoartrol ®
		Ocuflur ®
Pirazolónicos	Dipirona	Nolotil ®
	Fenilbutazona	Butazolidina ®
Indólicos	Indometacina	Aliviosin ®
		Flogoter ®
		Inacid ®
		Indoftol ®
		Indonilo ®
		Reusin ®
	Sulindaco	Sulindal ®
Fenamatos	Flofenámico	Movilisín ®
	Mefenámico	Colsan ®
	Niflúmico	Actol ®
	Tolmetín	Artrocaptin ®
Otros	Piroxicam	Doblexan ®
		Feldene ®
		Improntal ®
		Salvacam ®
		Sasulen ®
		Vitaxicam ®
	Tenoxicam	Tilcoltil ®
	Aceclofenaco	Airtal ®
		Falcol ®
		Gerbin ®
		Diretard ®
		Luase ®
		Voltaren ®

*Cuadro 1 Grupos farmacológicos de los AINES*

Una vez en plasma, los AINES se unen a la albúmina en gran medida, aunque varía según el grupo químico. La vida media de los AINES depende de su biotransformación y de su eliminación, que va a variar en función de su estructura. La mayoría de ellos se metabolizan en los microsomas hepáticos.

Sus acciones farmacológicas se pueden sistematizar de la siguiente forma:

- Analgesia: son analgésicos de potencia moderada, sin efecto eufórico ni sedativo. No producen farmacodependencia.
- Antitérmicos: disminuyen la temperatura en los pacientes con fiebre tanto por acción central, a nivel hipotalámico, como por vasodilatación periférica.
- Antiinflamatorios: suprimen la fase exudativa inicial.

- Antiagregantes: Interfieren con la coagulación por inhibición de troboxanos y prostaciclina.

Los AINES tienen efectos secundarios sobre todo a nivel gastrointestinal, con lesión de la barrera mucosa. Pueden producir alteraciones del sistema nervioso central, etc.

### Salicilatos

Son derivados del ácido 2OH-benzóico (ácido salicílico). Son los AINES mejor conocidos y más empleados.

El ácido acetil salicílico (AAS) se absorbe en estómago y duodeno. Se une a la albúmina plasmática. Pasa la barrera hematoencefálica y placentaria, destruyéndose por todos los compartimentos. Sufre metabolismo hepático (desacetilación o hidrólisis) y se excreta por riñón (filtración glomerular y secreción tubular) de forma más eficaz a pH alcalino. Sus efectos secundarios son comunes para la mayoría de los AINES, por lo que se van a describir de formas genéricas.

- Aparato digestivo: Pueden producir ardores, epigastralgias, náuseas y sensación de plenitud independientemente de la dosis, y se relaciona con la inhibición de las prostaglandinas gástricas. Pueden existir microsangrado digestivo en más del 50% de los pacientes. El consumo de AINES está asociado a úlcus gástricos y hemorragias digestivas, pero no con úlcus duodenal.
- Hemostasia: tiene efecto antiagregante plaquetario al inhibir la ciclooxigenasa, con lo que se bloquea la producción de tromboxano A<sub>2</sub> plaquetario. El bloqueo es irreversible y persiste hasta que se destruye la plaqueta.
- Sistema hepatobiliar: En tratamiento de duración mayor a dos semanas se puede producir una elevación de la ALT y AST por toxicidad directa sobre el hepatocito.

### Derivados propiónicos (Ibuprofeno, Naproxeno, Ketoprofeno, Flurbiprofeno)

El ibuprofeno se absorbe eficazmente vía oral. Circula unido a proteínas plasmáticas siendo su vida media de unas 2 horas. Sufre metabolismo hepático y es eliminado por orina. Sus efectos secundarios son similares a los del AAS.

El naproxeno se absorbe rápidamente tras su administración oral, uniéndose a proteínas. Posee una vida media mayor, de alrededor de 12 horas. Entre sus efectos secundarios, además de los del grupo, están colestasis, ototoxicidad y depresión medular.

El ketoprofeno se absorbe rápidamente por vía oral. Se une a proteínas plasmáticas y tiene una vida media de 6 horas. Sufre metabolismo hepático y se excreta por orina. Sus efectos secundarios son los del grupo farmacológico. El flurbiprofeno tiene un comportamiento similar.

### Derivados pirazolónicos (Dipirona, Fenilbutazano)

Los derivados de la dipirona producen escasos efectos secundarios a nivel gástrico, teniendo mayor potencia analgésica y antitérmica que antiinflamatoria. Una de sus ventajas es que se puede administrar por vía intravenosa. Entre los efectos secundarios, se han descritos algunas reacciones graves: agranulocitosis, reacciones alérgicas exantemáticas, náuseas, retención hídrica, etc.

La fenilbutazona cuenta con el inconveniente de producir retención hídrica e hipertensión. También se han descrito casos de granulocitopenia.

### Derivados indólicos (Indometacina, Sulindaco)

La indometacina es un potente inhibidor de la ciclooxigenasa. Se absorbe de forma rápida por vía digestiva (recta, oral). En su mayor parte se une a las proteínas plasmáticas, y su vida media es de tres horas. Poseen una acción antiinflamatoria potente. Tiene elevada incidencia de efectos secundarios gastrointestinales (gastroerosión, diarrea, colestesis). También puede producir efectos centrales: cefaleas, vértigos, confusión mental.

El sulindaco es un derivado de la indometacina. El fármaco se absorbe en forma inactiva, necesitando su conversión hepática para adquirir actividad farmacológica. Se une a proteínas plasmáticas y sufre circulación enterohepática. Sus efectos son similares a los de la indometacina.

### Fenamatos (Flufenámico, Mefenámico, Niflúmico)

Son derivados del ácido antranílico. Se absorben bien por vía oral (flufenámico, mefenámico) circulando unidos a proteínas plasmáticas (desplazan otros fármacos). Tienen una lata acción analgésica pero un débil efecto antiinflamatorio. Los procesos secundarios son frecuentes procesos diarreicos (hasta 15%) y erupciones cutáneas. Raramente pueden ocasionar anemia hemolítica o depresión medular.

### Otros AINES

- **Tolmetín:** Tiene una estructura química parecida a la indometacina. Se absorbe bien por vía oral, uniéndose a pocas a proteínas. Su vida media es corta (alrededor de 1 hora) eliminándose por riñón.
- **Piroxicam:** Además de inhibir la síntesis de prostaglandinas, inhibe la quimiotaxis y la liberación de enzimas lisosómicas. Tiene una semivida larga, lo que permite su administración en una sola toma diaria.
- **Diclofenaco:** Es un derivado del ácido fenilacético. Se absorbe bien por vía oral. Su vida media es de 4 horas, sufriendo metabolismo hepático y circulación enterohepática. Es el AINE más prescrito en España, con una potente acción antiinflamatoria. El aceclofenaco es un derivado del anterior.

Estos preparados existen como formas farmacéuticas de aplicación tópica (spray, cremas, geles). Debe evitarse su aplicación sobre mucosas o heridas. Se debe evitar la exposición prolongada al sol para reducir el riesgo de reacciones de fotosensibilidad.

Algunos AINES posibilitan las pruebas antidopaje.

### Inhibidores de la COX

La inflamación es un proceso crónico que constituye el sustrato fisiopatológico y anatomopatológico de un gran número de procesos patológicos. La inflamación casi siempre está involucrada en las lesiones traumáticas del aparato locomotor del paciente, por lo que la modulación de estos fármacos limitan parcialmente su utilización. La ciclooxigenasa (COX), también llamada prostaglandisintetasa, genera endoperóxidos cíclicos que son convertidos en prostaglandinas, protaciclina y tromboxano. En las células de los mamíferos existen dos formas de COX. Las dos ciclooxigenasa se diferencian en el aminoácido 523: en la COX-1 es la isoleucina y en la COX-2 la valina. Mientras que las dos isoformas de COX catalizan las mismas reacciones, Las COX-1 es una enzima estructural con actividad constante en la célula adulta. Los eicosanoides producidos por la COX-1 son esenciales para funciones fisiológicas (mantenimiento celular): Entre las funciones de estos eicosanoides se encuentran: secreción de moco protector por la mucosa intestinal, control de la hemostasia y mantenimiento de la función renal.

La COX2 es una enzima inducible, cuya función aumenta cuando expone a las células a ciertos estímulos, contribuyendo de forma importante en los fenómenos inflamatorios. Los eicosanoides producidos por la COX-2 ocasionan cambios patológicos en los tejidos.

Los AINES tradicionales, con acción inhibitoria tanto sobre la COX-1 como sobre la COX-2, se asocian a la producción de efectos secundarios gastrointestinales y renales, así como la producción de otros efectos indeseables.

Los fármacos que ejercen una acción predominante de la COX-2 constituyen un potente grupo terapéutico gracias a que poseen menores efectos secundarios que los antiinflamatorios clásicos. Estos últimos inhiben tanto la COX-1 como la COX-2. El **meloxicam** (Movalis ®, Parocin ®, Uticox ®) es un nuevo oxicam que posee una relación COX-2/COX-1 muy baja, por lo que centra su efecto sobre las proteínas inflamatorias (COX-2) manteniendo poca actividad sobre las proteínas homeostáticas (COX-1). De la misma familia es el **lornoxicam** (Acabel ®).

ANTIINFLAMATORIO	IC50 COX-2/COX-1
-Piroxicam	250
-Tolmetin	175
-Aspirina	166



-Sulindaco	100
-Indometacina	60
-Ibuprofeno	15
-Paracetamol	7,4
-Salicilato	2,7
-Flurbiprofeno	1,3
-Diclofenaco	0,7
-Naproxeno	0,6
-Meloxicam	0,3
-Celecoxib	0,003

*Cuadro 2 El índice IC50 COX-2/ COX-1 indica la relación entre el diferente poder de inhibición de las isoenzimas de la ciclooxigenasa (COX-2/COX-1). A mayor índice mayores efectos secundarios.*

### **Inhibidores de la COX-2 Altamente Selectivos**

La aparición de una nueva familia farmacológica, los inhibidores altamente selectivos de la ciclooxigenasa tipo 2 (COX-2), abre nuevas perspectivas para el tratamiento médico de la patología del sistema musculoesquelético. Los inhibidores de la COX-2, han sido reconocidos (The Lancet) Como uno de los grupos de medicamentos estrella de 1999, y actúan específicamente sobre la enzima responsable del dolor e inflamación que acompaña a algunos procesos reumáticos (artritis reumatoide, artrosis) sin alterar la enzima COX-1 encargada de la producción de prostaglandinas protectoras de la mucosa gástrica, de la función renal y de la agregación plaquetaria.

El **Celecoxib** (Celebrex ®), otro fármaco recientemente introducido en el mercado, tiene relación COX-2/COX-1 de solo 0,003, estando aprobado su empleo en artritis reumatoide y osteoartritis, así como en el dolor dental. Se compara su efecto con el del naproxeno, sin sus efectos secundarios. Presenta la ventaja teórica de producir menor incidencia de edemas periféricos, menor aumento de las tensiones arteriales basales y ser compatible con la utilización de metotrexate, uso como poder utilizarse en pacientes con nefropatía y hepatopatía leve moderada. Dado su desarrollo reciente no se disponen de datos sobre reacciones adversas, aunque en la actualidad son varios los estudios multicéntricos que se están desarrollando para terminar de definir las indicaciones y ventajas de los fármacos.

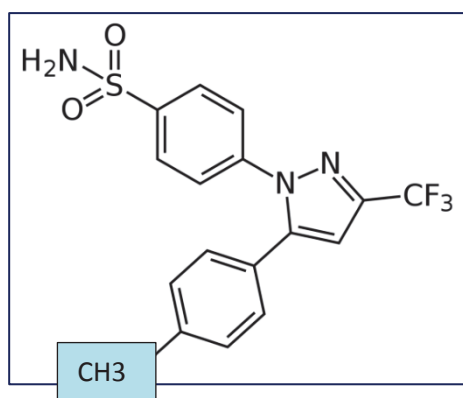


Figura 1. Estructura química del celecoxib (Cortesía Pharmacia Pfizer)

### Glucocorticoides

Son sustancias con acción similar al cortisol (hidrocortisona), que es el principal glucocorticoide circulante. Todos ellos son 21 carboxiesteroides. En condiciones fisiológicas son secretadas por la corteza suprarrenal, estando regulados por los niveles de ACTH hipofisaria, ejerciendo estos una retroalimentación negativa sobre ella. En función del tiempo que inhiben la secreción de ACTH tras una dosis única distinguimos:

- Glucocorticoides de larga duración: Inhiben la ACTH más de 48 horas: dexametasona (Decadrán ®, Fortecortin ®, Maxidex ®), betametasona (Celestone ®, Betnovate ®, Diproderm®)
- Glucocorticoides de duración media: Inhiben la ACTH unas 48 horas: parametasona (Cortidene ®, Trinol ®) triamcinolona (Trigón depot®,Ledercort ®, Proctosteroid ®)
- Glucocorticoides de corta duración: Inhibe la ACTH DE 24 a 36 horas: prednisona (Darcotin ®,prednisolona (Solu-Darcotin ®,Estilsona ®),metilprednisolona (Solumoderin ®, Urbasón ®, Adventan ®),hidrocortisona (Actocortina ®, Ceneo ®, Hidroaltesona ®)

El tiempo de inhibición de la ACTH no tiene relación ni con la vida media del fármaco, ni con la duración en sus efectos sobre el organismo, ni con potencia farmacológica, aunque sí que es dosis dependiente.

DURACIÓN	FÁRMACO	EQUIVALENTE (en mg)
LARGA	Betametasona	0.7
	Dexametasona	0.6
MEDIA	Triamcinolona	5
CORTA	Prednisona	5
	Prednisolona	5
	Metilprednisolona	4
	Cortisol	20

*Cuadro 3 Relación de los principales fármacos corticoesteroides entre su duración y su equivalente.*

Los glucocorticoides se absorben en intestino delgado, apareciendo los niveles sanguíneos máximos entre 1 y 2 horas tras la ingesta. En plasma circulan, en su mayoría unidos a la transcortina, aunque a grandes dosis pueden unirse a la albumina. Sufren metabolismo hepático para finalmente ser excretado por el riñón. La actividad de los de los glucocorticoides depende de la existencia de un grupo-OH en su carbono 11. Los fármacos que poseen este hidroxilo (como la cortisona o la prednisona) necesitan hidroxilar su molécula en posición 11 para ser activos. Por lo tanto, cuando se utilicen glucocorticoides locales, deben ser 11 hidroxilados (no se activarían en el hígado). A nivel celular, y tras atravesar la membrana plasmática, se unen receptor citoplasmático específico y ejerce su acción a nivel nuclear. Sus acciones sistémicas básicas son antiinflamatoria e inmunosupresora. Su efecto terapéutico de los corticoides está relacionado con el metabolismo del ácido araquidónico. La acción de la fosfolipasa A2 puede ser modulada por los corticoides a través de una proteína endógena llamada lipocortina. De esta forma, los corticoides inhiben la biosíntesis de todos los derivados del ácido araquidónico.

Los efectos adversos de los glucocorticoides dependen sobre todo de la duración del tratamiento. Los efectos secundarios más importantes se deben a su actividad minerocorticoide (formación de edemas, hipokaliemia, etc.) La inyección intraarticular de un corticoide de larga duración puede reducir durante varias semanas el dolor y la sinovitis en la articulación afectada.

EFECTOS SOBRE FACTORES HUMORALES	
<b>Inmunoglobulinas</b>	Disminuyen el nivel de inmunoglobulinas circulantes
<b>Histamina</b>	Efecto antagónico: vasoconstricción
<b>Catecolaminas</b>	Potencia el efecto de las catecolaminas
<b>Prostaglandinas</b>	Controvertido

<b>Complemento</b>	Disminuye alguno de sus componentes
<b>EFFECTOS SOBRE FACTORES CELULARES</b>	
<b>Neutrófilos</b>	Producen neutrofilia al aumentar su salida desde la médula ósea. Disminuyen su adherencia, disminuyendo su cantidad en focos inflamatorios. Aumenta la toxicidad celular dependiendo de anticuerpos. Disminuye la descarga lisosómica.
<b>Monocitos</b>	Producen monocitopenia, disminuyendo su acúmulo en focos inflamatorios. Bloquean sus receptores para inmunoglobulinas. Disminuye su actividad bactericida, quimiotaxis y la hipersensibilidad retardada.
<b>Linfocitos</b>	Producen linfocitopenia, disminuyendo la citotoxicidad mediada por linfocitos T.
<b>Eosinófilos</b>	Producen eosinopenia.
<b>EFFECTOS SOBRE LOS TEJIDOS</b>	
	Inhibe la extravasación en el foco inflamatorio

*Cudro 4 Principales Efectos farmacológicos de los glucocorticoides*

### **Analgésicos**

El dolor es el síntoma más frecuente de enfermedad, constituyendo una percepción del paciente que hay que interpretar integrándolo en la historia clínica.

En la percepción dolorosa tiene dos aspectos; por un lado, el dolor somático (lesión tisular par excita las fibras aferentes propioceptivas) obliga al paciente a bajar su rendimiento, por el otro, situaciones de competición y estrés, está aumentado el umbral de la percepción dolorosa.

<b>Analgésicos no narcóticos</b>	<b>Anticonvulsivantes</b>
AINES	Dilfenilhidantonía
Acetaminofén	Carbamacepina
	Clonacepan

Analgésicos narcóticos	Antidepresivos Tricíclicos
Codeína	Doxepina
Oxicodona	Amitriptilina
Morfina	Imipramina
Hidromorfona	Nortriptilina
Levorfenol	Dexipramina
Metadona	
Meperidina	

*Cuadro 5 Clasificación y listados de los principales Analgésicos no narcóticos, Anticonvulsivantes, Analgésicos narcóticos y Antidepresivos Tricíclicos.*

### Miorrelajantes

La espasticidad puede deberse a una lesión de los nervios motores (1° neurona), o en el caso de los deportistas, a una lesión muscular esquelética que ocasiona impulsos aferentes aberrantes en la medula espinal.

Los fármacos más empleados son las benzodiazepinas. Estas sustancias presentan en común el anillo benzodiazepínico (tetraciclo). Las sustancias de radicales en las distintas posiciones modifican su actividad farmacológica y su farmacocinética. Las principales benzodiazepinas.

Estos fármacos se absorben bien por vía oral, y dada su gran liposolubilidad se unen a proteínas plasmáticas y se distribuyen por todos los compartimientos. Sufren metabolismo hepático eliminándose por orina. Sus acciones farmacológicas no son específicas; acción ansiolítica, acción hipnótica, acción anticonvulsivante y acción relajante muscular.

<b>ACCIÓN LARGA</b>	
Cloracepato dipotásico	Tranxilium ®
Diacepam	Vlium ®
Medacepam	Nobrium ®
<b>ACCIÓN INTERMEDIA</b>	
Bromacepam	Lexatin ®
Clobazam	Noiafren ®
Flunitracepam	Rohipnol ®
<b>ACCIÓN CORTA</b>	
Loracepam	Orfidal ®
Triazolam	Halción ®

*Cuadro 6 Clasificación de las principales benzodiazepinas en relación a su tiempo de acción dentro del organismo y como se encuentran en el mercado.*

Su acción como relajante muscular la realizan actuando a nivel del sistema nervioso central, disminuyendo los estímulos que llegan a-motoneuronas del asta anterior de la médula, sin tener efecto sobre el nervio motor (2 a neurona) ni sobre la placa muscular.

Un derivado benzodiazepínico muy empleado como relajante muscular es el tetrazepam (Myolastan ®)

Otros fármacos utilizados por una acción como relajantes musculares son: metocarbamol (Robaxisal ®), ciclobenzaprina (Yurelax ®) y carisoprodol (Relaxibys ®).

### Anestésias locales

Los anestésicos locales son fármacos que tienen la capacidad de bloquear la conducción nerviosa de manera reversible. La estructura química de un anestésico local esta formado por tres partes.

- Anillo aromático (porción lipofílica).
- Grupo Amino (porción hidrofílica)
- Porción alquílica intermedia.
- Dependiendo de la naturaleza química de la porción intermedia se distinguen anestésicos locales tipo ester o tipo amida.

GRUPO AMIDA	
Lidocaína= xilocaína	Lincaína ®, Xilocaína ®
Mepivacaína	Scandicain ®
Prilocaína	
Dibucaína	Percainal ®
GRUPO ESTER	
Procaína	Novocaína ®
Tetracaína	Gingicain ®
Piperocaína	
Ciclometilcaína	
Cloroprocaína	

*Cuadro 7 Clasificación de los principales anestésicos locales tipo ester o tipo amida y como se encuentran en el mercado.*

El bloqueo de la conducción nerviosa que producen estas sustancias está asociado con la interferencia en la entrada de Na en el axolema. Ello produce un incremento en el umbral de la excitación del nervio, enlenteciendo la propagación de impulso y reduciendo de la velocidad del potencial de acción.

La duración de acción de anestésico local es proporcional al tiempo durante el cual permanece en contacto con los tejidos nerviosos. Se suele asociar a una vasoconstricción tipo adrenalina para aumentar la duración de su acción.

Otras sustancias que se utiliza como anestésico con efecto local, producen su acción por enfriamiento local. El cloruro de etilo aplicado en forma de aerosol, debido a su rápida vaporización sobre la piel, produce un enfriamiento de hasta -200 °C bloqueando la percepción dolorosa en superficie.

### Rubefacientes y Similares

Son medicamentos que actúan localmente sobre la piel y las membranas mucosas induciendo hiperemia, inflamación y cuando la acción es severa, vasicación. Se denominan *rubefacientes* aquellas sustancias que solo producen hiperemia local. La rubefacción está acompañada de una sensación de comodidad y analgesia, muchas veces con gran efecto placebo. Algunos irritantes aromáticos volátiles, como el alcanfor y el mentol, a dosis bajas, al ser aplicados directamente sobre la piel inducen una sensación de frescura en vez de calor. Cuando la irritación es más severa se forman vesículas. Los agentes que producen vesículas se denominan *vesicantes*. Nos encontramos con: antralina, alcanfor, mentol, capsicum, etc, y en las farmacias: Alcohol alcanforado, Balsamo Midalgan ®, Finalgon ®, Linamiento Sloan ®, Radiosalil ®, Reflex ®.

### Heparinas de bajo peso Molecular

La trombosis venosa es la formación de un coágulo de fibrina en el interior del sistema venoso. El estímulo para la formación del trombo (activación de la cascada de coagulación) se relaciona con uno o varios de los siguientes factores (triada patogénica de Virchow): estasis venosa, lesión endotelial e hipercoagulabilidad sanguínea. Este tema cobra importancia en la traumatología deportiva o en relación existente entre inmovilización (frecuentemente en las lesiones).

Entre las distintas formas de prevención de la enfermedad tromboembólica se encuentran los medios físicos y la profilaxis farmacológica. Las heparinas de bajo peso molecular están desplazando, por su eficacia y baja incidencia de efectos colaterales al resto de los fármacos.

<b>MEDIOS FÍSICOS</b>
Drenaje postural
Vendas elásticas de compresión decreciente
Electroterapia de estimulación muscular
Kinesiterapia
Compresión neumática intermitente
Bomba venosa plantar
<b>PROFILAXIS FARMACOLÓGICA</b>

Heparina de bajo peso molecular
Heparina no fraccionada
Dextranos
Anticoagulantes orales
Antiagregantes plaquetarios
Hirudina
Heparinoides

*Cuadro 8 Clasificación de las distintas acciones de prevención de la enfermedad tromboembólica dividido en medios físicos y profilaxis farmacológica.*

La heparina es una mezcla de polisacáridos sulfatados-presente en los mastocitos que actúa a diversos niveles: acción antitrombótica, acción anticoagulante y acción antiplaquetaria. Las heparinas e bajo pesos molecular (HBPM) son fragmentos de la heparina obtenidos mediante despolimerización. La HBPM, presentan distintas propiedades farmacocinéticas y farmacológicas, ya que no se trata de sustancias homogéneas. A diferencia de la heparina no fraccionada, su efecto farmacológico se basa en la disociación entre el efecto antitrombótico y el efecto anticoagulante. La eficacia clínica de las HBPM viene dada por su acción anti-factor Xa con respecto a su acción anti-factor IIa.

Con respecto a las heparinas no fraccionadas, las HBPM tiene un cociente de alrededor de 4, es decir mayor efecto antitrombótico y menor efecto anticoagulante y antiplaquetario. Se optimiza así la relación profilaxis antitrombótica/ riesgo hemorrágico. Otra ventaja de las HBPM es su vida media, que permite administrarlas en una sola dosis diaria. Existen múltiples estudios (incluidos varios metaanálisis en pacientes quirúrgicos) que demuestran la disminución de la incidencia de trombosis venosa profunda y tromboembolismo pulmonar cuando se comparan las HBMP con placebo y con heparina no fraccionada. Asimismo, existe una menor incidencia de complicaciones hemorrágicas con las HBPM comparadas con las heparinas no fraccionadas. Otra ventaja con respecto a la heparina no fraccionada es su administración vía subcutánea.

Dentro de las HBPM existen varios compuestos químicos. En la actualidad no existen estudios que demuestren diferencias terapéuticas entre los distintos preparados.

PRINCIPIO ACTIVO	FÁRMACO	DOSIS
Dalteparina	Fragmin®	2.500-5.000 u/24h



Nadroparina	Boxol ®	2.500-5.000 u/24h
Enoxaparina	Fraxiparina ®	0,3-0,4- 0,6ml/24h
	Decipar ®	20-40mg/24h
	Clexane ®	20-40mg/24h

*Cuadro 9 Clasificación de las principales Heparinas no fraccionadas (HBPM) en relación a su principio activo, el nombre del fármaco y su dosificación.*

En la actualidad no discute la necesidad de profilaxis tromboembólica en casos de cirugía ortopédica mayor ni en casos de cirugía traumatológica, siendo los fármacos de elección las HPMB. Aunque no se dispone de una evidencia concluyente, cada vez son más los expertos que recomienda la profilaxis tromboembólica con HBPM en pacientes con vendajes ensayados en miembros inferiores, aún en ausencia de otros factores de riesgo.

Han salido al mercado HBPM de segunda generación (bemiparina), con la ventaja teórica de un menor sangrado respecto a las HBPM clásicas (de primera generación).

En la actualidad están en estudio (metaanálisis de cuatro ensayos clínicos en fase III) una nueva clase de antitrombóticos. Se trata del pentasacárido fondaparinux sódico, primer inhibidor selectivo del factor Xa de origen sintético. Presenta una eficacia superior a la de las HBPM en la reducción del riesgo trombótico sin diferencias apreciables en los parámetros de hemorragia.

### **Farmacoterapia Tópica**

La principal función de la piel consiste en aislar al organismo del exterior, por lo que cualquier sustancia va a tener dificultades para atravesarla. Por lo tanto, la piel es una vía de absorción farmacológica deficiente para gran mayoría de la sustancias. Algunas sustancias muy liposolubles puede absorberse, aunque en escasa cantidad y de manera irregular. La fricción produce una vasodilatación local y favorece la penetración de sustancias a través de los anejos cutáneos. La absorción es mejor en aquellas zonas con mayor estrato corneo.

Se utiliza con frecuencia sustancias vía tópica de dudoso efecto farmacológico aunque con gran potencia como placebos.

Sobre la piel se aplican, ya sea con fines terapéuticos, numerosas formulaciones que, en cuanto su naturaleza fisicoquímica, pueden presentarse como polvos, como preparaciones de consistencia semisólida (pomadas) o como líquidos.

### **Pomadas definición o Características**

Constituyen un grupo de preparados farmacéuticos muy heterogénea, caracterizado por su modo de acción y su consistencia semisólida. Consta de un excipiente, sencillo o complejo, en cuyo seno se disuelven o se dispersan los principios activos.

A menudo se utilizan otras denominaciones más específicas, relacionadas con sus características fisicoquímicas y su consistencia. Así se pueden distinguir varias categorías de pomadas.

- Pomadas, propiamente dichas.
- Cremas.
- Geles
- Pastas.

Las **pomadas**, propiamente dichas, constan de un excipiente de una sola fase en el que se pueden dispersar sólido o líquidos.

Las **cremas** son pomadas multifásicas constituidas por dos fases, una lipófila y otra acuosa.

Los **geles** están formados por líquido gelificados con ayuda de agentes apropiados.

Las **pastas** contienen elevadas porciones de sólido finalmente disperso en el excipiente, porque su consistencia es bastante elevada.

### **Otras formas de Aplicación sobre la Piel**

*Formas líquidas:* Existen un elevado número de preparados dermatológicas que presentan una consistencia líquida. Los vehículos para su preparación son generalmente, agua, mezclas hidroalcohólicas y aceites. Se han usado denominaciones tales como: lociones, linimentos, embrocaciones, leches etc. Hoy se reserva la denominación de **loción** a los preparados elaborados con vehículo acuoso o ligeramente alcohólico que contienen las sustancias activas, disueltas o en suspensión, pudiendo variar su viscosidad. La denominación de **lineamientos** parece más adecuada para aquellos preparados líquidos cuyo vehículo es un aceite de viscosidad variable. Las emulsiones de consistencia fluida suelen recibir el nombre de **leches**.

En ocasiones, algunas de las formas líquidas mencionadas se dispersan en envases a presión: **aerosoles**.

*Formas sólidas:* Las **barritas** o lapiceros de sustancias medicinales están en desuso. Los **polvos** sí siguen vigentes como suavizantes, lubricantes, secantes o medicinales.

### Preparados Dermatológicos con Acción Terapéutica

Con ellos se persigue un final terapéutico, sea meramente superficial o en zonas internas de la piel. En general con las pomadas nunca se persiguen generales sino efectos localizados más o menos cerca del punto de aplicación. Ello es cierto hasta el punto de considerar la absorción sistémica de cualquier fármaco aplicado en pomada como un accidente de la medición que debe evitarse o reducirse al mínimo siempre que sea posible.

Hay casos en que se persiguen efectos sistémicos mediante la aplicación de un fármaco sobre la piel. Se habla entonces de verdadera absorción percutánea, requiriéndose para ello sistemas de cesión muy específicos y complejos: **parches transdérmicos**.

Los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) son un recurso terapéutico habitual en el tratamiento de lesiones de tejidos blandos, que incluyen patologías de músculos, tendones, fascias, ligamentos y lesiones de pequeños vasos. Su empleo en estas situaciones pretende reducir el dolor y la inflamación, así como acortar el período de recuperación. Existen multitud de fármacos disponibles para la aplicación tópica.

Actol pomada ®	Feldene gel ®
Airtal difucem ®	Flexidol gel ®
Aldospray analgésico ®	Flogoprofen ®
Algesal activado ®	Fulgium ®
Algesal espuma ®	Gerbin difucem ®
Anectine ®	Halogedol ®
Arcental ®	Inacid gel ®
Calmatel aerosol ®	Movilisin solución spray ®
Calmatel gel ®	Naproxyn gel ®
Calmatel crema ®	Orudis gel ®
Capsidol ®	Radio salil ®
Dalgen aerosol ®	Reusin spray ®
Doctofril antiinflamatorio ®	Salcacam gel ®
Embrocación gras ®	Sasulen gel ®
Extraplus gel ®	Tatum crema ®
Falcol difucem ®	Vitaxicam tópica ®
Fastum gel ®	Voltaren emugel ®

*Cuadro 10 Listado de los principales Antiinflamatorios no esteroideos (AINES) en presentación Tópica (Nombre comercial)*

La vía tópica representa una atractiva alternativa a la vía oral, por varias razones.

- Son aplicados directamente en el área afectada obviando la toxicidad gastrointestinal.
- Los bajos niveles plasmáticos alcanzados minimizan los efectos sistémicos.
- El hecho de efectuar un masaje en el área afectada puede resultar beneficioso.

Para que estas ventajas teóricas tuvieran repercusión clínica sería necesario que: a) la absorción percutánea fuese suficiente como para crear niveles terapéuticos en los tejidos de la zona afectada, b) eficacia clínica demostrados en ensayos clínicos controlados; C) su perfil de seguridad sea superior al de los AINES y d) tengan una favorable relación costo/efectividad.

En conclusión, los datos de varios trabajos parecen indicar que el efecto terapéutico de los AINES por vía tópica no es muy llamativo, y de existir, posiblemente depende de una pequeña absorción sistémica. Su utilidad real es, por tanto, muy escasa.

## Actividad de Aprendizaje de Farmacoterapia.

1.Cuál de los siguientes incisos refiere correctamente la principal acción de los Antiinflamatorios no esteroideos:

- Actúan sobre los centros nerviosos y deprimen la actividad del músculo esquelético.
- La inhibición de la síntesis de prostaglandinas.
- Suprime el sistema inhibitorio en la membrana postsináptica.

2.A los derivados del Ácido araquidónico se les denomina de forma genérica como:

- Antipiréticos.
- Antitérmicos.
- Eicosanoides.

3.Coloca correctamente el número que corresponde en cada uno de los fármacos dependiendo del grupo farmacológico al que pertenecen

<input type="checkbox"/> Niflúmico	1 Salicilatos
<input type="checkbox"/> Diclofenaco.	2 Propionicos
<input type="checkbox"/> Ketoprofeno	3 Pirazolónicos
<input type="checkbox"/> Acetilsaliciato de lisina	4 Indólicos
<input type="checkbox"/> Indometacina.	5 Fenamatos
<input type="checkbox"/> Piroxicam.	6 Otros
<input type="checkbox"/> Flufenámico	
<input type="checkbox"/> Naproxeno	

4.Las acciones farmacológicas de los AINES se pueden sistematizar de la siguiente forma:

- Analgesicas:
- Antitérmicas:
- Antiinflamatorias:
- Antiagregantes:

Define cada una de estas funciones

5. Son los Aines mejor conocidos y más empleados:

- Fenamatos.
- Propiónicos.
- Salicilatos.

6. Fármaco que se absorbe eficazmente por vía oral, circula unido a proteínas plasmáticas, siendo su vida media de una a dos horas:

- Ibuprofeno.
- Naproxeno.
- Ketoprofeno.

7. Fármaco que posee una vida media de 12 horas. Entre sus efectos secundarios se encuentra los siguientes síntomas colestasis, ototoxicidad y depresión medular.

- a) Ibuprofeno.
- b) Naproxeno.
- c) Ketoprofeno.

8. Este grupo farmacológico son derivados de la piperona producen escasos efectos secundarios a nivel gástrico teniendo mayor potencia analgésica y antitérmica que antiinflamatoria:

- a) Derivados propiónicos.
- b) Dipirona.
- c) Fenilbutazona.

9. Es un derivado de la indometacina. Se absorbe de forma inactiva necesitando su conversión hepática para adquirir actividad farmacológica:

- a) Sulindaco.
- b) Dipirona.
- c) Flufenámico.
- d) Mefenámico.

10. Son derivados del ácido antranílico. Se absorben bien por vía oral circulando unidos a proteínas plasmáticas, tienen una alta acción analgésica pero un débil efecto analgésico:

- a) ketorprofeno, Flubiprofeno.
- b) Dipirona, fenilbutazano.
- c) flufenámico, mefenámico.
- d) Indometacina, Sulindaco.

11. AINE que tiene una estructura química parecida a la indometacina se absorbe bien por vía oral, su vida media es corta alrededor de una hora:

- a) Diclofenaco.
- b) Piroxicam.
- c) Tolmetín.

12. Inhibidor de la síntesis de Prostaglandinas, inhibe la quimiotaxis y la liberación de enzimas lisosómicas. Tiene una semivida larga lo que permite su administración en una sola toma diaria:

- a) Diclofenaco.
- b) Piroxicam.
- c) Tolmetín.

13. Es un derivado del ácido fenilacético. Se absorbe bien por vía oral, su vida media es de 4 horas, sufriendo metabolismo hepático. Es el AINE más prescrito en España, por su potente acción antiinflamatoria:

- a) Diclofenaco.
- b) Piroxicam.
- c) Tolmetín.

#### INHIBIDORES DE COX

14. La ciclooxigenasa (COX), también llamada prostaglandin sintetasa, genera endoperóxidos cíclicos los cuales que son convertidos en:

- a) Prostaglandinas.
- b) Prostaciclina.
- c) Tromboxano.
- d) Los 3 incisos anteriores son correctos..

15. En las células de los mamíferos existen 2 formas de COX, las dos ciclooxigenasas se diferencian en Aminoácido 523: Cuál de los siguientes incisos plantean la correcta.

- a) En la COX-1 es la isoleucina/ COX-2 la valina.
- b) En la COX-1 es la valina/ COX-2 Isoleucina.

16. Que eicosanoides son esenciales para funciones fisiológicas, como mantenimiento celular:

- a) Los producidos por los AINES.
- b) Los producidos por COX-2.
- c) Los producidos por COX-1.
- d) B y C son correctos.

Los fármacos que ejercen inhibición predominante de la COX-2 constituyen un potente grupo terapéutico gracias a que posee menores efectos secundarios que los antiinflamatorios clásicos.

17. Estos inhiben tanto la COX-1 como la COX-2 ejemplo de este fármaco es:

- a) Piroxicam.
- b) Meloxicam.
- c) Tolmetín.

18. Son sustancias con acción similar al cortisol (hidrocortisona). En condiciones fisiológicas son secretadas por la corteza suprarrenal.

- a) Gelecoxib.
- b) Glucocorticoides..
- c) Inhibidores de la COX-2.

19. Relaciona correctamente las siguientes columnas:

- a) Inhibe la ACTH más de 48 hrs: ejemplo de estos fármacos son dexametasona, betametasona.
- b) Inhiben la ACTH unas 48 hrs: ejemplo de estos fármacos son parametasona, triamcinolona.
- c) Inhiben la ACTH de 24 a 36 hrs: ejemplo de estos fármacos son Prednisona, prednisolona, metilprednisolona.

- 1) Glucocorticoides de duración media.
- 2) Glucocorticoides de corta duración.
- 3) Glucocorticoides de larga duración

20. La actividad farmacológica de los glucocorticoides depende de la existencia de:

- a) Grupo OH.
- b) 11 Hidroxilados.
- c) Fosfolipasa A2.
- d) Lipocortina.

21. Son efectos secundarios de los glucocorticoides:

- a) Cefalea y náuseas.
- b) Formación de edema e hipokalemia.
- c) Bradicardia y somnolencia.

### ANALGESICOS

22. Respecto al siguiente diagnóstico de enfermería, cuál de las siguientes intervenciones es la de mayor relevancia para la recuperación del paciente, tomando en cuenta que el dolor es el síntoma más frecuente en una lesión deportiva, constituyendo una percepción del paciente que hay que interpretar integrándola en la historia clínica.

**DX DE ENFERMERÍA**  
 DX Deterioro de la integridad tisular R/C Factor mecánico (Sinovitis traumática) m/p hipertrofia, vasodilatación, dolor, calor, temefacción.

DX Dolor agudo R/C Agentes lesivos físicos (traumatismo) m/p expresión facial de dolor.

Intervención de Enfermería

### MIORRELAJANTES

23.Cuál de los siguientes benzodiazepinas es de larga duración:

- a) Clobazam
- b) Loracepam.
- c) Diazepam.
- d) Halción.



24. Cuál de los siguientes benzodiazepinas es de acción intermedia:

- a) Bromacepam.
- b) Triazolam.
- c) Clobazam.
- d) Lexatin.

25. Cuál de los siguientes relajantes musculares utilizarías para una DOMS.

- a) Diacepam - tranixilium ®
- b) Clobazam - Nolafren ®
- c) Trizolam - Halción ®
- d) Tetrazepam - Myolastan ®

#### ANESTESICOS LOCALES

26. Distingue y une con una línea dependiendo de la naturaleza química los analgésicos locales tipo ester y tipo amida.

##### GRUPO AMIDA

PROCAÍNA

CIROPROCAÍNA

PRILOCAÍNA

CICLOMETICAÍNA

TETRACAÍNA

MEPIVACAÍNA

MEPIVACAÍNA

##### GRUPO ESTER

LIDOCAÍNA

DIBUCAÍNA

#### FARMACOTERAPIA TÓPICA EN EL DEPORTE

27. Constituyen un grupo de preparados farmacéuticos muy heterogéneo, caracterizado por su modo de acción y su consistencia semisólida.

- a) Pomadas.
- b) Geles.
- c) Pastas.

28. Son pomadas multifásicas constituidas por dos fases, una lipófilica y otra acuosa.

- a) Pomadas
- b) Geles.
- c) Cremas.
- d) Pastas.

29. Están formados por líquidos gelificados con ayuda de agentes apropiados.

- a) Pomadas.
- b) Geles.
- c) Cremas.
- d) Pastas.

30. Contienen elevadas proporciones de sólidos finamente dispersos en el excipiente, por lo que su consistencia es bastante elevada.

- a) Pomadas.
- b) Geles.
- c) Cremas.
- d) Pastas.

OTRAS FORMAS DE APLICACIÓN SOBRE LA PIEL

31. Preparado elaborado con vehículo acuoso o ligeramente alcohólico que contiene la sustancia activa disuelto o en suspensión, pudiendo variar su viscosidad.

- a) Loción.
- b) Linimento.
- c) Formas líquidas.

32. Preparado líquido cuyo vehículo es un vehículo de viscosidad variable.

- a) Loción.
- b) Linimento.
- c) Formas líquidas.

33. Subraya el medicamento que corresponda a los fármacos disponibles para aplicación tópica.

FLEXIDOL ®  
HALOGEDOL ®  
ALIVOSIN ®  
SASOLEN ®  
GERBIN ®  
FULGIUM ®

FALCOL ®  
ARCENTAL ®  
FELDENE ®  
VITAXICON ®  
CAPSIDOL ®  
ANECTINE ®



## ANEXOS

### 1. DESAFÍA TUS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS COMO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN EL AMBITO DEPORTIVO.

#### Instrucciones

Esta pequeña actividad, tiene el objetivo de poner a prueba los conocimientos adquiridos en las unidades anteriores como profesional de enfermería físico-deportiva, por ejemplo, en la prescripción del ejercicio saludable, prevención, diagnóstico, asistencia y recuperación de lesiones deportivas, identificando diagnósticos, intervenciones, y objetivos de enfermería.

#### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

1. El tratamiento inicial de los esguinces debe ir dirigido a calmar el dolor y favorecer la cicatrización de las estructuras lesionadas. Los objetivos es prevenir la inestabilidad y el desarrollo de un dolor crónico.

Respecto al párrafo anterior, ¿Cuál de los siguientes diagnósticos de enfermería, va dirigido específicamente al tratamiento inicial?

- ✓ A) Dolor agudo R/C agentes lesivos físicos (lesión traumática de una articulación, provocada por el alargamiento de los ligamentos) m/p conducta expresiva (llanto, inquietud e incomodidad.)
  - ✓ B) Dolor crónico R/C afección relacionada con potraumatismo (inflamación de la capsula articular) m/p alteración en la habilidad para continuar con las actividades previas.
  - ✓ C) Deterioro de la ambulación R/C con dolor agudo m/p deterioro de la habilidad para caminar la distancia requerida.
  - ✓ D) A) y B) son correctas.
- 
2. Con base a las **complicaciones generales más frecuentes en fracturas**, identifica solo las etiquetas diagnosticas que correspondan a ellas, si tienes duda puedes revisar la pag.
    - ✓ 1) 00029 Disminución del gasto cardíaco.
    - ✓ 2) 00088 Deterioro de la ambulación.
    - ✓ 3) 00204 Perfusión tisular periférica ineficaz.
    - ✓ 4) 00046 Deterioro de la integridad cutánea.
    - ✓ 5) 00004 Riesgo de infección.

- ✓ 6) 00092 Intolerancia a la actividad.
  - ✓ 7) 00100 Retraso en la recuperación quirúrgica.
3. El mejor tratamiento de las lesiones musculares indirectas es la prevención, disminuyendo las posibilidades de sobrecarga puntuales sobre la unidad miotendinosa. Hay que tener en cuenta los seis aspectos según Ferret y cols., y el papel fundamental de enfermería en la salud deportiva, previniendo, y asistiendo en la recuperación de lesiones deportivas.

Conforme al texto anterior identifica cuál de las siguientes intervenciones corresponden a la prevención de lesiones musculares indirectas, tomando en cuenta los seis aspectos de Ferret y cols.

- ✓ 1) 5246 Asesoramiento nutricional.
- ✓ 2) 1803 Ayuda con el autocuidado: alimentación.
- ✓ 3) 1850 Mejora el sueño.
- ✓ 4) 0226 Terapia de ejercicio control muscular.
- ✓ 5) 5620 Enseñanza habilidad psicomotora.
- ✓ 6) 0201 Fomento del ejercicio: entrenamiento de fuerza.
- ✓ 7) 0202 Fomento del ejercicio estiramiento.
- ✓ 8) 4360 Modificación de la conducta.

**4. Vendajes funcionales y vendajes enyesados Controles posterior y seguimiento.** Todo paciente con un yeso circular debe recibir una información sobre los síntomas de la posible isquemia producida por un yeso apretado. Los signos más típicos de un yeso demasiado ajustado son: dolor en aumento, tumefacción, frialdad o cambio de color de la piel, en las zonas distales de la extremidad.

Respecto al texto anterior puedes identificar si la siguiente intervención y las actividades de enfermería corresponden a prevenir estos síntomas.

Nota: Fundamenta tu respuesta.

**Código NIC:** 0762 Cuidados del paciente Escayolado: Mantenimiento.

- ✓ 1. 76202 Inspeccionar el yeso por si hubiera signos de drenaje de las heridas situadas por debajo de las mismas.
- ✓ 2. 76212 Monitorizar los signos de deterioro de la circulación o de la función neurológica (p. ej. dolor, palidez, ausencia de pulsos, paréntesis, parálisis y presión) causados por el yeso en la extremidad afectada.

- ✓ 3. 76203 Marcar la circunferencia de cualquier drenaje como medida para futuras valoraciones.
- ✓ 4. 76208 Comprobar si hay grietas o roturas de yeso.
- ✓ 5.76213. Monitorizar la circulación y la función neurológica de los tejidos por encima y por debajo del yeso.
- ✓ 6. 76204 Proteger el yeso si esta cerca de la ingle.
- ✓ 7. 76209 Aplicar un cabestrillo como apoyo, si corresponde;
- ✓ 8.76210 Acolchar los bordes ásperos y las conexiones de tracción de yeso, si procede;
- ✓ 9. 76214 Tratar inmediatamente de compromiso circulatorio y el dolor (por ejemplo, sustituir el yeso, realizar ejercicios del rango de movimiento en la extremidad, actuar de forma inmediata para aliviar la presión del yeso).
- ✓ 10. 76217 Elevar la extremidad enyesada por encima del nivel del corazón para reducir la tumefacción o la inflamación.
- ✓ 11. 76218 Enseñar al paciente y a la familia a cuidar el yeso.

A) intervención correcta/ todas las actividades correctas.

B) intervención correcta/ y solo las actividades 1,2 ,3 ,4 ,5 ,6 son correctas.

C) intervención correcta/ y solo las actividades 2, 5,7, 8, 9, 10.

D) Intervención correcta/ y solo las actividades 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10,11.

##### 5) Electroterapia:

Cuál de las siguientes Corrientes de electroterapia debe tomar en cuenta la siguiente etiqueta diagnostica (Cod: 00220 Riesgo de lesión térmica) como prevención.

Nota: Para resolver la pregunta toma en cuenta también, las características de cada una, contraindicaciones y los peligros que estas pueden ocasionar en la salud.

- ✓ A) Corriente de alta frecuencia.
- ✓ B) TENS.
- ✓ C) Corrientes para lograr un estímulo motor.
- ✓ D) Corrientes Diadinámicas.
- ✓ E) A, C, y D son correctas.

1) Radiación infrarroja

Acción local: El principal efecto es una acción estimulante sobre la circulación, de tal forma que si aplicamos la radiación sobre la piel, inmediatamente aparece un eritema local que provoca cierto grado de turgencia y sensación subjetiva de calor. Este aumento de calor en la zona irradiada activa el metabolismo local y favorece la regeneración de células destruidas.

Conforme al texto anterior y la intervención Código: 1340 Estilucción Cutanea.

¿Que resultado del NOC se debe priorizar para prevenir cualquier alteración en el tejido tratado?

- A) 2400 Función sensitiva: táctil.
- B) 2109 Nivel de malestar.
- C) 1101 Integridad tisular: piel y membranas mucosas.
- D) 3016 Satisfacción del paciente/ usuario manejó dolor.
- E) Todas son correctas.

2) Infiltraciones Locales

Inconvenientes; Mayor riesgo de infección articular: Sin embargo, diversos autores coinciden en señalar que aproximadamente el 25% de las artritis deportivas están directamente relacionadas con la punción previa de una articulación. Sin embargo, no se disponen de estadísticas para los casos de artritis sépticas con foco a distancia causado por infiltración esteroidea. El microorganismo aislado más frecuente en estos casos es el staphylococcus aureus. Es sabido que el entrenamiento intensivo se ha relacionado con las alteraciones de la inmunidad. En particular, se ha observado un descenso en las cifras totales de leucocitos en sangre, descenso en la proliferación de todas las líneas linfocitarias por efectos de liberación de cortisol y epinefrina, y descenso en los niveles de IgA salival. Estas alteraciones inhibidas al ejercicio físico intenso podrían influir en el desarrollo de la infección por staphylococcus aureus a partir de un foco primario en un atleta sometido a un periodo de entreamiento de gran intensidad.

Respecto al párrafo anterior, identifica el diagnostico de riesgo de enfermería que se adecue mejor a prevenir la infección en el atleta, tomando en cuenta todos los datos expuestos.

- A) 00004 Riesgo de infección R/C Alteración de la integridad de la piel.
- B) 00004 Riesgo de infección R/C Entrenamiento intensivo (Inmunosupresión).

- C) 00004 Riesgo de infección R/C Procedimiento invasivo (punción previa de una articulación).
- D) 00004 Riesgo de infección R/C Leucopenia, descenso en la proliferación de todas las líneas linfocitarias por efectos de liberación de cortisol y epinefrina, y descenso en los niveles de IgA salival.

- 3) Es cierto o falso que existen estas intervenciones en el NIC;
  - 1) Precauciones con el láser.
  - 2) Prevención de lesiones deportivas: jóvenes
  - 3) Estimulación Nerviosa eléctrica transcutánea (TENS).
- 4) En la siguiente tabla prioriza las actividades que debes de tomar en cuenta con base a los procedimientos y conocimientos integrados en el manual, en las siguientes Intervenciones del NIC.

1540 Nerviosa transcutánea.(TENS)	Estimulación Eléctrica	6560 Precacuciones con el Láser.	6648 Prevención de lesiones deportivas: jóvenes.



## Hojas de Respuestas de la Unidad I

### RESPUESTA DE LAS PREGUNTAS DEL SISTEMA ESQUELETICO

#### 1. Morfología y fisiología del sistema esquelético:

- a) Verdadero.
- b) Falso.
- c) Verdadero.

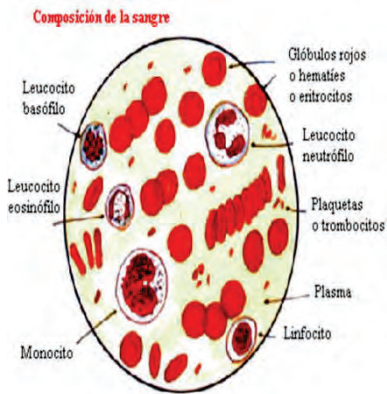
#### 2. Funciones del tejido y estructura del tejido óseo:



Proporciona una estructura rígida al organismo, sirviendo de sostén de los tejidos blandos y de palanca que posibilita el movimiento gracias a la acción de los músculos.



Protege diferentes vísceras como el encéfalo, la médula espinal, el corazón, los pulmones y los órganos alojados en la cavidad pélvica.



Contiene el tejido hematopoyético (médula ósea roja) encargado de la producción de los elementos formes de la sangre.

### 3. Elementos celulares

1. Identifica y anota en el siguiente esquema el nombre de cada una de las células en la casilla que le corresponde.

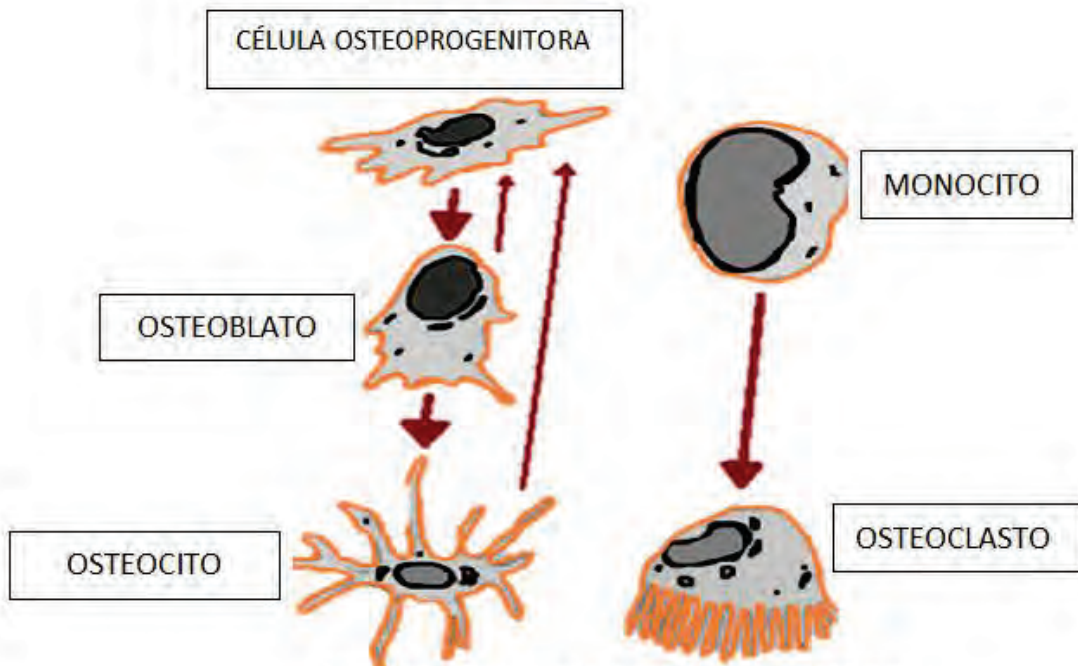


Figura 1. Origen de las células del tejido óseo

2. Relaciona las columnas y elige cuál de las siguientes opciones describe correctamente el origen de cada una de las células del tejido óseo, su función, y localización.  
C) 1B, 2D, 3A,4C.

### 4. Sistema esquelético Axial (Huesos del cráneo)

- 1) Los huesos que conforman el cráneo son (1 Occipital, 2 Parietales, 1 frontal, 2 Temporales, 1 Esfenoides y 1 Etmoides).
- 2) Los huesos parietales forman (la porción más grande de las partes laterales) del cráneo así como su techo.
- 3) Los huesos esfenoides yace en la porción media de la base del cráneo. Este hueso es la (piedra angular de la base del cráneo) ya que se articula con el resto de los huesos craneales manteniéndolos unidos entre sí.

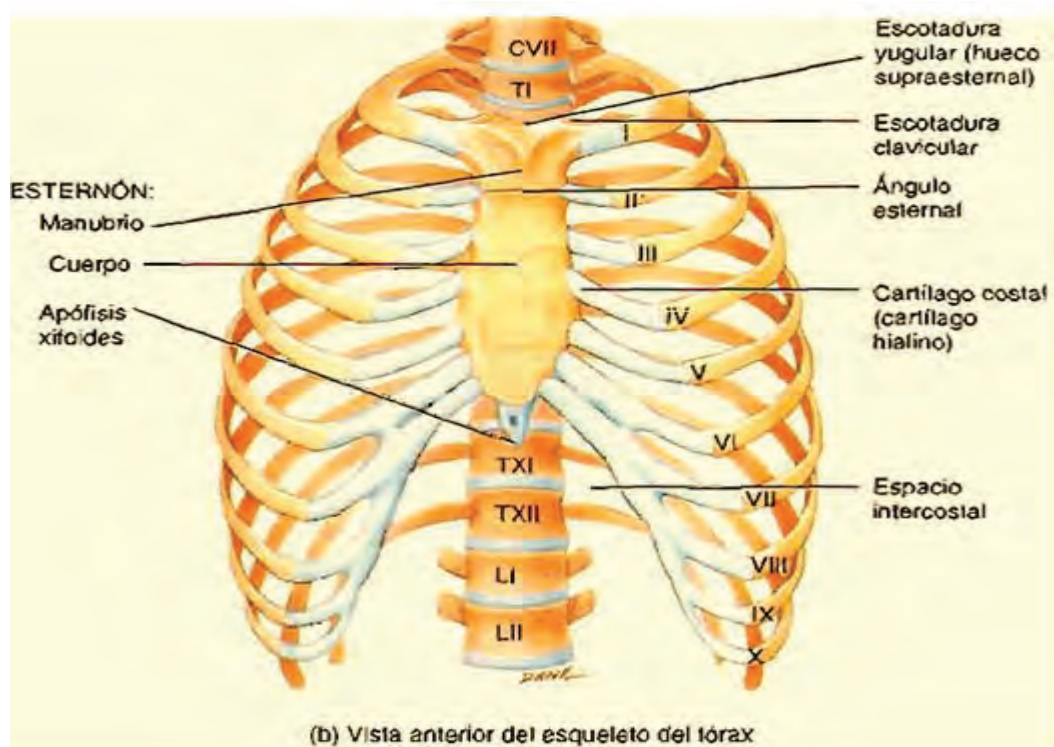
#### 5. Sistema esquelético Axial (huesos de la cara)

Cara	Número	Oído	Número
Nasal	2	Martillo	2
Vómer	1	Yunque	2
Cornete inferior	2	Estribo	2
Lagrimal	2	Cuello	
Molar	2	Hiodes	1
Palatino	2		
Maxilar superior	2		
Maxilar inferior	1		

#### 6. Sistema esquelético Axial (huesos de la columna vertebral)

- 1)=R.T
- 2)=R.C
- 3)=R.L
- 4)=R.L
- 5)= S
- 6)= C
- 7)= C
- 8)=R.T
- 9)=S
- 10)= S
- 11)=C
- 12)=C
- 13)=S
- 14)=R.T
- 15)=R.C

#### 7. Identifica en el siguiente esquema las partes del Tronco Humano



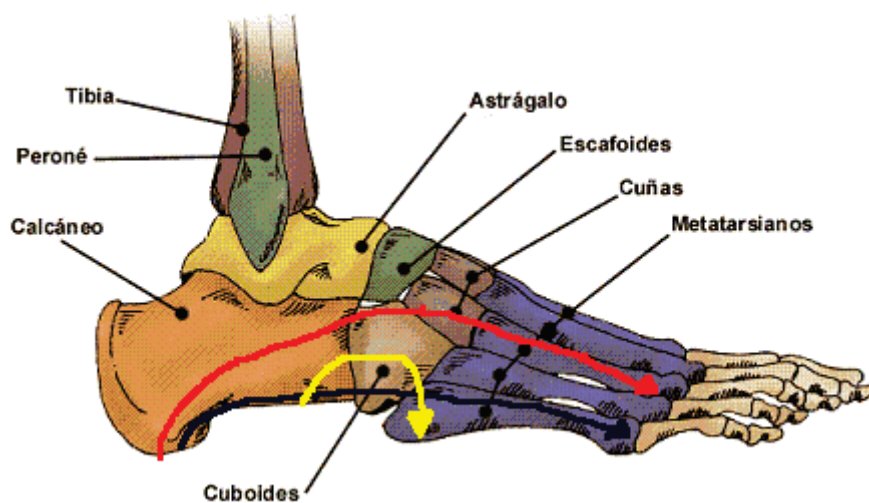
### 8. Miembro de la extremidad superior

1. a) 4, b)1,c)1,d)4, e)2, f)5, g)6.

### 9. Miembro de la extremidad inferior

1. a) 3, b) 1, c)2, d)4, e)5.

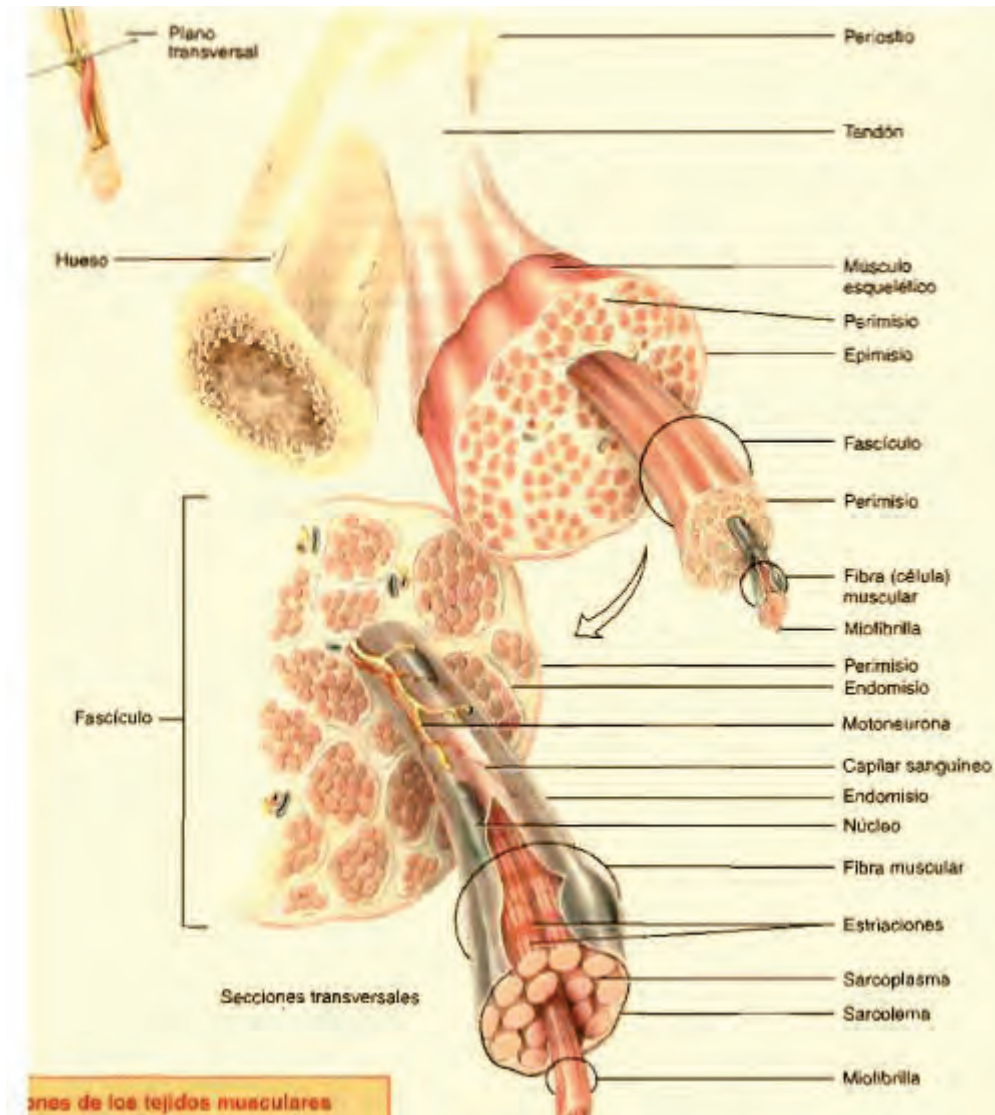
10. En el siguiente esquema marca los arcos del pie y escribe su función



**Arcos del pie:** Los huesos del pie se disponen de forma tal que conforman dos arcos que se mantienen en su posición gracias a la acción de ligamentos y tendones. Estos arcos permiten que el pie soporte el peso del cuerpo, brindando una distribución ideal del peso corporal sobre los tejidos blandos y duros del pie, y facilitando la acción de palanca y caminar.

## RESPUESTAS DEL APARTO MUSCULAR

### 1. Organización del músculo esquelético y sus envolturas del tejido conectivo.



### 2. CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS MUSCULARES

1. Fibra muscular lisa, 2. Fibra muscular estriada, 3 y 4. Fibra muscular lisa, 5. Fibra muscular estriada, 6. Fibra muscular lisa.

### 3. Encierra en un círculo cuál de las siguientes afirmaciones son verdaderas.

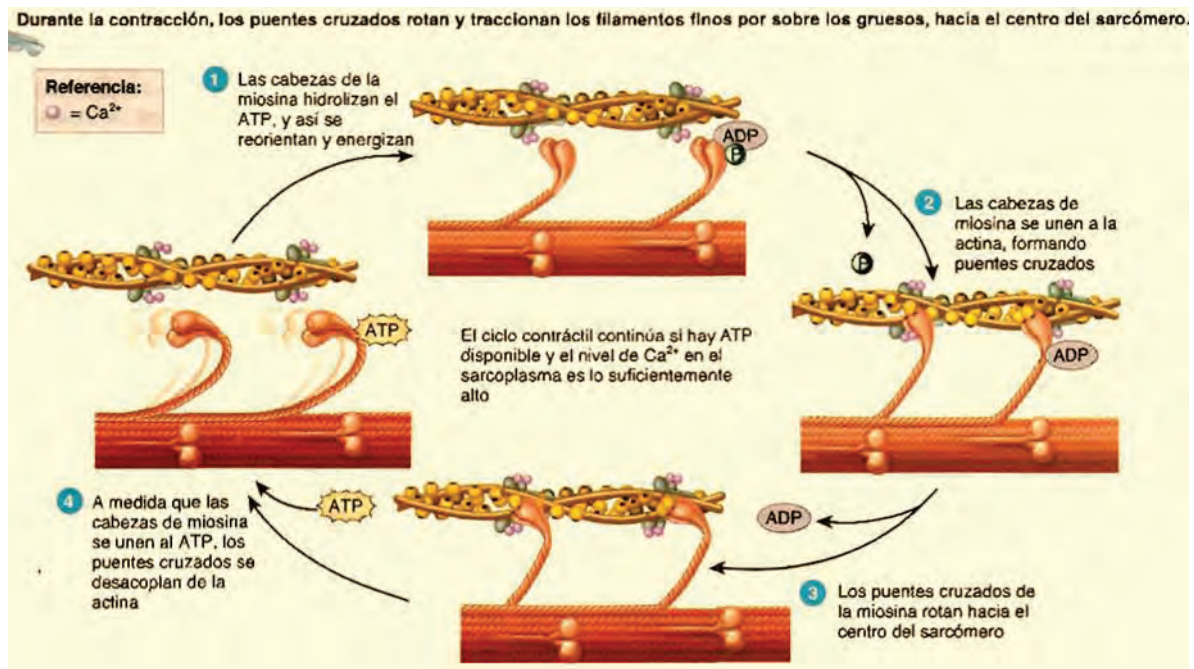
1. Verdadera.

- 2. Verdadera.
- 4. Verdadera.
- 5. Verdadera.
- 8. Verdadera.
- 10. Verdadera.

#### 4. Mecanismo de deslizamiento de los filamentos

R= b) 1B,2A,3D,4C,NO E.

#### 5. Ciclo contráctil



#### 6. Metabolismo Muscular

Si el ejercicio extenuante continúa por encima de ese límite, las fibras musculares necesitan generar más ATP. Tienen tres formas de producir ATP: 1) Mediante la fosfocreatina, 2) Por medio de **la respiración celular anaeróbica**, 3) Por medio de la respiración celular aeróbica.

El exceso de ATP se utiliza para sintetizar fosfocreatina un compuesto de alta energía que solo se encuentra **en las fibras musculares**.

La creatina es una pequeña molécula sintetizada en el hígado, riñones y páncreas, para ser después transportada **a las fibras musculares**.

Cuando comienza la contracción asciende **el nivel de ADP**, y la creatinasa la CK cataliza la transferencia de un grupo fosfato desde la **fosfocreatina de vuelta al ADP**.

### Preguntas de razonamiento.

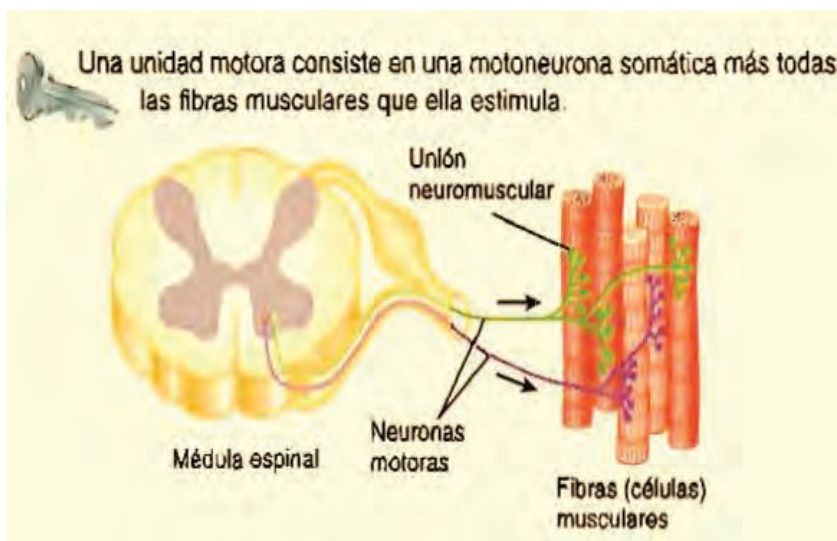
El 2 de Abril de 1995 el ex maratonista Dionicio Cerrón Pizarro rompió su propia marca recorriendo 42,195 km en 02:08:30 min en el Maratón de Londres, ganando el primer lugar. Qué tipo de sistema de metabolismo muscular desarrollo para proveer suficiente energía a los músculos y poder contraerse en forma máxima durante este tiempo? **Respiración aeróbica.**

El 3 de mayo de 2003 la ex atleta Ana Gabriela Guevara rompió el **récord** mundial de los 300 metros planos en la Ciudad de México al correr la distancia en 35.30 segundos batiendo a la campeona olímpica, la australiana Cathy Freeman. Qué tipo de sistema de metabolismo muscular desarrollo para proveer suficiente energía a los músculos y poder contraerse en forma máxima durante este tiempo? **Respiración celular anaeróbica.**

### 7. Consumo de Oxigeno pos ejercicio

Durante los periodos prolongados de contracción muscular los incrementos en la ventilación y el flujo sanguíneo mejoran el suministro de oxígeno a los tejidos. Este oxígeno extra se utiliza para devolver o restaurar las condiciones metabólicas al nivel de reposos.

8. En el siguiente esquema llena los espacios que faltan y con tus propias palabras describe las funciones y características de la unidad motora.





9. A completa la siguiente tabla conforme a las fibras musculares

Nombre de las fibras	Características	Funciones
<b>Fibras oxidativas lentas</b>	Son las más pequeñas en diámetro y, por lo tanto, el tipo de fibra menos potente. Se ven de color rojo oscuro por que contienen grandes cantidades de mioglobina y muchos capilares sanguíneos. Tienen baja velocidad de contracción, las cuales duran de 100 a 200 mseg	Estas fibras generan ATP principalmente por medio de la respiración celular aeróbica. La ATPasa de sus cabezas de miosina hidroliza el ATP en forma relativamente lenta.
<b>Fibras oxidativas-glucolíticas rápidas</b>	Poseen un diámetro intermedio entre los dos tipos de fibras, Contienen grandes cantidades de mioglobina y de capilares sanguíneos, por eso también generan un color rojo oscuro.	Genera cantidades considerables de ATP a través de la respiración celular aeróbica, lo cuál les genera una resistencia considerable a la fatiga. Genera ATP mediante la glucólisis anaeróbica. Son rápidas por que las ATPasas de sus cabezas de miosina hidrolizan ATP de tres o cinco veces más rápido que las fibras lentas lo que aumenta su velocidad de contracción.
<b>Fibras rápidas glucolíticas-</b>	Son las de mayor diámetro y las que contienen mayor cantidad de miofibrillas. Por ende, pueden generar las contracciones más potentes. Las fibras GR tienen bajo contenido de mioglobina, relativamente pocos capilares sanguíneos, pocas mitocondrias y color blanco	Se contraen fuerte y rápidamente. Están adaptadas a la realización de movimientos anaeróbicos intensos de corta duración, como levantar pesas o arrojar una pelota, pero se fatigan pronto

10. Relaciona correctamente las columnas y acompleta el siguiente cuadro.

Músculos que mueven la mandíbula	Oblicuo interno	Comprime el abdomen y flexiona la columna vertebral.
	Intercostales internos	Su contracción tracciona las costillas adyacentes
Músculos que mueven la cabeza	Semiespinoso	Flexiona lateralmente y rota la cabeza hacia el mismo lado del músculo.
	Pterigoideo medial	Eleva y protruye (extiende) la mandíbula y la mueve de lado a lado.
Músculos del abdomen	Longísimo	Flexiona lateralmente y rotan la cabeza hacia el mismo lado de los músculos contraídos
Músculos ventilatorios	Pterigoideo lateral	Protruye la mandíbula, la deprime, como al abrir la boca.
	Oblicuo externo	Comprimen el abdomen y flexionan la columna vertebral

### Preguntas de razonamiento

Un boxeador a nivel amateur durante un sparing, ejecuto un golpe básico (Gab) el cuál tiene una trayectoria horizontal, y su función principal es marcar cierta distancia contra el rival. Que músculo torácico anterior utilizo para abducir y rotar hacia arriba la escapula y ejecutar este golpe con la técnica correcta? **Serrato anterior.**

Una persona que acostumbra salir a correr todas las mañanas, antes de comenzar su rutina calienta dinámicamente sus articulaciones: entre esos ejercicios realiza una extensión y flexión de la cabeza 10 veces, elevación y rotación de la escapula hacia abajo 10 veces. Que músculos torácicos posteriores ayudan a realizar estos movimientos, y explica por qué? **Todos.**

Una chica de 25 años, que pesa 61 kg y mide 1.64 cm, está a punto de comenzar una rutina para reafirmar y tonificar sus brazos, comienza con 15 a 20 repeticiones con mancuernas de 3 kg, flexionando y extendiendo el brazo en un Angulo de 90°. Que músculo auxiliar que mueve el humero ayuda a realizar este ejercicio? **Braquial Ancho.**

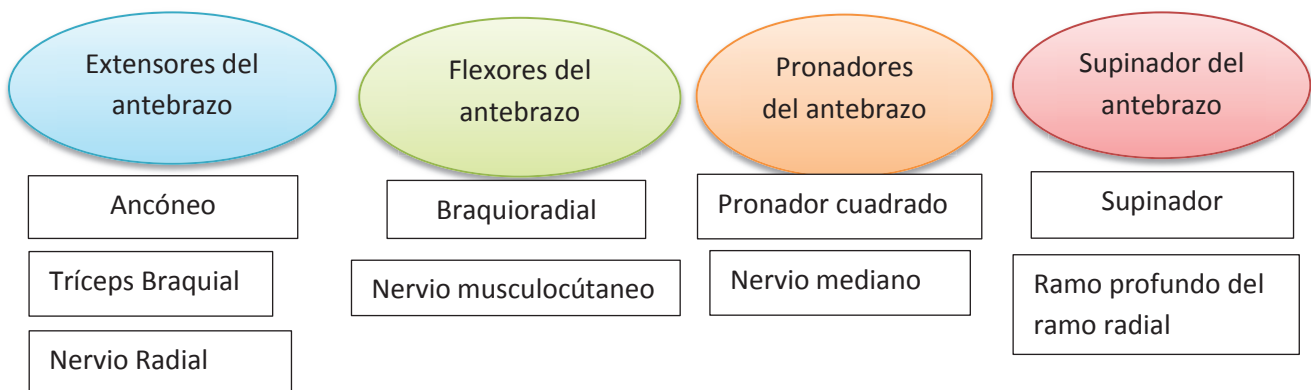
### 11. Músculos que mueven el húmero

Establezca la correspondencia

R= a) 3, b) 5, c) 2, d)1, e) 7, f) 4, g) 6.

### 12. Músculos que mueven el radio y el cubito

Une con una línea de colores dependiendo del color y el grupo que le corresponde a cada músculo y su inervación.



### 13. Músculos intrínsecos de la mano

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

1= F

2=V

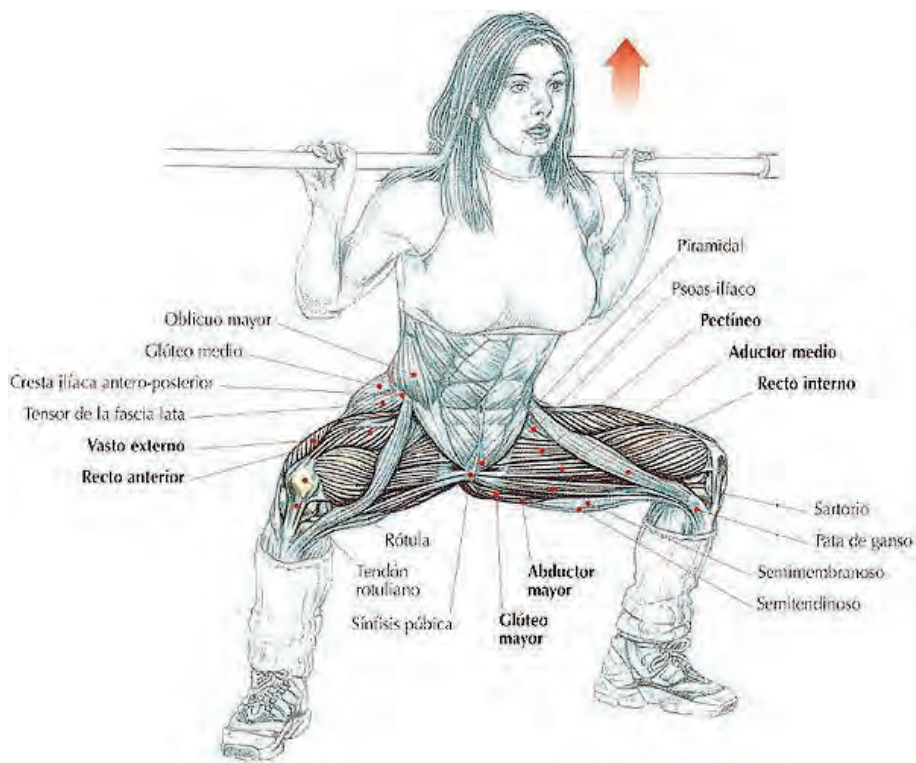
3=V

4=F

5=F

### 14. Músculos que mueven el fémur

En la siguiente imagen identifica que músculos que mueven el fémur se están ejercitando completando los espacios en blanco.



**15. Músculos que actúan sobre el fémur (hueso del muslo), la tibia y el peroné (Huesos de la pierna)** En las siguientes imágenes identifica que músculos se están ejercitando y a completa los espacios en blanco



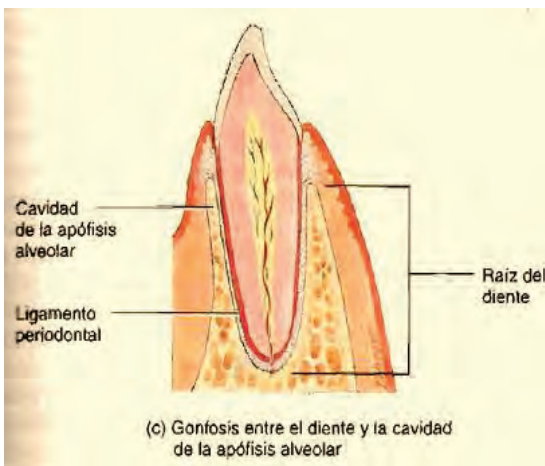
## RESPUESTAS DEL APARATO ARTICULAR

### 1. Sistema Articular

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

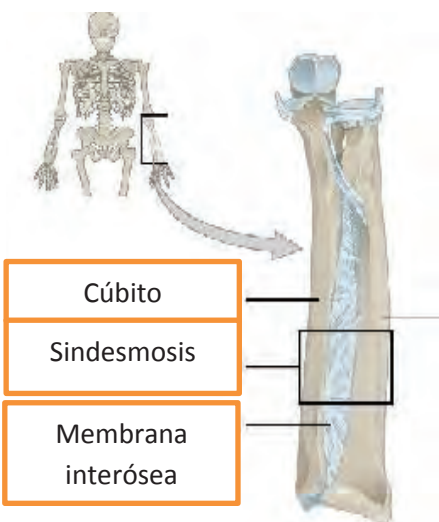
1. Falso
2. Verdadero
3. Verdadero

### 2. Clasificación funcional de las articulaciones Fibrosas



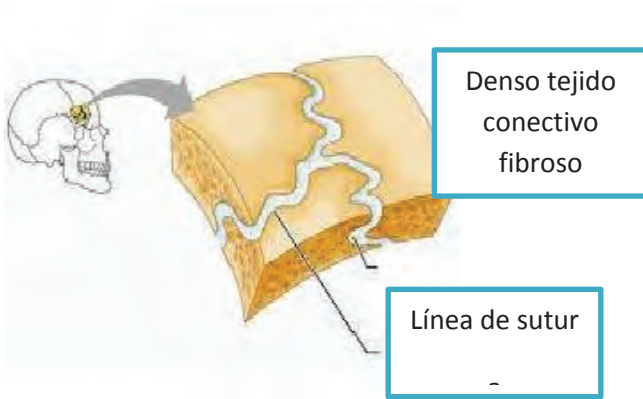
#### Gonfosis

Articulación inmóvil, son las articulaciones de los dientes con las cavidades alveolares del maxilar superior y la mandíbula.



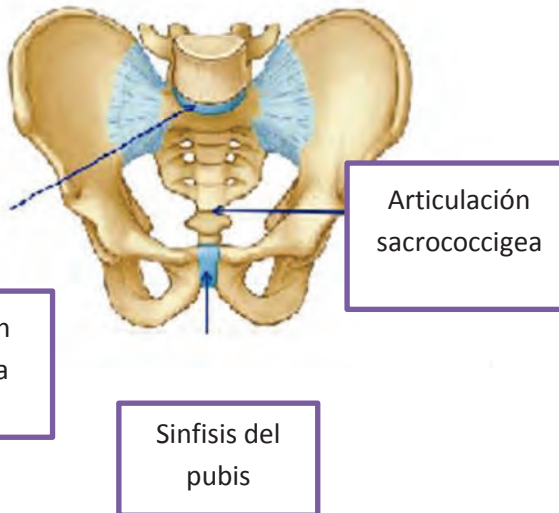
#### Sindesmosis

Articulación fibrosa en la que hay una mayor distancia entre los huesos



### Suturas

Las suturas se encuentran solo en los huesos del cráneo, proveen fuerza adicional y disminuyen las probabilidades de fracturas.



### Sínfisis

Es una articulación cartilaginosa en la cual los extremos de los huesos articulares están recubiertos por cartílago hialino. Todas las sínfisis están en línea media del cuerpo.

Articulación lumbosacra

### 3. Clasificación de las articulaciones cartilagosas.

Establezca la correspondencia

R= a) 1, b) 2, c) 1, d) 2, e) 1, f) 2.

### 4. Articulaciones Sinoviales

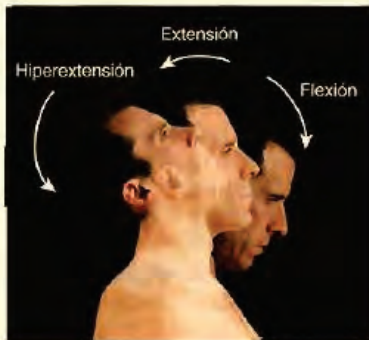
Establezca correspondencia, algunas opciones puede repetirse.

R= a) 8, b) 2, c) 5, d) 6, e)4, f) 7, g) 1, h)3, i) 3, j)5.

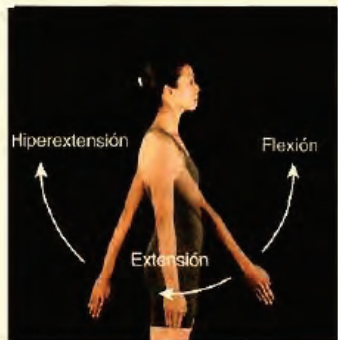
### Tipos de movimientos en las articulaciones sinoviales

**9-5 Movimientos angulares de articulaciones sinoviales: flexión, hiperextensión, extensión y flexión lateral.**

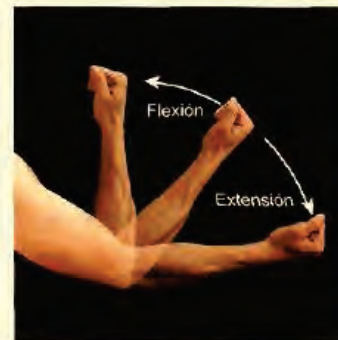
En los movimientos angulares, hay aumento o disminución en el ángulo entre los huesos articulares.



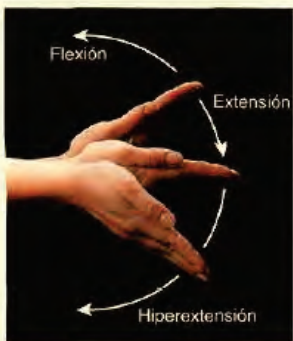
(a) Articulación atlantooccipital y articulaciones intervertebrales



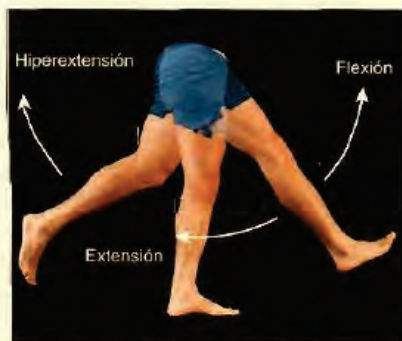
(b) Articulación del hombro



(c) Articulación del codo



(d) Articulación de la muñeca



(e) Articulación de la cadera



(f) Articulación de la rodilla

A completa los espacios que faltan en los siguientes esquemas, y con tus propias palabras describe los conceptos de Abducción y aducción

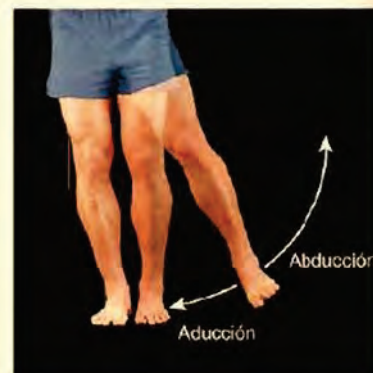
La abducción y la aducción usualmente se realizan en plano frontal.



(a) Articulación del hombro



(b) Articulación de la muñeca



(c) Articulación de la cadera



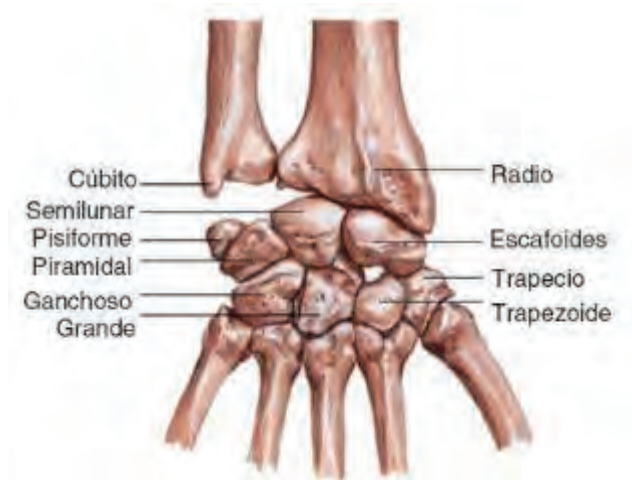
## Movimientos espaciales

Establezca relación

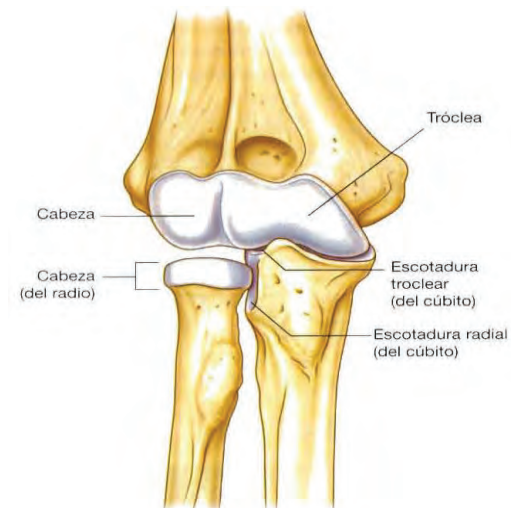
R= a)2, b)3, c)1, d)5, e) 7, f) 6, g) 4, h) 9, i) 8.

## Tipo de articulaciones Sinoviales

En las siguientes imágenes identifica y dibuja el tipo de articulación sinovial a la que pertenece cada una, tomando en cuenta la información anterior.



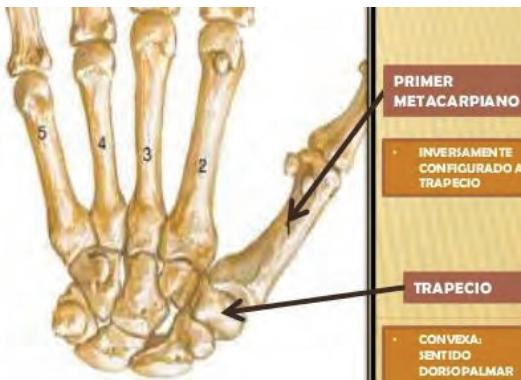
Articulación condílea elipsoidea entre el radio y los huesos escafoides y semilunar del carpo.



Articulación de pivote o trocoide de entre la cabeza del radio y la cavidad radial del cubito.



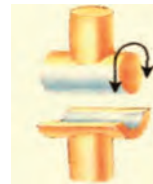
Articulación esferoidea entre la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso coxal



Articulación en silla de montar entre el trapezio del carpo y el primer metacarpiano.



Articulación en bisagra, permite el desplazamiento en torno a un eje transversal a la articulación, regula movimientos de extensión y flexión ejemplo articulación humerocubital.



## Hojas de Respuestas de la Unidad II

### HOJA DE RESPUESTAS DE LESIONES TENDINOSAS

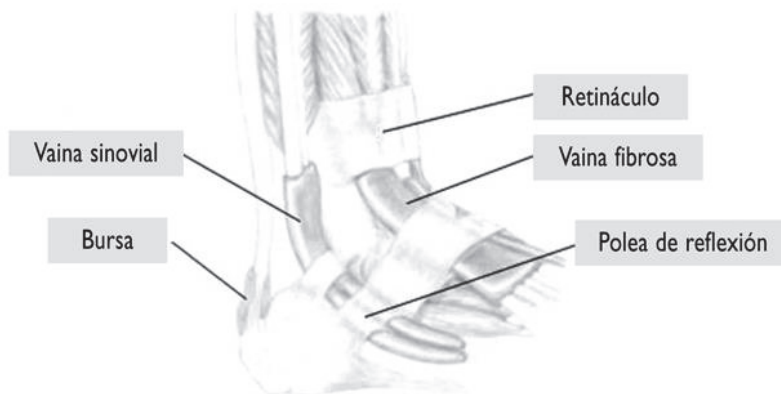
#### 1 Estructura y función de los tendones

A completa los siguientes enunciados.

1. Los tendones son estructuras anatómicas o nexos situados entre en músculo y el hueso cuya función es la, **de transmitir la fuerza generada por el primero al segundo**, dando lugar al movimiento articular.
2. Los tendones y ligamentos poseen tres zonas específicas en su longitud: 1) punto de unión músculo tendón se denomina unión miotendinosa (UMT); La unión tendón- hueso recibe el nombre **de unión osteotendinosa (OUT)**
3. Un tendón consta de células principalmente **de sostén** del tejido conectivo y sustancias **intracelular**.
4. La célula del tendón encargada de su mantenimiento es el **fibroblasto del tejido conectivo**, aunque por su situación muchos autores lo denominan **tenocito**

#### 2) Elemento extra tendinosos

En el siguiente esquema identifica los elementos extra tendinosos y escribe sus funciones.



**Las vainas fibrosas** son los conductos a través de los cuales los tendones se deslizan durante su recorrido. Están presentes en los tendones que tienen que recorrer un largo camino para alcanzar su punto de inserción, por ello, están sometidos a importantes fricciones.

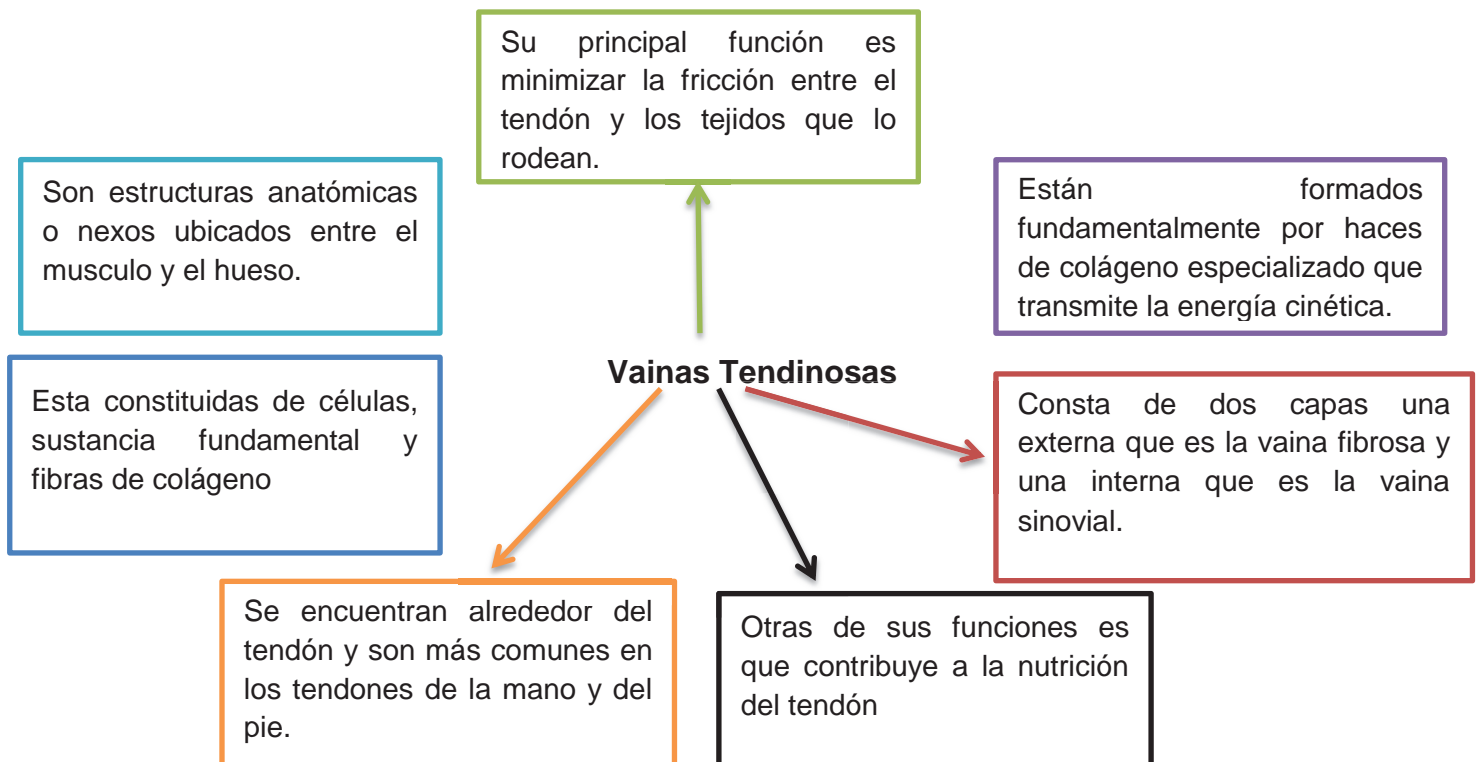
**Las poleas de reflexión** son refuerzos anatómicos de las vainas fibrosas localizados en los lugares curvos que se pueden encontrar en el curso del tendón. Su misión es mantener el tendón dentro del lecho por el que se desliza.

**Las vainas sinoviales** son túneles de acceso por los que los tendones acceden al hueso o a otras estructuras anatómicas que pueden causar fricción sobre el tendón. Su finalidad es minimizar dicha fricción. Más frecuentemente se las encuentra alrededor de los tendones de la mano y el pie.

Algunos tendones, como los que carecen de una vaina sinovial verdadera, disponen de una **vaina peritendinosa** o paratendón para reducir la fricción. Su función es permitir el libre movimiento del tendón contra los tejidos colindantes. Característicamente el tendón de Aquiles es un claro ejemplo en el que se puede observar el paratendón con finas membranas de deslizamiento. Cuando el paratendón contiene células sinoviales recibe el nombre de tendosinovial.

**Las bursas** (bolsas) constituyen el quinto tipo de estructura extratendinosa. Son pequeños sacos de líquido situados entre dos estructuras adyacentes- músculo, tendón o hueso-donde actúan amortiguadores, reduciendo la fricción el movimiento.

**Vainas tendinosas** Une con una flecha las características que corresponden a las vainas tendinosas.



### 3. Irrigación de los tendones

R= B) 1d, 2c, 3 a, 4e, 5 b.

#### Caso clínico (tendinitis aquilea)

1.R= Porque los tendones extensores, con un programa físico de entrenamiento parece aumentar su resistencia.

2.R= La escasa vascularización de la zona media del tendón, junto con la enfermedad inflamatoria y otros factores locales, favorece la rotura.

**Factores de riesgo**, paciente de 31 años, deportista desde muy temprana edad y actualmente corredor.

3.R= Vascular, porque hay existencia de paratendón.

4. **Los muñones del tendón presentan un puente fibroso.**

Se produce una orientación progresiva de los fibroblastos y de las fibras de colágeno de forma paralela al eje del tendón como resultado de la carga.

El crecimiento y la migración de las fibras entre los muñones del tendón se orientan perpendicularmente al eje del tendón.

5.R= Conjunto de lesiones traumáticas e inflamatorias de los tendones.

6.R= Intrínseco, ya que la edad deja huella en el tendón produciendo cambios histoquímicas que van a favorecer la patología inflamatoria degenerativa. En el caso del paciente es un deportista que empezó a temprana edad y continúa ejercitándose.

7. **a)** En la zona de inserción, por el exceso de tracción sobre la inserción osteotendinosa.

8. **b) Estadio II:** El dolor aumenta durante la práctica del ejercicio.

**9.a) Porque se puede visualizar calcificaciones sobre las estructuras tendinosas o d) Porque pueden visualizarse cambios óseos en las zonas de inserción.**

10. 1) Se debe comenzar con reposo del musculo tendinoso afectado, entre 2 o 4 semanas.

## HOJA DE RESPUESTAS LESIONES LIGAMENTARIAS

### 1. Anatomía de los ligamentos

Escribe al finalizar cada afirmación F si es falsa, V si es verdadera

- 1) V
- 2) F
- 3) F
- 4) F
- 5) V
- 6) F
- 7) V

### 2. Estructura colágena

Contesta las siguientes preguntas de opción múltiple:

- 1.C) 2/3 de agua y un 1/ 3 de matriz orgánica.
- 2.A) Síntesis y degradación de la materia orgánica manteniendo un estado estable de la matriz estructural del ligamento maduro que a su vez aporta la capacidad de soportar carga.
- 3.C) Mantiene el proceso continuado de síntesis y reparación de la matriz.
- 4.A) Consideran al sistema gamma como un sistema neuronal de integración premotor, modulado por vías descendentes e informaciones recibidas desde receptores musculares y ligamentarios- Johansson y Cols.

### Caso clínico

#### Lesiones ligamentarias

- 1) **Insecciones Diectas.**
- 2) **Región de alta rigidez:** Es la fase de deformación plástica que precede a la ruptura, en esta fase se presenta un cierto número de ondulaciones. Es lo que explica que se agrupe bajo termino de esguince a todos los grados de lesiones ligamentarias desde la simple elongación hasta la ruptura total.
- 3) **C) Restricción de los movimientos anormales.**
- 4) **A) Es similar a cualquier tejido vascularizado. Aparece una proliferación de células, con síntesis de una matriz extracelular y finalmente, remodelación de tejido de reparación.**

5) **B)** Es una lesión dolorosa traumática de una articulación, provocada por el alargamiento violento de los ligamentos con o sin rotura de estos.

6.3) La mayoría de estos esguinces también curan en tres o cuatro semanas, si las estructuras lesionadas no son sometidas a una carga a un estiramiento excesivo.

4) Rotura parcial de la capsula y de los ligamentos.

7)

<p><b>ESGUINCE GRADO I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AINES.</li> <li>▪ Frío local de 15 a 20 min dos veces al día.</li> <li>▪ Vendaje adhesivo durante 10 a 12 días.</li> <li>▪ Fisioterapia movilización precoz de la articulación tibioastragalina y de las articulaciones vecinas.</li> <li>▪ En condiciones normales reincorporación a la actividad deportiva en 10 a 15 días.</li> </ul>	<p><b>ESGUINCE GRADO III</b></p> <p>En el tratamiento de este tipo de lesiones existen dos posibilidades:</p> <p><b>Tratamiento quirúrgico</b></p> <p>Debe continuarse con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inmovilización con vata de yeso durante 6 semanas, no autorizándose la carga hasta las tres semanas.</li> <li>▪ Fioterapia.</li> </ul> <p><b>Tratamiento ortopédico:</b></p> <p>Se aplica al resto de los casos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inmovilización con bota de yeso, con pie en ángulo recto y ligera pronación, durante 6 semanas (heparina de bajo peso molecular).</li> <li>▪ Se autoriza el apoyo a los 8 a 10 días.</li> <li>▪ Una vez retirado el yeso, se debe el programar de recuperación funcional.</li> </ul>
<p><b>ESGUINCE GRADO II</b></p> <p><b>Fase inicial (10-12 días)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descarga con dos bastones.</li> <li>▪ Inmovilización: férula posterior almohadilla con el tobillo en eversión (heparina de bajo peso molecular).</li> <li>▪ AINES.</li> </ul> <p><b>Segunda fase.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando disminuya el edema y el dolor se sustituye la férula por un vendaje adhesivo funcional (strapping).</li> <li>▪ Inicio progresivo de carga prescindiendo de los bastones.</li> <li>▪ Fisioterapia: movilización progresiva de las articulaciones de la zona y reducción propioceptiva.</li> <li>▪ La reincorporación al deporte, con la protección de un vendaje, se realizara pasado los 45 días.</li> </ul>	

## HOJA DE RESPUESTA LESIONES ÓSEAS

### 1. Tipos de tejido óseo

Establezca relación

R= a) 3, b) 1,c) 4, d)2.

2. Coloca una V si es verdadero o una F si es falso las siguientes afirmaciones:

- 1) F
- 2) V
- 3) V
- 4) F
- 5) V
- 6) F
- 7) V

### 3. Biología Ósea

Ordena correctamente la formación ósea

R= 2) 1c, 2 a, 3 b, 4 e, 5d.

4) La placa de crecimiento está formada por varias zonas las cuales son:

R= b)

### 5. Metabolismo Óseo

Identifica las características de los principales reguladores del tejido óseo, y únelas correctamente.

Hormona  
paratiroidea

8

Calcitonina

7-4

Fosforo

1-6

Vitamina D

2-5

Calcio

3-9

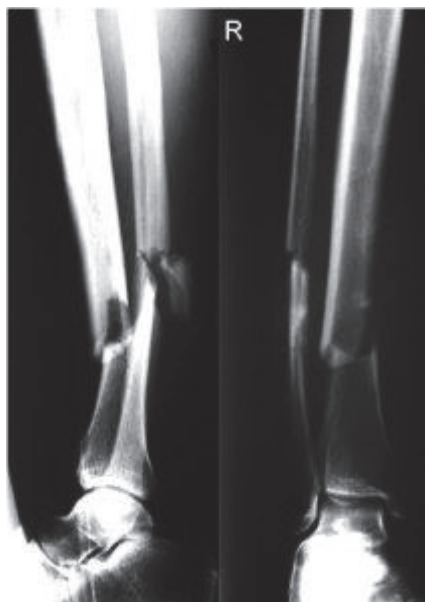
### CASO CLINICO

1. R=Directa: Ya que el agente actúa sobre el lugar de la fractura.

2. D) Fracturas habituales



3.



Completa por su solución de continuidad afecta a todo el espesor del hueso

f) Conminutas

Fundamentación: Ya que se observa más de dos fragmentos. Están producida por traumatismos de alta intensidad, con afectación en un alto porcentaje de partes blandas (músculos, nervios y vasos)

#### 4. d) Tipo II

Tipo	Dimensión	Contaminación	Conminución
II	3cm	Moderada	moderada

5. R=Chica de 18 años, es aficionada a la escalada. Hace tan solo dos meses estaba escalando sobre hielo en el Picón de Jerez. Tras un fallo técnico en las cuerdas de seguridad, cayó al vacío perpendicularmente al suelo desde tres metros de altura, el impacto provocó la fractura distal del peroné y la tibia. Además de quemaduras superficiales provocadas por la fricción con el hielo: en la cara, extremidad superior y tronco.

#### Síntomas:

- Fuerte dolor.
- Incapacidad: andar, mover pierna o soportar peso.
- Deformidad e hinchazón.
- Desgarro cutáneo de 3 cm de dimensión en el lugar de la fractura. Pérdida de sensibilidad debido a que hay nervios afectados.

6. R= a) **Presenta edema generalizado y derrame localizado en arco plantar interno. Fóvea localizada en retináculo de flexores y región retromaleolar externa.**

7. R=Lo ideal sería realizar una radiografía tanto Anteroposterior (**AP**) como una proyección lateral (**L**) contratadas sobre el punto del dolor, incluyendo las articulaciones proximal y distal al foco.

8. R=d) el inciso b y c son correctos.

9. R=Reducción abierta: Se accede al foco de forma quirúrgica, y se manipulan directamente los fragmentos hasta conseguir una buena reducción.

10. R=c) **Tracción trasósea.**

11. D) Ante la necesidad de la movilización precoz del paciente.

12. R= **A)** Los incisos a y b son correctos

Fundamentación: Ya que consistió en la colocación de clavos y un elemento de fijación que hizo que los fragmentos fracturados se compriman entre sí.



13. R=00046- 00044-00028-00004-00205-00040-00088-00085-00132-00204.

## HOJA DE RESPUESTAS DE LESIONES MUSCULARES

### Caso clínico

1. **Directa**, ya que los agentes traumatizantes que actúan sobre el tejido muscular producen contusiones musculares, esguinces etc.

2. **b) Formación de sarcoblastos.**

3.

Clasificación	O'Donoghue 1962	Ryan 1969	Takebayashi 1995, Peetrons 2002 (basada en ultrasonido)	Stoller 2007 (basada en RM)
<b>Grado II</b>	El daño tisular, la fuerza de la unidad musculotendinosa reducida, alguna función residual.	Lágrima de un número moderado de fibras, fascia restante intacta	La rotura parcial: rotura de fibra focal más del 5% de los músculos implicados con/sin lesión de la fascia.	MRI positivo con ligamento hasta el 50% de las fibras musculares. Posible hiperintensa defecto focal y la retracción parcial de las fibras musculares.

4. Conforme a la clasificación de los **trastornos musculares agudos y lesionales**: Encierra en el siguiente cuadro al tipo de lesión que pertenece el caso clínico y fundamenta tu respuesta.

<b>B. Muscular indirecta</b> <b>Trastorno/Lesión</b>	Trastorno muscular funcional	Tipo1: Trastorno muscular relacionada a esfuerzo excesivo	Tipo 1 A: trastorno muscular inducido por fatiga
		Tipo2: Trastorno muscular y neuromuscular	Tipo 1B: el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) Tipo 2 A: trastorno neuromuscular relacionado con la medula espinal

			Tipo 2B : Trastorno neuromuscular relacionado con el músculo
	Lesión muscular estructural	Tipo 3: rotura muscular parcial	Tipo 3 A: desgarro muscular parcial menor
	Lesión muscular estructural.	Tipo 4: (sub)desgarro total	Tipo 3 B: desgarro muscular parcial moderado
			Desgarro muscular subtotal o total
			Avulsión tendinosa
<b>B) Lesión muscular directa</b>		Contusión	
		Laceración	

5. Con forme a la **clasificación integral de la lesión muscular**, A completa el siguiente cuadro, con los datos del caso clínico.

Tipo	Clasificación	Definición	Síntomas	Signos clínicos	Ubicación	Ultrasonido/MRI
3B	Desgarro muscular parcial moderado	Ruptura con un diámetro de más de un fascículo.	Dolor agudo punzante, la ruptura a menudo se nota en el momento de la lesión. A menudo experimenta un chasquido seguido por un repentino dolor localizado.	Bien definido por dolor localizado. Defecto palpable en la estructura muscular, a menudo hematoma, lesión fascial. Agravación del dolor por estiramiento.	Principalmente unión músculo-tendón.	Positivo para la interrupción significativa de fibras, probablemente incluyendo algunos de retracción. Con la lesión de la fascia y el hematoma intramuscular

6. **b)** Es el examen de elección en el diagnóstico de las lesiones musculares agudas. Son múltiples sus ventajas: no producen irradiación al paciente, pudiéndose repetir y comparar con el lado sano. También permite hacer un estudio cinético, contrayendo el músculo.

7.c) Falta de reabsorción del coagulo este se encapsula pasando a una fase liquida fluctuante. Macroscópicamente, se aprecia una bolsa liquida rodeada por una zona de esclerosis.

8. a) Seudoquiste.

## HOJA DE RESPUESTAS DE LESIONES ARTICULARES

### Caso clínico

- 1) Lesión Articular
- 2) **Cierto.**
- 3) **a)** Zona superficial.
- 4) **a)** Contusión directa
- 5) **a)** Lesión condral
- 6) **c)** Formados exclusivamente por cartílago son raros. La mayoría de las veces están formados por restos de fragmentos osteocartilaginosos. La causa más frecuente es la osteocondritis disecante, que pertenece al grupo de las necrosis avasculares.
- 7) Lesión del cartílago articular que es provocada por la intensidad o la frecuencia de carga que excede o queda por debajo de los niveles necesarios esto altera el equilibrio de los procesos de síntesis y degradación, y pueden ocurrir cambios en la composición y estructura del cartílago.
- 8) **A)**
- 9) **A)** Hematíes, b) leucocitos, e) mucina.
- 10) **a)** Nos permite evaluar la lesión condral, y muchas veces realiza gestos terapéuticos.

## Hojas de Respuestas de la Unidad III

### CINESITERAPIA

1) 1-3-5-6-7

2)

<b>Tipo</b>	<b>Definición</b>	<b>Ejemplo de las terapias</b>
<b>Cinesiterapia pasiva</b>	Conjunto de técnicas terapéuticas aplicadas pasivamente a las estructuras afectadas y destinadas generalmente a tratar las consecuencias de las lesiones.	Inmovilizaciones tisulares, inmovilizaciones articulares, tracciones y posturas articulares
<b>Cinesiterapia activa</b>	Puesta en juego de la actividad de las fibras musculares contráctiles del sujeto en forma analítica o global, voluntaria o automático-refleja, utilizando esta actividad con fines terapéuticos locales, regionales o generales.	Circuitos, Ejercicios propioceptivos,

3)



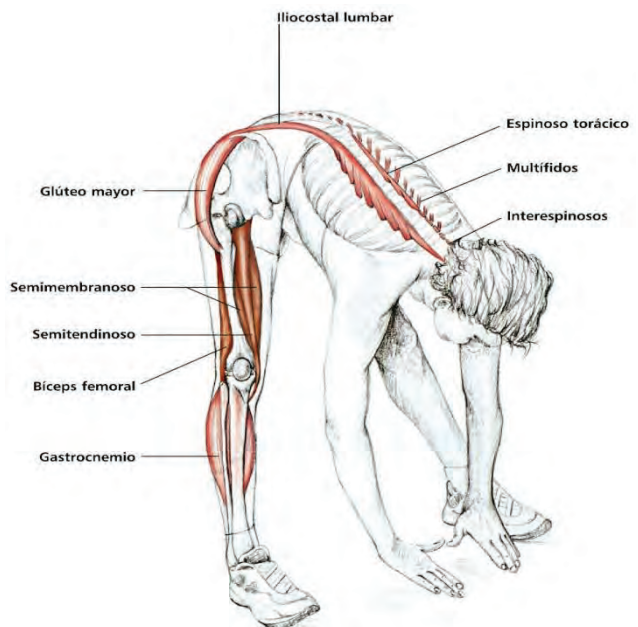
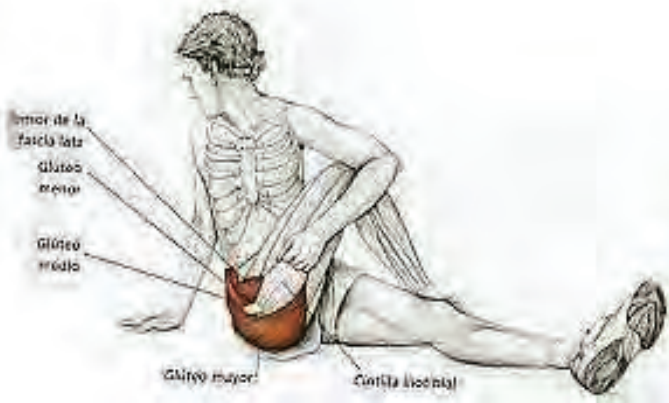
### Movilización activa analítica

Es la realizada en la zona concreta tratada, individualizándose del resto.



### Movilización activa global

En esta se van a poner en marcha varias articulaciones y músculos o grupos musculares para realizar una determinada actividad o función.







7) En la siguiente imagen escribe los principios que debe de seguir toda modalidad de ejercicio de rehabilitación.

Mantener una postura cómoda que conlleva la menor tensión posible

Realizar todos los movimientos con precisión y uniformidad.

Estabilizar firmemente las articulaciones próximas a la parte del cuerpo lesionada cuando se esté ejercitando un segmento corporal.

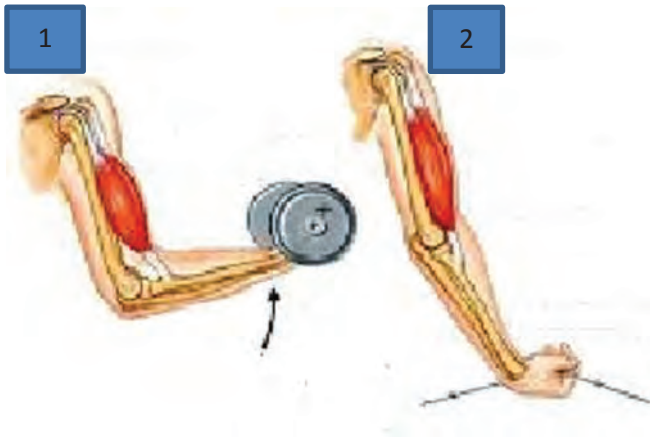
8)

Fase	Objetivo	Intervenciones
Fase de ejercicio posquirúrgico o fase de	Es evitar la atrofia y asegurar un regreso a la competición deportiva lo	La parte corporal que ha sido reparada quirúrgicamente se inmoviliza.

<b>lesión aguda (fase I)</b>	más rápido posible	Se utilizan estiramientos musculares o ejercicios isométricos para mantener la fuerza muscular en el resto del cuerpo. Ejercitar suavemente las articulaciones suprayacentes y subyacentes a la parte corporal inmovilizada.
<b>Fase de ejercicios precoz (fase 2)</b>	Restablecer la contracción muscular completa sin dolor y mantener la fuerza de los músculos que rodean la parte corporal inmovilizada.	Se continúa el estiramiento muscular. Se pueden añadir ejercicios isométricos contra resistencia. Las articulaciones cercanas a la lesión se mantienen en buenas condiciones mediante ejercicios de fortalecimiento y movilidad.
<b>Fase de ejercicios intermedio (fase 3)</b>	Desarrollar hasta el 50% de la amplitud de movimientos y el 50% de la fuerza. Restablecer la coordinación y la propiocepción neuromuscular a niveles casi normales.	Ejercicios de propiocepción, circuitos que incluyan coordinación pero no velocidad, tomando en cuenta los episodios de dolor por sobreesfuerzo e inflamación si esto sucede debemos parar por completo la sesión de entrenamiento.
<b>Fase de ejercicio avanzado (fase 4)</b>	Restablecer como mínimo el 90% de la amplitud de movimientos y de la fuerza del paciente. Reacondicionamiento para su vuelta al deporte	Realizar ejercicios de flexibilidad, resistencia, velocidad, propiocepción y la agilidad de la parte lesionada, así como las de todo su cuerpo.
<b>Fase de reincorporación inicial al deporte (fase 5)</b>	El regreso a la competición deportiva. Es importante que el paciente proceda de forma gradual y evite trabajar en exceso	Establecer rutinas para aumentar la masa muscular, para recuperar por completo la amplitud de movimientos corporales la fuerza y la coordinación, así como su preparación psicológica.

9) a) 3, b) 4, c) 1, d) 2.

10)



- 1) Es Isotónica el musculo se contrae y se acorta.
- 2) Es Isométrica el musculo se contrae pero no se acorta.

11. En la siguiente imagen colorea el porcentaje de musculatura que se trabaja



Colorea cada región de los siguientes colores:

- Local.
- Regional.
- Global.

terapéutico

12. Indica a que tipo de ejercicio terapéutico pertenece cada imagen.

- **Ejercicio libre o gimnástico** = Imagen 2
- **Isotónicos** = Imagen 3
- **Isométrico** = Imagen 9
- **Trabajo con resistencias manuales**= Imagen 1 y 4
- **Pliométrico**= Imagen 5 y 6
- **Movilidad articular y flexibilidad**= Imagen 7 y 8

### 13. Ejercicios musculares isométricos

Programa	Definición	Ventajas :
Días de entrenamiento: Tres días a la semana	Técnicas fortalecimiento muscular	de Fortalecimiento de distintos puntos del recorrido articular de un músculo determinado. en

<p><b>Repeticiones:</b> De 6 a 8 repeticiones con contracciones isométricas máximas</p>	<p>posiciones fijas, es decir aumenta la tensión desarrollada en el músculo sin que esto se traduzca en acortamiento de sus extremos.</p>	<p>Es beneficioso en caso de dolor al movimiento, puesto que en este tipo de trabajo no hay desplazamiento y por ello no se produce dolor ni estrés articular. Aumenta la fuerza muscular estática, algo muy importante en ciertos musculo cuyo papel fundamental es estabilizador.</p>
<p><b>Duración:</b> De las contracciones 6 segundos.</p>	<p><b>Objetivo:</b> Dar estabilidad en la articulación o articulaciones involucradas</p>	<p><b>Desventajas:</b> No permite el mantenimiento del esquema espacial que se obtiene con el desplazamiento de los diferentes segmentos corporales. Limita mucho la funcionalidad del músculo utilizado como único método de fortalecimiento.</p>

### Ejercicios musculares isotónicos (dinámicos)

Programa	Definición	Ventajas :
<p>Días de entrenamiento: Dos veces por semana</p> <p>Repeticiones: 4 a 5</p>	<p>Técnicas de tensión constante, es decir varia la tensión interna del músculo y permanece constante la resistencia aplicada.</p>	<p>Aumentar la fuerza. Incrementar la masa muscular. Favorecer la actividad motora.</p>
<p><b>Duración:</b> 5 a 8 segundos</p>	<p><b>Objetivo:</b> Incrementar el riego sanguíneo en la musculatura</p>	<p><b>Desventajas:</b> Si se produce un fallo muscular repentino, la caída de la carga puede provocar lesiones. No desarrolla al máximo el reclutamiento muscular puesto que el momento resistente no es máximo en todo el recorrido articular.</p>

## Trabajo con ejercicios isocinéticos

Programa	Definición	Ventajas :
<p>Días de entrenamiento: 2 a 3 por semana</p> <p>Repeticiones 2 a 3</p>	<p>Son aquellos que se realizan a una velocidad constante, previamente establecida, y contra una resistencia variable, que se va acomodando, a lo largo de todo el recorrido articular.</p> <p><b>Objetivo:</b> Ofrecer una resistencia adaptada a la fuerza desarrollada por el músculo.</p>	<p>Posibilita el trabajo a diferentes velocidades de una forma controlada.</p> <p>Poca probabilidad de producir lesiones.</p> <p>Posibilita trabajar con los tres tipos de contracciones: estáticas, concéntricas, y excéntricas.</p> <p><b>Desventajas:</b> Costo elevado del equipo.</p> <p>Aunque se va a trabajar con velocidades rápidas de hasta 500 gramos/segundo, éstas están lejos de las altas velocidades que se pueden alcanzar en el cuerpo humano, ej 1,200 gramos/segundos en carrera.</p>

## Trabajos con resistencias manuales

Programa	Definición	Ventajas :
<p>Días de entrenamiento:</p> <p>Repeticiones 3 a 4</p> <p>Duración 5 a 10 segundos</p>	<p>Son ejercicios donde el paciente trabaja contra resistencia que le opone un compañero o el colaborador</p> <p><b>Objetivo:</b> Adaptación</p>	<p><b>Ventajas :</b> Favorece la propiocepción y la fuerza funcional, ya que la resistencia ofrecida por el compañero se va a adaptar a las posibilidades del deportista.</p> <p>Es difícil la producción de lesiones, puesto que el colaborador va estar atento a ello.</p> <p>Se elimina la inercia.</p> <p><b>Desventajas:</b> Imposibilidad de cuantificar la fuerza que realiza el músculo o grupo muscular en cada momento, aunque</p>

lo que busca es que trabaje siempre el máximo de sus posibilidades.

La fatiga o el estado de ánimo del colaborador son factores que pueden influir negativamente en el desarrollo de este método de fortalecimiento.

## Hojas de Respuestas

### TRIVIA

- 1) **A)** Aliviar el dolor.
- 2) **B)** Al añadir agua tiene lugar una reacción exotérmica.
- 3) **B)** Vendas de tamaño apropiado, sumergir de 3 a 5 segundos en el agua. Retirar la venda sujetando los extremos y se exprime suavemente, no extraer demasiada agua. El yeso se coloca trasversal con respecto al eje mayor del miembro.
- 4) **A)** Permite la expansión ocasionada por la tumefacción e inflamación de los tejidos blandos sin causar problemas de tipo compresivo.
- 5) El inciso **a** y **c** son correctos

**Relaciona esta tormenta de ideas con las características de la fractura que le corresponde:**

1. Fracturas de los metacarpianos 2° al 5°- Estas fracturas se pueden tratar con el yeso de Zancolli.
2. Fracturas del primer metacarpiano- Fractura Bennet y Fractura Rolando. Se inmovilizan mediante un yeso corto del brazo al pulgar, con la articulación trapeciometacarpiana en flexión y el pulgar en oposición.
3. Fracturas del antebrazo- las fracturas no desplazadas se pueden tratar con yeso braquiopalmar.
4. Fracturas de la cabeza radial- Estas fracturas cuando no están desplazadas se tratan con férula dorsal.
5. Fracturas diafisarias del húmero- Se inmovilizan con una férula en "U" de Bohler.
6. Fracturas del húmero proximal- La mayoría pueden tratarse con vendaje de Velpeau.
7. Fracturas de clavícula- Se utilizan habitualmente vendaje en ocho.

### 1) Inmovilización del miembro inferior.

## • Inmovilización de Miembro Inferior

**Bota Suropédica**



**Inguinopédica**



**Espica Pélvica**

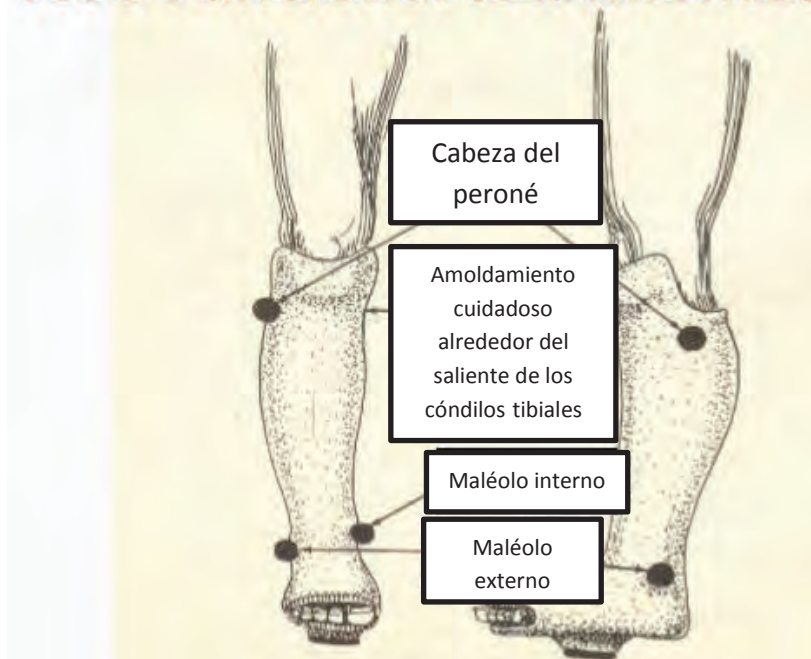


**Inguinomaleolar**



## 2. Tratamiento funcional de las fracturas

### Yeso Funcional (Sarmiento)





### 3. Vendajes funcionales

Tipos	Objetivos	Función
Articulaciones músculo tendinosas	Preventivo Terapéutico Rehabilitación	Descarga Estabilización Soporte psicológico Compresión Sostén Antiálgico.

4.b) Vendaje preventivo.

5.c) Vendaje rehabilitador

6. **Mecánicas** (Sostén, Descarga, Estabilización, Compresión. **Genéricas** (Soporte Psicológico y Antiálgico- Antiflogístico)

7.a) Prevención.

8.b) Elongación y distensión muscular.

9.c) Tendinopatías.

10. Hipoalergénico – Poroso – Resistente – Fácil de romper – Buena adhesividad

## HOJA DE RESPUESTA DE ELECTROTERAPIA

### Bases básicas

- 1) a) Piel y tejido graso.
- 2) b) Inducción.
- 3) b) Ley de Coulomb.
- 4) A) Voltaje c) Amper.
- 1) a)  $V = I \cdot R$  ó  $I = V / R$ .
- 2) b) Joule:  $ET = P \cdot t$  o  $ET = I^2 \cdot R \cdot t$ . La unidad de esta energía es el julio (J).
- 3) a) 2, b) 4, c) 3, d) 1, e) 5.
- 4)



Corriente galvánica continua



Corriente de baja frecuencia



Corriente de media frecuencia



Corriente de alta frecuencia

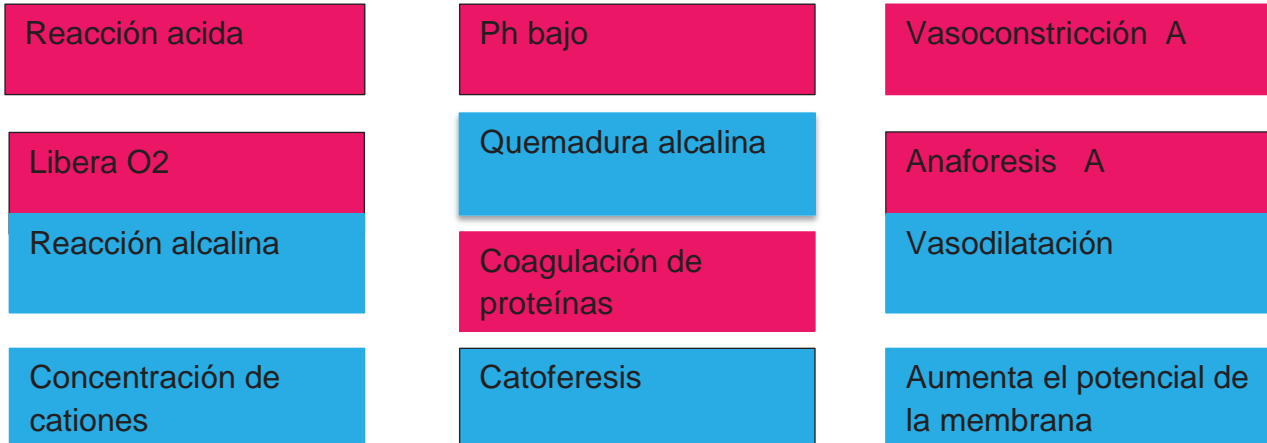
### Clasificación según la forma de corriente

- 5) c) Corriente interrumpida monofásica.

- 6) b) Corrientes continuas alternas.
- 7) a) Corrientes interrumpidas alternas.

**Bases químicas**

- 8) A) Vasoconstricción, coagulación y crea hipoestasia en la zona de la lesión.
- 9)



15) Dosis máxima recomendada de 1 Ma7cm2 del electrodo activo.

Los electrodos deben de ser de distinto tamaño, siendo el activo el pequeño.

Zona de la lesión

- 16) b) La introducción de un principio activo mediante la corriente eléctrica, generalmente una corriente galvánica o interrumpida.

17)

Grupo Farmacológico	Nombre del medicamento
Vasodilatadores	Histamina, sulfato de magnesio
Vasoconstrictores	Adrenalina, fosfato de epinefrina.
Anestésicos locales	Procaína, novocaína, lidocaína.

Antiinflamatorios	Alfaquimotripsina, naproxeno, orgoteína, hidrocortisona, salicilato sódico, fenilbutazona, indometacina.
Fibrinolíticos	Yoduro potásico, cloruro sódico
Analgésicos	Cloruro cálcico, salicilato sódico, fenilbutazona, indoetacina.

18)b) Dolor por estímulos químicos, dolor por espasmo o contractura muscular.

14)b) Corriente de Trabert o Ultra- Reíz.

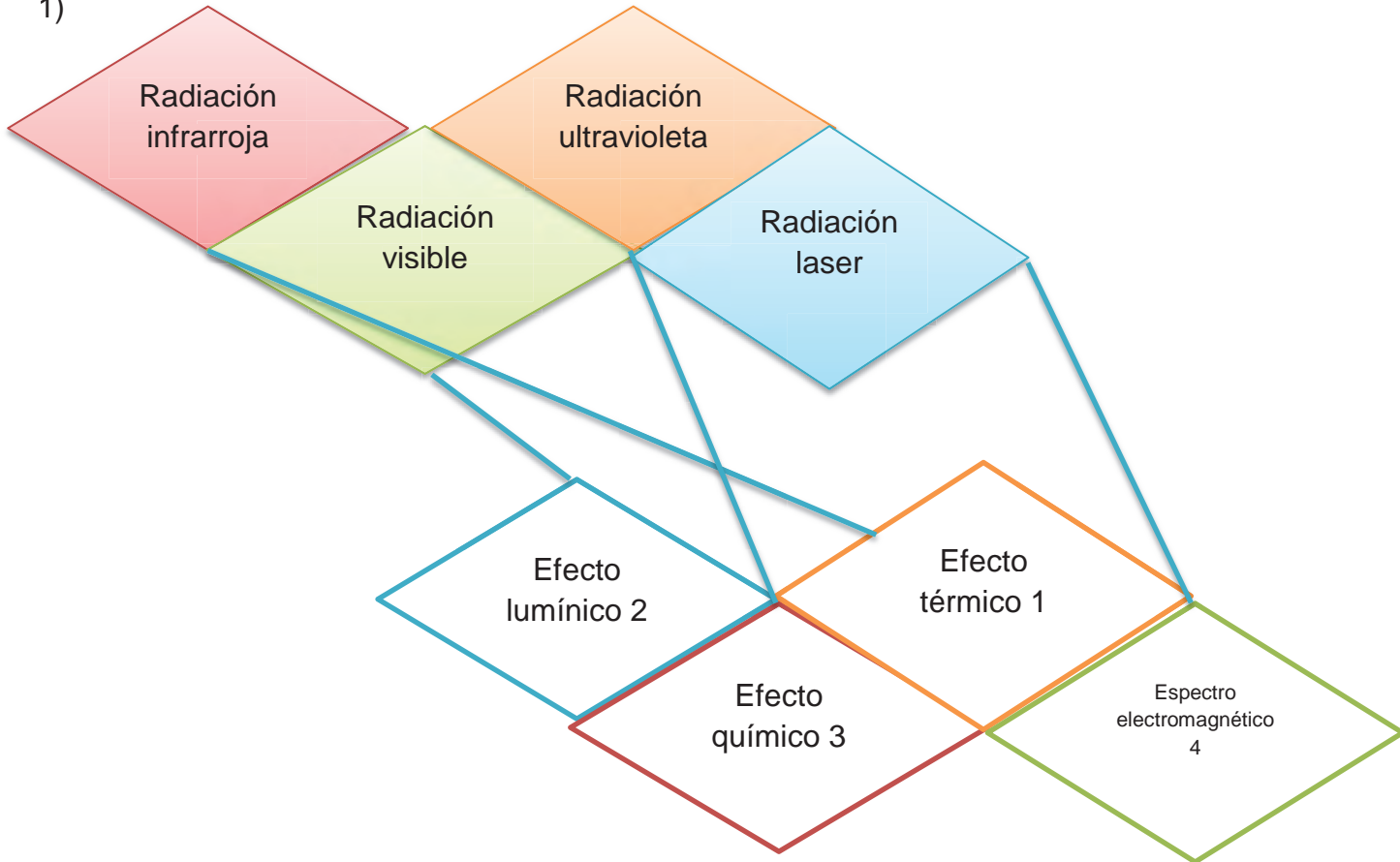
15)a) TENS.

16)b) TENS DE FRECUENCIA BAJA Y AMPLITUD ALTA.

17)c) Corriente para lograr un estímulo motor

## HOJA DE RESPUESTA DE FOTOTERAPIA Y ULTRASONIDO

1)

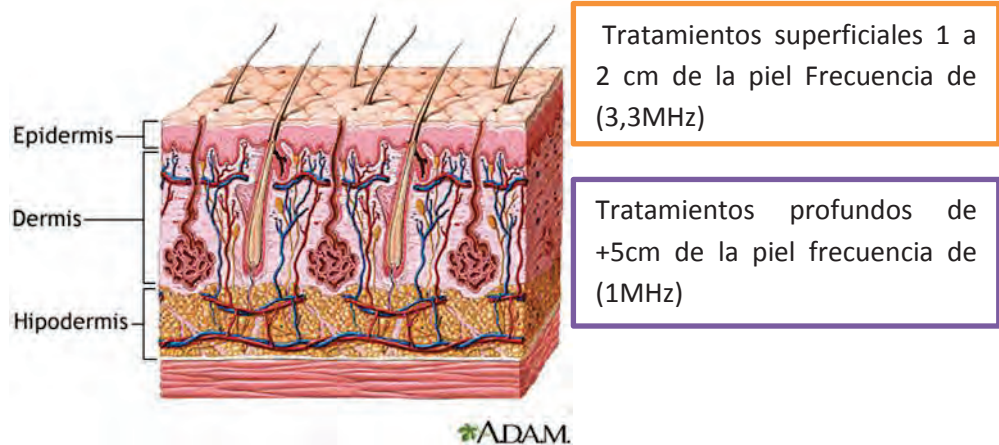


2) **Infrarrojas distales o de onda larga:** de 10.000 a 1.500nm. Son emitidos por todos los cuerpos calientes a temperaturas no muy altas y tienen poco poder de penetración.

**Infrarrojas proximales o de onda corta:** de 1.500 a 760 nm. Se emiten a temperaturas más elevadas y tienen mayor poder de penetración, llegando incluso a vasos y terminaciones nerviosas.

3. a) Helioterapia (luz solar)
4. Imagen 1=Radiación Infrarroja      Imagen 2= Radiación ultravioleta
5. 1) El tiempo de duración, se determinará, junto a la intensidad, y el efecto deseado.
6. 1) b, 2) d, 3) a, 4) c.
7. A) En estados postraumáticos, tomando en cuenta que la aplicación se debe realizar en la fase postaguda.
8. C) Ultravioleta tipo B (UVB).

9. 1) Posee acción bactericida. 3) Formación de vitamina D.4) Su principal fuente es la natural a través del sol.6) Posee un efecto sobre el metabolismo Fosfo-calcio.
10. 1) Láser de alta potencia / (dermatología, cirugía etc.) 2) para el alivio del dolor agudo y crónico.
11. 1) Aumento de la replicación del DNA. 3) Elevación de los niveles sanguíneos del cortisol, con lo que se favorece su efecto antiinflamatorio. 5) Efectos bactericidas y proliferación microvascular, así como estímulo de la reparación del tejido óseo.
12. Imagen 3 y 4.
13. 1) c, 2) a, 3) b, 4) e, 5) f, 6) d.
14. Cierto
15. 1) GaAS- 2) HeNe
16. Imagen 1,2 y 3.
17. D) El inciso B y C son correctos.
- 18.



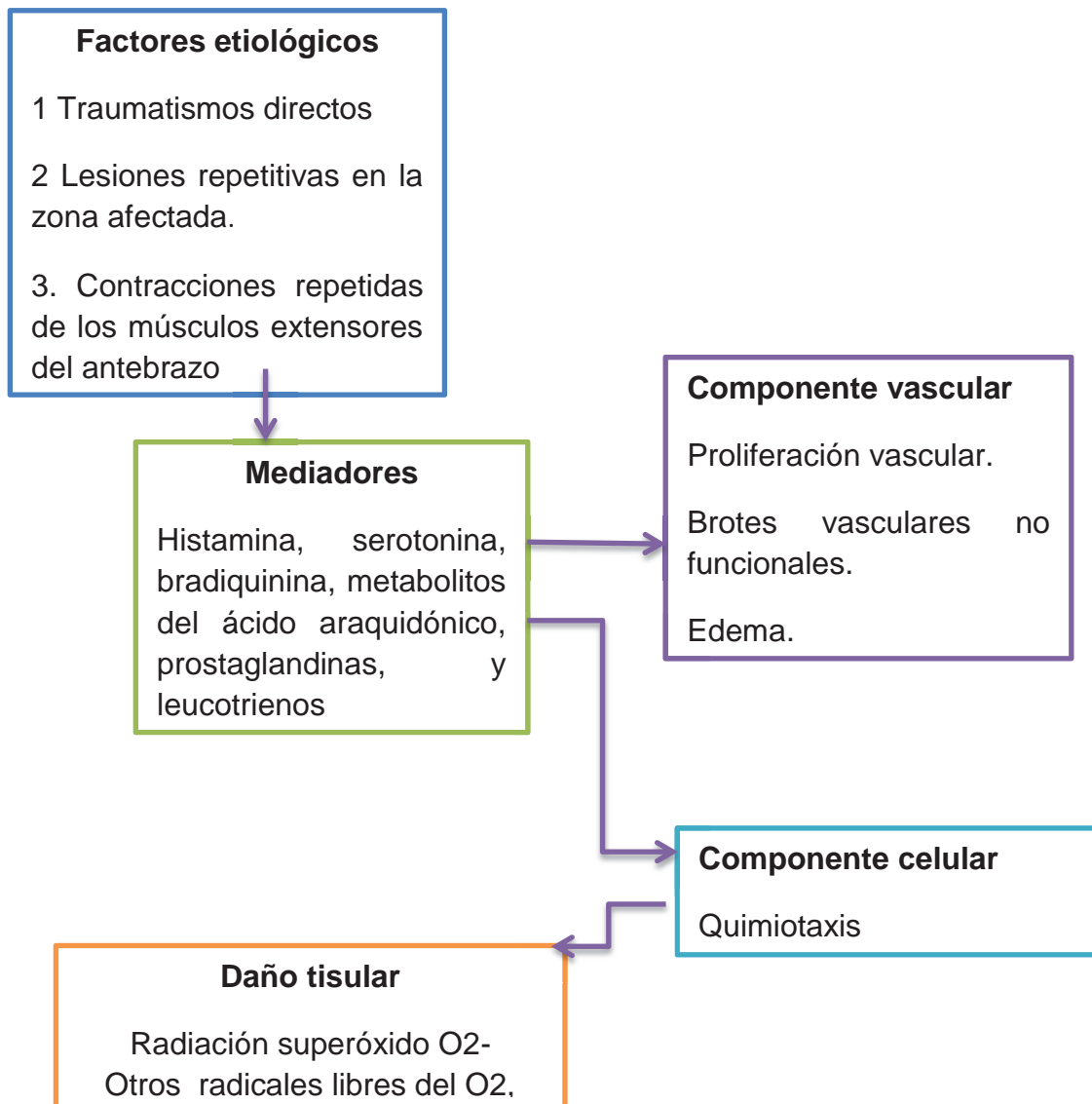
19. C) Aumento de la permeabilidad celular y aceleración de los procesos osmóticos y metabolismo celular
20. Imagen 1= **Contacto directo**, Imagen 2= **Contacto indirecto**, Imagen 3= **Inmersión dentro del agua.**
21. A) Baja (hasta 0,5W/cm<sup>2</sup>) mediana (0,5-2W/ cm<sup>2</sup>).
22. B) 0,5-1 W/ cm<sup>2</sup>.
23. B) Dedicar 5 minutos a una superficie 12,5cm o a una que equivalga a 2 ó 3 veces el tamaño del cabezal.
24. 1) Contusiones de partes blandas,2) Esguince y tendinitis.7) Cicatrices queloides. 8) Zonas gatillo.
25. Fonoforesis.

## HOJA DE RESPUESTA INFILTRACIONES LOCALES

1) Una técnica precisa y meticulosa: Cumple con los datos correctos del procedimiento para la colocación de una infiltración.

- Fármacos con potencial terapéutico definido:
- Unas indicaciones correctas:

2)



3) a) betametasona.

4) b) Se utiliza preparados de depósito en suspensión cristalina, No infiltrar una articulación más de 4 veces al año y espaciar las infiltraciones entre una semana y un mes.

5)  $O_2^- + O_2^- + 2H^+ \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$  (peróxido de hidrógeno y oxígeno)  $O_2^- + H_2O_2 \xrightarrow{SOD} OH^- + OH^- + O_2$  (

6) 1) Cuando se aplican correctamente en concentraciones adecuadas los fármacos bloqueantes de la conducción del estímulo nervioso en las dendritas. Pueden actuar a nivel de cualquier parte del sistema nervioso. 4) Estos fármacos se emplean en combinación con corticoides o con orgoteína, de esta manera evita la sintomatología dolorosa postinfiltración. 5) Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la génesis y conducción del impulso nervioso, por medio del bloqueo de la permeabilidad de membrana a los iones  $Na^+$ .

7) c) Hollander.

8) b) La mejoría de dolor que producen y la consiguiente mejoría de la movilidad.

9) a) Fibrilación y fisuración.

10) c) Indicador de síntesis de proteínas.

11)

-0.7°	0°	+0,5°	+1,1°	+1,6°	+2,3°	+3,3°	+4,3°

12) a) Continuar el tratamiento hasta la normalización de la prueba.

13) a) Gran mejoría (con desaparición de hidratos, ausencia de empastamiento, desaparición del dolor, movilidad normal y potenciación suficiente del cuádriceps):77%.



## HOJA DE RESPUESTAS DE LA UNIDAD IV

### FARMACOTERAPIA

1) B) La inhibición de la síntesis de prostaglandinas.																
2) C) Eicosanoides.																
3)																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>( 5) Niflúmico</th> <th>1 Salicilatos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>( 6) Diclofenaco.</td> <td>2 Propionicos</td> </tr> <tr> <td>( 2 ) Ketoprofeno</td> <td>3 Pirazolónicos</td> </tr> <tr> <td>( 1 ) Acetilsalicato de lisina</td> <td>4 Indólicos</td> </tr> <tr> <td>( 6 ) Indometacina.</td> <td>5 Fenamatos</td> </tr> <tr> <td>( 6 ) Piroxicam.</td> <td>6 Otros</td> </tr> <tr> <td>( 5 ) Flufenámico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>( 2 ) Naproxeno</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	( 5) Niflúmico	1 Salicilatos	( 6) Diclofenaco.	2 Propionicos	( 2 ) Ketoprofeno	3 Pirazolónicos	( 1 ) Acetilsalicato de lisina	4 Indólicos	( 6 ) Indometacina.	5 Fenamatos	( 6 ) Piroxicam.	6 Otros	( 5 ) Flufenámico		( 2 ) Naproxeno	
( 5) Niflúmico	1 Salicilatos															
( 6) Diclofenaco.	2 Propionicos															
( 2 ) Ketoprofeno	3 Pirazolónicos															
( 1 ) Acetilsalicato de lisina	4 Indólicos															
( 6 ) Indometacina.	5 Fenamatos															
( 6 ) Piroxicam.	6 Otros															
( 5 ) Flufenámico																
( 2 ) Naproxeno																
4)																
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Analgesia:</u> son analgésicos de potencia moderada, sin efecto eufórico ni sedativo. No producen farmacodependencia.</li> <li>➤ <u>Antitérmicos:</u> disminuyen la temperatura en los pacientes con fiebre tanto por acción central, a nivel hipotalámico, como por vasodilatación periférica.</li> <li>➤ <u>Antiinflamatorios:</u> suprimen la fase exudativa inicial.</li> <li>➤ <u>Antiagregantes:</u> Interfieren con la coagulación por inhibición de troboxanos y prostaciclina.</li> </ul>																
5) c) Salicilatos.																
6) c) Ketoprofeno.																
7) b) Naproxeno.																
8) b) Dipirona.																
9) a) Sulindaco.																
10) c) flufenámico, mefenámico.																
11) c) Tolmetín.																
12) b) Piroxicam.																
13) a) Diclofenaco.																
14) d) Los 3 incisos anteriores son correctos.																
15) a) En la COX-1 es la isoleucina/ COX-2 la valina.																
16) c) Los producidos por COX-1.																
17) b) Meloxicam.																
19) a) 3, b) 1, c) 2.																
18) b) Glucocorticoides																
20) a) Grupo OH.																
21) b) Formación de edema e Hipokalemia.																
22) c)																
23) c) Diacepam.																
24) c) Clobazam.																

25) d)Tetrazepam – Myolastan ®	
26)	
GRUPO AMIDA	GRUPO ESTER
PRILOCAÍNA	CICLOMETICAÍNA
DIBUCAÍNA	MEPIVACAÍNA
LIDOCAÍNA	PROCAÍNA
MEPIVACAÍNA	TETRACAÍNA
27) a) Pomadas.	
28) c) Cremas.	
29) b) Geles.	
30) d) Pastas.	
31) a) Loción.	
32) b) Linimento.	

**HOJA DE RESPUESTA DE LA ÚLTIMA ACTIVIDAD DE ENFERMERÍA EN EL ÁMBITO DEPORTIVO.**

- 1) A)
- 2) 1-3
- 3) 1,4,5,6,7.
- 4) C)
- 5) A)
- 6) C)
- 7) C)
- 8) Cierto

## **Conclusión**

Los conocimientos expresados a lo largo de el presente manual son esenciales para la practica profesional, ya que estos nos permitirán desenvolvernos como profesionales de enfermería en el ámbito deportivo, lo cual pede incluir muchas disciplina deportiva que se practican a nivel nacional e internacional, previniendo y disminuyendo en la medida de lo posible las lesiones deportivas.

Nuestro papel primordial en este sentido es la prevención, la cual juega un papel importante en la preparación deportiva de cualquier atleta, ya sea a nivel profesional o amateur, dando como respuesta que el atleta se desempeñe bajo condiciones de seguridad en sus actividades y por ende, evitar cualquier tipo de discapacidad que interfiera en sus aspiraciones por una mala práctica, un mal diagnostico o un mal tratamiento, comprobando de nuevo que el papel de enfermería es fundamental en cualquier ámbito y reconociendo que la prevención y recuperación de un atleta dependerá de la preparación de cada uno de nosotros como profesionales de la salud.

## **Propuestas.**

1. Módulo 1er Semestre (Farmacología I).
2. Módulo 1er Semestre (Anatomía y Fisiología de la persona I).
3. Módulo 2do Semestre (Anatomía y Fisiología de la persona II).Aspectos morfofuncionales del sistema osteomioarticular y su participación en los procesos homeostáticos.
4. Módulo 6to Semestre (Enfermería en salud del adulto) Proceso de enfermería en trastornos de origen traumatológico.

## Bibliografía

- Castiglioni A. (1941). El periódico áureo de la medicina griega. Salvat editores.
- Antonio J. (2010). Manual de Pruebas diagnósticas (Traumatología y Ortopedia). España: Paidotribo.
- Jens F. (2006). FITNESS Terapeutico. España: Paidotribo.
- M,Martinez Marillo. (2000). Manual de Medicina Física. Madrid España: Harcourt.
- I.Sanchez Blanco. (2006). Manual SERMEF de Rehabilitación. Buenos Aires: Panamericana Madrid.
- Juan L. (2018). Manual de Fisioterapia. México: El Manual Moderno.
- Eduardo E. (2000). La Rodilla en el Deporte. Madrid: Gymnos.
- Antonio J. (2017). Valoración y tratamiento en Fisioterapia. España: Paidotribo.
- Rafael B. (2002). Traumatología y Medicina Deportiva (Bases de la Medicina del Deporte). España: Paraninfo.
- Rafael B. (2002). Traumatología y Medicina Deportiva (Traumatología del Deporte 2). España: Paraninfo.
- Rafael B. (2002). Traumatología y Medicina Deportiva (Medicina del deporte 3). España: Paraninfo.
- Gerard,J. (1953 11ªEdición). Tortora Derrickson Principios de Anatomía y Fisiología. Buenos Aires: Panamericana.

## Webgrafía

- Deyre, Y. (2014). Caso Clínico: Rotura del Gemelo Interno/ AV.Valladolid.71 Ciudad de México. Casos Clinicos y Testimonios. Recuperado de: <https://www.deyre.com/caso-clinico-rotura-gemelo-interno>.
- Fisiosual.blogspot.(2016). Caso Clínico: Fractura tibia y peroné. México. Anatomía Aplicada a la Fisioterapia. Recuperado de: <https://fisiosual.blogspot.com/2016/01/caso-clinico-fractura>.
- Sanchez,M.(2020).Ligamentos laterales.México. Ucaorthopedics. Recuperado de: <https://www.ucaorthopedics.com/patologias/rodilla/lesiones-ligamentos/ligamentos-laterales/>.
- Adhanom.T (2015). Discapacidad y Rehabilitación. Estados Unidos, OMS Discapacidad. Recuperado de: [https:// www.who.int/disabilities/es](https://www.who.int/disabilities/es).
- ISSN, (2017).Papel de Enfermería en Medicina del Deportiva. Ciudad de México. Revista Electrónica de Portales Médicos. Recuperado de: <https://www.com/revista-medica/enfermería-medicina-deportiva/>.
- Recomed in situ (2019). Por la Salud del Deportista. Colombia. La importancia de la Enfermería Deportiva. Recuperado de: <https://www.reconmedinsitu.es/título-de-la-entrada>.

- El Titular.(2016).La Importancia de la Prevención de Lesiones en el Deporte Profesional. Madrid España. Deportes. Recuperado de: <https://www.eltitular.es/la-importancia-la-prevención-lesiones-deporte-profesional/>.
- Quezada. A.(2017). Prevenir es Mejor que curar: Prevención de lesiones en el Deporte.Chile.El Mostrador Primer Diario Digital. Recuperado de: <https://m.elmostrador.c//noticias/opini3n/2017/!2/09/prevenir-es-mejor-que-curar-prevenci3n-de-lesiones-en-el-deporte/>.
- Jouney Sport.(2020).Lesiones Deportivas ¿Qu3 nos cuentas las estadísticas? México.Jouner.app. Recuperado de: <https://jouner.app/blog//lesiones-deportivas-que-nos-cue-tan-las-estadísticas/>.
- Mendoza. R (2015).Frecuencia de patología musculoesquel3tica y su tratamiento en pacientes adultos en un Hospital Privado de la Ciudad de México. México.Scielo.org. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?.script=sci.>
- Muñoz, S.(2018).Lesiones Musculares deportivas: Correlacion entre anatomía y estudio por imágenes. Chile. San Cralo Revista Clinica de Radiología Vol 24 N°1. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rehradiol/v24n1/07-17-9308-rehradiol-24-01-00022.pdf>.
- Hans.W.(2012).Terminología y Claificación de la lesiones musculares en el deporte.Estados Unidos.British Journal of Sports Medicine. Recuperado de: <https://studylib.es/dos/5125849/terminolog%C3%.APa-y-clasificaci/C3%B3n-de-las-lesiones.musculares-e>.
- (Muñoz.Ch, 2002) Lesiones Musculares Deportivas: Diagnostico por Imágenes. Chile. Scielo.Recuperado de : [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-93082002000300006&fbclid=IwAR12jivai9Ms2BkBDM8qlq0n1xGYX5DNNcx4OJpU7zsd7zWtWLR066-WNUk](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082002000300006&fbclid=IwAR12jivai9Ms2BkBDM8qlq0n1xGYX5DNNcx4OJpU7zsd7zWtWLR066-WNUk)
- Lutz. M, (2014) Fracturas de Colles intrarticulares, reducci3n abierta, Fijaci3n interna y relleno del defecto con injerto corticoesponjoso aut3logo. México.Elsevier. 2014. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-tecnicas-quirurgicas-ortopedia-traumatologia-41-resumen-fracturas-colles-intraarticulares-reduccion-abierta-13065077?fbclid>
- Reyes A. (2006) Fisioterapia: pasado, presente y ¿futuro?.Argentina. Acta médica del centro. Recuperado de: <http://www.efisioterapia.net/articulos>
- Olmo J. (2000) Rehabilitaci3n en el Deporte. España. Arbor. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/268084056.pdf?fbclid=IwAR0FUdA7K6m6Pi4RAqjtt35pzpdgR0qZhlwrfsaYwV4xOdSAIYaInFORStM>
- Vergara L. (2010) Desarrollo de la Medicina F3sica y Rehabilitaci3n como especialidad médica.Chile. HCUCH. Recuperado de:

[http://repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/80/Art\\_LoretoVergaraB\\_DesarrolloMedicinaFisica\\_2010.pdf?sequence=1](http://repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/80/Art_LoretoVergaraB_DesarrolloMedicinaFisica_2010.pdf?sequence=1)