



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA

CURSO DE ESPECIALIZACION EN MEDICINA DE REHABILITACION
SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
DIRECCION GENERAL DE REHABILITACION

"LA MEDICINA DE REHABILITACION EN
EL DEPORTE"

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

Que presenta el

DR. ARTURO CORRO FERRER

Para obtener el diploma de especialista en
MEDICINA DE REHABILITACION

1975



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E .

- I INTRODUCCION .
- II NATURALEZA DE LA ACTIVIDAD NEURONMUSCULAR .
- III PRINCIPALES Y MAS FRECUENTES LESIONES QUE SUFRE EL DEPORTISTA Y SU TRATAMIENTO DE REHABILITACION.
- IV PRINCIPALES DEFECTOS POSTURALES OBSERVADOS EN LOS DEPORTISTAS Y SU TRATAMIENTO DE REHABILITACION.
- V PRINCIPIOS DE REHABILITACION APLICADOS AL DEPORTE .
- VI CONCLUSIONES .
- VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .

I INTRODUCCION .

La potencialidad del cuerpo humano, en su aspecto físico, puede comprenderse mejor analizando la forma en -- que alcanzan los requerimientos precisos del ejercicio.

Para estudiar mejor la respuesta del organismo al --- ejercicio debe entenderse el fundamento fisiológico esencial .

El ejercicio físico es una actividad que desarrollan todos los seres humanos, en distinto grado, durante su -- existencia. Como fundamento de su conocimiento y signifi-- cado es necesario conocer los mecanismos fisiológicos -- que le sirven de base .

Durante el ejercicio se producen modificaciones ade-- cuadas y coordinadas de todo el organismo en el sistema-- nervioso y muscular, en la circulación, respiración y me-- tabólicas .

Intervienen condiciones ambientales , entrenamiento, fatiga y grados variables de intensidad .

La tendencia al ejercicio y actos locomotores rítmicos es una tendencia natural que tiene rico tono afectivo --

y produce placer.

Esos y otros factores psicológicos tienen gran importancia en el ejercicio.

Además de placer, el ejercicio mantiene la agilidad corporal, ejerce una influencia psicológica y social profunda. Su deficiencia predispone a la obesidad y afecciones metabólicas degenerativas. En síntesis, el ejercicio favorece la salud física y psíquica. Como sucede en muchos campos biológicos, el exceso es perjudicial y debe evitarse cuidadosamente.

Puesto que el 3 % de las lesiones del deportista son de origen óseo y el resto de origen músculo-tendinoso, este trabajo de investigación clínica se refiere a este tipo de lesiones, puesto que caen dentro de la especialidad de Medicina de Rehabilitación.

II NATURALEZA DE LA ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR:

Estructura del músculo esquelético.

El músculo es una máquina que convierte la energía química en trabajo mecánico. La realización del trabajo resulta del acortamiento del músculo contra una carga o resistencia. La contracción del músculo implica tres procesos distintos pero interrelacionados.

- 1.- La estimulación del músculo por impulsos provenientes del Sistema Nervioso Central.
- 2.- Los cambios químicos que proveen la energía para la contracción.
- 3.- El reacondicionamiento de algunos de los elementos estructurales de las fibras musculares en una forma más corta.

Las fibras musculares:

Un músculo esquelético está compuesto por miles de fibras unidas entre sí por tejido conjuntivo.

Cada fibra muscular consta de una masa de protoplasma, llamada sarcoplasma, en la que se hallan largos filamentos conocidos como miofibrillas, los cuales constituyen

los elementos contráctiles. Las fibras están recubiertas por una delgada membrana, el sarcolema y cada fibra contiene un número de núcleos colocados a intervalos, debajo del sarcolema.

Algunas fibras contienen grandes cantidades de pigmento rojo, mioglobina que está químicamente relacionado con la hemoglobina de la sangre, y probablemente sea un elemento de importancia para almacenar O_2 dentro de la fibra, los músculos en los que predomina este tipo de fibra son llamados músculos rojos; ellos son capaces de contracciones, lentas y potentes y no se fatigan fácilmente, --- ejemplo de ellos, los músculos extensores que mantienen la postura.

Otras fibras contienen mucha menos mioglobina: son los llamados músculos blancos, se caracterizan más bien por la velocidad de sus contracciones que por su fuerza, y se fatigan más fácilmente, la mayoría de los músculos-- flexores está incluida en este tipo.

Organización de las fibras musculares en el músculo:

Grupos de 100 a 150 fibras musculares unidas por tejido conjuntivo forman un fascículo.

Un conjunto de fascículos unidos forman grupos aún-

más grandes, los que a su vez se unen para formar el músculo mismo, el cual está también provisto de una vaina de tejido conectivo.

En cada extremo del músculo estas vainas de tejido-conectivo se entremezclan con los haces tendinosos que se insertan en el hueso.

Inervación e Irrigación del músculo:

El sarcolema de cada fibra muscular la aísla de las fibras adyacentes, de modo que la excitación de una de ellas no afecta directamente las circundantes, por lo tanto cada fibra muscular debe ser inervada por una arborización terminal propia.

Un nervio motor que inerva a un músculo está compuesto de muchas fibras nerviosas, cada una de las cuales se origina en una célula nerviosa separada de la médula espinal.

En la sustancia del músculo cada fibra nerviosa se divide en numerosas ramas y cada una penetra el sarcolema de una sola fibra muscular para terminar en una masa especializada de protoplasma conocida como placa final motora.

Quando una sola célula nerviosa motora de la médula

espinal descarga impulsos sobre un músculo, todas las fibras musculares que están inervadas por las ramas de la fibra nerviosa correspondiente, son estimuladas y se contraen juntas.

Este grupo de fibras musculares que forma la unidad funcional más pequeña en condiciones normales, corresponde a los fascículos mencionados.

Una célula nerviosa motora aislada en la médula espinal junto con su fibra nerviosa y el grupo de fibras musculares inervadas por sus ramificaciones forma la unidad básica neuromuscular comúnmente llamada unidad motora.

Además de la inervación motora, los músculos esqueléticos están provistos de terminaciones sensitivas algunas de las cuales están situadas entre los grupos de fibras musculares, mientras que otros están conectados con los tendones. Estas terminaciones sensitivas son estimuladas por cambios de tensión en el músculo (contracción, relajación, estiramiento) y envían impulsos al Sistema Nervioso Central. Estos impulsos desempeñan un importante papel en el mantenimiento del tono muscular y en la regulación de la intensidad y duración de los movimientos musculares.

Cada músculo recibe sangre através de una o más arterias. Estas arterias se continúan en redes capilares profusas en el tejido conectivo que rodea a las fibras musculares individuales. En condiciones de reposo la mayoría de estos capilares están cerrados, pero se abren cuando el músculo entra en actividad.

En esta forma, la irrigación sanguínea de un músculo se ajusta al grado de actividad muscular.

Estructura de la miofibrilla:

El músculo esquelético es el llamado algunas veces -- músculo estriado. Debido a las estriaciones transversales que lo caracterizan.

Estas estriaciones también aparecen en el músculo -- cardíaco pero no en el músculo liso.

Los estudios químicos demuestran la importancia de -- dos de las proteínas musculares actina y miosina, en el acortamiento del músculo durante la contracción.

La contracción del Músculo:

Los músculos esqueléticos normalmente se contraen -- cuando son estimulados por impulsos nerviosos provenientes del cerebro ó de la médula espinal.

Contracciones Isotónicas: Si se suspende de un músculo una carga liviana, esta puede ser levantada cuando el músculo se acorta = Isotónica, si la carga es demasiado pesada para que el músculo pueda levantarla esta estimulación - dará como resultado el desarrollo de una tensión sin acortamiento = contracción isométrica.

Las contracciones isotónicas; implican la aplicación de una fuerza a través de una distancia y dan como resultado la realización de un trabajo (trabajo = fuerza x distancia).

En las contracciones isométricas no se realiza trabajo (distancia = cero) y toda la energía de la contracción se convierte finalmente en calor.

Entrada en calor: la capacidad de trabajo se aprovecha más si los músculos han sido ligeramente calentados antes de la actividad, la falta de entrada en calor de los músculos antes de actividades vigorosas puede conducir a un desgarramiento de fibras musculares.

Las observaciones de contracciones de músculos aislados dan la pista. Si el músculo es previamente calentado, la velocidad con que se contrae y se relaja y la fuerza de la contracción aumentan. Si un músculo que permanecía inactivo es estimulado en forma repetida, las primeras contracciones son generalmente pequeñas e irregulares y la relajación

ción es incompleta, después de esto, las contracciones se tornan más fuertes y la relajación es completa, es probable que el calentamiento se deba en parte a estos cambios en el propio músculo, comprendiendo una elevación de la temperatura local y una acumulación de productos del metabolismo.

Es posible que con esto la viscosidad del músculo disminuya, permitiendo así que la contracción y la relajación se produzcan con mayor velocidad, en el organismo estos mismos factores también aumentan el flujo sanguíneo de los músculos por dilatación de los pequeños vasos. Ello mejora la condición funcional del músculo por aumento de su provisión de oxígeno.

Los músculos que más frecuentemente se desgarran durante actividades extenuantes y que no han sido precedidas por un período de calentamiento son los antagonistas "fríos" se relajan en forma lenta e incompleta mientras que los agonistas se contraen y en esa forma retardan el libre movimiento y la ajustada coordinación.

Al mismo tiempo, la fuerza de contracción de los agonistas y el momento de la parte móvil ejercen una terrible tensión sobre los antagonistas que no ceden, con el consecuente desgarramiento de las fibras musculares o

de sus inserciones tendinosas.

Fatiga:

Cuando un músculo aislado es estimulado repetidas veces con una frecuencia de aproximadamente una vez por segundo, la altura de cada contracción con el tiempo comienza a decrecer.

No solo disminuye el acortamiento sino que también la relajación se hace más lenta e incompleta, finalmente el músculo ya no responde a los más fuertes estímulos, es decir que ha perdido completamente su irritabilidad, esta disminución de la capacidad para responder que resulta de una actividad previa se denomina fatiga.

Si un músculo aislado es seccionado y sometida la superficie de sección a la acción del tornasol, se comprueba que el interior del músculo es ácido.

Dado que el músculo normal da una reacción alcalina es de suponer que la fatiga está asociada con la acumulación de ácido.

Los análisis químicos revelan que la cantidad de glucógeno es menor en el músculo fatigado que en el normal, - estos experimentos sugieren que la fatiga puede deberse a la acumulación de productos ácidos residuales que disminu-

yen la irritabilidad del músculo o al agotamiento de las reservas de combustible.

En los músculos del organismo el combustible es continuamente renovado por vía sanguínea.

La provisión de oxígeno es adecuada para oxidar la mayor parte - si no todo - del ácido láctico producido, y gran cantidad del que no ha sido oxidado o convertido en glucógeno se mezcla en la sangre y es transportado fuera del músculo, como resultado de ello los músculos en el organismo pueden producir una gran cantidad de trabajo antes de que su capacidad de respuesta se vea abolida por la fatiga.

Asiento de la fatiga:

Cuando los músculos se cansan durante el ejercicio - (vgr. levantamiento de peso) el defecto puede residir en el músculo mismo o en el Sistema Nervioso de acuerdo con el punto de vista clásico, se ha tomado como principal causante al Sistema Nervioso. A causa de Experimentos recientes y cuidadosos se ha dudado de la validez de los anteriores y se ha evidenciado que el sitio de la fatiga está en el músculo mismo y no en el Sistema Nervioso, ni en el sistema de transmisión del estímulo del nervio al músculo.

Dolor muscular, Inflamación y Contractura muscular:

Durante el ejercicio muscular agotador y después de él, especialmente en sujetos no entrenados, se produce dolor, inflamación y contractura muscular. El dolor aparece generalmente durante el ejercicio, mientras que la inflamación y la contractura sobrevienen horas después. Si se fuerza un músculo a trabajar sin la adecuada irrigación sanguínea se experimentarán intensos dolores.

La inadecuada circulación no permite la eliminación completa de los productos del metabolismo muscular, y es probable que el dolor ocasionado por el ejercicio violento se deba a la acumulación de sustancias ácidas, que irritan los órganos receptores del dolor localizados en el músculo. Cuando el ejercicio cesa, el dolor desaparece a medida que el ácido láctico difunde del músculo al torrente sanguíneo.

Para que el líquido acumulado en los músculos durante la actividad se reabsorva nuevamente en la corriente sanguínea, es necesario que transcurran varias horas. La tumefacción resultante hace que el músculo se acorte, se engrose y se vuelva más resistente al estiramiento. Esto da una sensación de endurecimiento cuando es estirado por la contracción de los antagonistas.

La causa de la inflamación muscular no está totalmente aclarada. Han sido observados dos tipos de inflamación -

muscular: inflamación general, por la presencia de metabolitos difusibles que generalmente desaparecen dentro de -- las 3 ó 4 horas de finalizado el ejercicio; e inflamación-localizada o impotencia funcional, que aparece entre 8 y - 24 Hrs. después del ejercicio y puede durar varios días. - Este segundo tipo probablemente se deba a la rotura de fibras musculares o del sarcolema, que trasmite la contracción al tendón; las fibras usadas con menos frecuencia y el sarcolema que las cubre son quizá más susceptibles de lesionarse que las que participan en las contracciones ordinarias. La inflamación generalizada se alivia con una actividad moderada, que acelera la eliminación circulatoria de los metabolitos, mientras que la impotencia funcional, causada por una lesión verdadera, necesita reposo con calor y solo el ejercicio necesario para prevenir las adherencias-entre las fibras musculares lesionadas.

La producción de calor del músculo:

La energía requerida para la contracción muscular se deriva de una serie compleja de reacciones químicas, estos cambios químicos originan la producción de calor y hay métodos eficaces para medir con gran exactitud cambios muy pequeños y muy rápidos de temperatura.

La cantidad de calor desprendida en cada una de las reacciones químicas conocidas en el músculo, puede ser de-

terminada mediante el estudio de las mismas en un tubo de ensayo, y un exacto conocimiento del periodo de tiempo de desprendimiento de calor entre la contracción y la recuperación, proporciona valiosas guías referentes a las reacciones químicas.

Cuando un músculo realiza una sola contracción se desprende calor en 2 momentos apreciablemente distintos:

El primero llamado calor inicial, está asociado al acortamiento del músculo y el segundo, calor tardío a la recuperación, es decir, una vez que se ha completado la contracción.

Durante la fase de relajación de la contracción no hay desprendimiento de calor. Lo cual apoya la moderna idea de que se trata de un proceso puramente pasivo.

El calor inicial es de la misma magnitud, sea que el músculo se contraiga en una atmósfera de oxígeno ó de nitrógeno, esto indica que los cambios químicos que proveen la energía para el acortamiento son no oxidativos (anaeróbicos).

El calor tardío o de recuperación, por otra parte, disminuye considerablemente en ausencia de oxígeno, pudiendo deducirse que la oxidación desempeña un papel principal en la recuperación del músculo de los efectos de la con-

tracción.

Aparentemente, la energía para la contracción es obtenida por desdoblamiento explosivo de compuestos con alta energía potencial y el oxígeno no es necesario para este desdoblamiento. Durante la recuperación estos compuestos deben ser reconstruidos de modo que la energía pueda ser utilizada en contracciones subsiguientes.

Este proceso de reconstrucción requiere energía, la cual se obtiene, al menos en parte de las oxidaciones.

Mientras que estos cambios calóricos no identifican a reacciones químicas específicas, sí sugieren los tipos de reacción que deben buscarse y su secuencia durante la contracción y la recuperación.

Fuentes de energía para la contracción muscular:

La energía para la contracción es obtenida de una serie compleja de reacciones químicas, reversibles durante el proceso de recuperación. La fuente inmediata de energía para todas las actividades celulares es la degradación de ciertos compuestos de alta energía en especial el adenosintrifosfato (ATP), siendo la última fuente de energía la oxidación de los principios alimenticios para la resíntesis del ATP. Ocurre en el músculo una reacción de tipo interme-

dio que comprende a un segundo compuesto de alta energía la fosfocreatina (CP). Algunas conclusiones experimentales indican que el CP no puede actuar como fuente inmediata de -- energía, dado que su ruptura no ejerce influencia alguna sobre las proteínas contráctiles del músculo, pero que proporcionaría energía para la resíntesis del ATP. La energía para la resíntesis de la CP deriva de oxidaciones.

Estas reacciones son:

- 1.- $ATP \rightarrow ADP$ (adenosínfosfato) + P + energía para la contracción.
- 2.- $CP + ADP \rightarrow C + ATP$.
- 3.- $C + P + \text{energía de las oxidaciones} \rightarrow CP$.

La liberación de energía, que da por resultado directo la contracción del músculo, no requiere la presencia de oxígeno (reacción anaeróbica). Esto parcialmente explica la capacidad que tiene el músculo de contraerse durante cierto tiempo, en un medio inadecuadamente oxigenado, como es el -- estado inicial de cualquier actividad física y también a lo largo de una ejercitación intensa y agotadora. Es cierto -- que eventualmente se torna imprescindible la provisión ade-

cuada de oxígeno a fin de que el músculo pueda recuperarse. En realidad el proceso es bastante más complejo que lo expresado.

En condiciones de máxima actividad el músculo de un animal mamífero utiliza 10^{-3} moles de ATP por gramo de músculo por minuto. Si consideramos que monto de ATP en el músculo en reposo es de solo 5×10^{-6} moles por gramo, contamos entonces con cantidad suficiente para satisfacer una demanda tal durante 0.5 segundo de actividad intensa. Debe por lo tanto, poseer el músculo un mecanismo anaeróbico que permita la rápida regeneración del ATP y se ha visto que tal cosa se explica por la regeneración de la CP.

De todos modos, la reserva de CP es, a su vez limitada, y su degradación total alcanzaría a regenerar una cantidad de ATP apenas suficiente para permitir unos pocos segundos de actividad intensa, resulta así evidente que algún otro mecanismo anaeróbico debe entrar en acción para reintegrar la CP que a su vez se reintegrará al ATP durante el trabajo intenso. Tal demanda se satisface por la conversión de glucógeno en ácido láctico.

Este proceso puede prolongarse durante largos periodos de tiempo bajo condiciones anaeróbicas, hasta que la -

actividad concluye debido al agotamiento de la provisión de glucógeno o por la creciente acidosis producida por la acumulación de ácido láctico, se considera un proceso muy laborioso si consideramos que la transformación de glucógeno en ácido láctico libera mucha menos energía que la que origina su oxidación en anhídrido carbónico y agua; no obstante el músculo puede así lograr contraerse durante un tiempo pese a la ausencia de una adecuada provisión de oxígeno.

Destreza:

La destreza es aquel elemento de la actividad que capacita al ejecutante para cumplir una gran cantidad de trabajo con un esfuerzo relativamente leve.

Se adquiere principalmente por un proceso de perfeccionamiento en la coordinación de diversos grupos musculares. El movimiento adiestrado se caracteriza por su aparente facilidad y naturalidad. La torpeza en la acción y una apariencia de gran esfuerzo, son demostraciones de falta de destreza.

En un movimiento corporal adiestrado, los impulsos motores del Sistema Nervioso Central llegan a los músculos en cantidad y frecuencia tal como para producir la secuencia correcta de las acciones integradas.

Un análisis del movimiento del futbolista demuestra la conservación de energía basada en un diestro accionar. La -- aplicación de la fuerza de piernas es firme y eficientemente realizada. Que contrasta con la acción torpe del no preparado.

Teoría de la retroalimentación negativa para el mejoramiento de la destreza:

La respuesta humana a nuevas actividades tiende a ca-- caracterizarse por una hipersensibilidad y una sobreactividad. Con la práctica parece desarrollarse una fuerza inhibitoria - activa que actúa como control de los movimientos, a los que vuelve más directos y eficientes. El mecanismo de este per-- feccionamiento puede ser una alteración de todo el sistema - de interacción receptor y efector.

Los procesos receptor y efector en el sistema nervioso están mezclados en tal forma, que la información realimenta-- da a los receptores durante la actividad, actúa para determi-- nar la acción efectora. Cuando se desarrolla un nuevo movi-- miento, la realimentación tiende a ser predominantemente po-- sitiva, ya que la secuencia de la acción fomenta su propia - continuación.

La conducta resultante de una realimentación positiva puede ser torpe y errática.

Después de la práctica, la realimentación se torna predominantemente negativa; la secuencia de la acción tiende a reducir su continuación y el sistema se convierte en autorregulador. Al predominar la realimentación negativa, la actividad obtiene 2 características beneficiosas:

- 1.- La acción se relaciona más a los requerimientos de la situación que a las variaciones ocasionales del individuo.
- 2.- La actividad tiende a mantenerse constante ante elementos ambientales perturbadores, de forma que la consecución del fin se ve afectada muy levemente por influencias externas.

Factores que limitan la destreza:

La destreza máxima obtenible puede verse limitada por los siguientes factores:

- 1.- peso corporal. 2.- estatura. 3.- ritmo. 4.- exactitud del movimiento, que incluye coordinación "ojo músculo", cinestesia, equilibrio, tiempo de reacción, velocidad de movimiento, precisión y puntería y 5.- tensión muscular.

Peso corporal: cuanto mayor sea el peso del cuerpo de una persona en relación con su musculatura, tanto más se verá limitada su destreza física.

La sobrecarga en forma de adiposidad aumentará el esfuerzo necesario para desarrollar un movimiento. El tejido adiposo puede ser también considerado como un factor perturbador sobre el movimiento. Una reducción de este tejido inactivo ayudará a mejorar la realización de una destreza.

Estatura: Una persona alta desplaza su centro de gravedad a una distancia mayor que otra de estatura más reducida para realizar un mismo movimiento.

El centro de gravedad de aquella se halla siempre más lejos de su base de sustentación. Cuando el ejercicio en ejecución requiere desplazamiento del centro de gravedad en cualquier dirección, salvo en el plano horizontal, el desplazamiento mayor de una persona de talla elevada ha de requerir más actividad muscular para adoptar posiciones y mantener la postura durante un ejercicio.

El atleta de menor talla goza de ventajas en muchas actividades de destreza. Cualquier error en una zambullida se manifiesta si el nadador es de elevada estatura y se di-

disimula bien en el de menor talla. Lo mismo sucede en gimnasia, sin embargo, el basketbolista o el lanzador alto pueden tener mayor control para guiar la pelota a causa de la mayor amplitud del movimiento.

Ritmo: Un ejercicio de destreza requiere la fina coordinación en el ritmo de las contracciones musculares, a medida que se desarrolla un ejercicio, cada músculo debe contraerse o relajarse en el momento adecuado, para que el movimiento no se vea interferido o anulado. Al avanzar el aprendizaje de una destreza, va mejorando el ritmo de las contracciones y relajaciones musculares que controlan los diversos movimientos, el factor limitante en el logro de la más elevada perfección de esa sincronización es la capacidad del Sistema Nervioso Central. Si es deficiente, aunque posea gran desarrollo muscular, no podrá alcanzar un elevado grado de destreza en cualquier ejercicio que requiera coordinación neuromuscular de alta precisión.

Coordinación Oculo Muscular:

La precisión en el movimiento es esencial en cualquier ejercicio de destreza. Comprende la total coordinación de ojo y músculo, sensibilidad propioceptiva e integración de los receptores táctiles, el oído interno y otros órganos de equilibrio y postura.

La coordinación oculo-muscular establece la relación entre el objeto y el cuerpo, a fin de guiar los movimientos directamente hacia el blanco y es la característica dominante en el aprendizaje de un ejercicio de destreza. Durante el período de aprendizaje, la apreciación de las relaciones de distancia se combina con las experiencias del dinamismo-estereognóstico bajo la guía de la observación visual. Junto con el mejoramiento de la destreza, se va tornando menos dominante el factor oculo-muscular y cuando se ha perfeccionado, el ejercicio puede ser ejecutado con los ojos cerrados.

Cinestesia: Los receptores nerviosos propioceptivos se hallan localizados en los músculos, tendones y articulaciones. Estas terminaciones nerviosas son estimuladas por el estiramiento. La respuesta a la estimulación del propioceptor es una impresión cinestésica de alerta acerca de un cambio en la posición del cuerpo o alguna parte de este.

Equilibrio: Muchos son los ejercicios de destreza que requieren preciso sentido del equilibrio y un rápido retorno del cuerpo a su posición normal cuando el equilibrio ha sido alterado.

Esta capacidad depende de los impulsos nerviosos que se originan en el laberinto del oído interno (órganos otolí

ticos y conductos semicirculares).

Existen dos tipos principales de reacciones laberínticas : Los reflejos de aceleración y los reflejos posicionales . Los primeros son desencadenados por movimientos de la cabeza y el estímulo efectivo es la aceleración (un cambio de velocidad).

La respuesta a la aceleración lineal es útil al saltador cuando efectúa una caída sobre los pies . Bajo la aceleración angular las respuestas son evocadas en los músculos del ojo , del cuello, de los miembros y del tronco . La aceleración rotatoria produce movimientos oculares conocidos como nistago, que se manifiestan en giros rápidos de los ojos en sentido de la rotación, alternados con lentas oscilaciones en sentido contrario .

Si la velocidad de la contracción permanece constante - el nistago gradualmente se desvanece, lo que prueba que este tipo de reacción depende de la aceleración y no de la velocidad . La cesación de la rotación puede originar el giro de la cabeza, del cuerpo y de los brazos en la dirección y sentido del movimiento previamente experimentado y el sujeto tiende así a caer hacia ese lado .

Tiempo de Reacción:

El tiempo necesario para reaccionar a un estímulo es intensamente afectado por la naturaleza de éste. La respuesta a un sonido o una presión resulta mucho más rápida que a una señal luminosa. El tiempo de reacción para cualquier tipo de estímulo se torna más prolongado si éste es de naturaleza compleja. Las señales sonoras que varían continuamente en su tono e intensidad dificultan las reacciones.

Los ruidos que distraen en forma intermitente retardan la reacción, pero un ruido continuado no parece afectarla.

La reacción es comúnmente más rápida cuando el estímulo es percibido fácilmente. Si la señal sonora es muy débil o la luminosa corta, sin brillo o confusa, la reacción se demora. Probablemente exista un límite máximo en la intensidad de los estímulos, pasando el cual, cualquier aumento en sonoridad, tamaño y brillo no puede ya aumentar la velocidad de reacción y por el contrario, tiende a disminuirla.

Los hombres reaccionan más rápidamente que las mujeres y el menor tiempo de reacción, en ambos sexos, se encuentra entre los 21 y 30 años de edad.

Hay enormes diferencias en el tiempo de reacción entre diversas personas y la práctica lo acorta considerablemente, pero no logra borrar aquellas diferencias. Los atletas campeones de velocidad reaccionan más rápidamente que los fondistas.

Puntería: La precisión en la puntería al lanzar un objeto hacia un blanco distante aumenta si se toma un objeto más cercano como punto de referencia.

Como resultado de un defecto del sistema óptico del ojo, la agudeza visual llega a su punto máximo cuando la pupila se halla medianamente contraída. En la acomodación la pupila se contrae para la visión cercana, y se dilata en el caso contrario. La agudeza visual es notable para los objetos que se hallan al alcance de la mano. La mayoría de las personas puede distinguir el diámetro de un fino cabello a la distancia del largo de su propio brazo.

Tensión Muscular:

El grado de tensión muscular durante una actividad afecta la energía requerida para esa tarea, la frecuencia del movimiento de los segmentos corporales y la instalación de fatiga.

El nivel de tensión muscular está determinado por la intensidad de la actividad del sistema nervioso central especialmente de los centros corticales y subcorticales. Los impulsos del sistema nervioso sensorial recibidos por estos centros provocan una descarga de impulsos motores, los cuales estimulan los músculos esqueléticos y causan un incremento general en la tensión.

Las experiencias mentales y emocionales afectan la tensión. Los estados de tristeza y depresión la disminuyen y ocasionan actitudes lánguidas y movimientos laxos. Los estados de alegría y de confianza elevan la tensión y se expresan en posturas más erectas y en movimientos más directos y menos fatigantes. El miedo y la excitación intensa pueden aumentar la tensión hasta el punto de la contractura inhibitoria ("duro de miedo") con la consiguiente fatiga muscular.

Se ha demostrado que pensar sobre una actuación muscular aumenta la tensión de los músculos que intervendrían en esa actividad. Este fenómeno sugiere la posibilidad de que el aprendizaje y el perfeccionamiento de las destrezas puedan lograrse por medio de la lectura y la meditación sobre la técnica de las actuaciones atléticas.

Aprendizaje:

El aprendizaje de las destrezas comprende cierta familiaridad con los objetos que deben ser usados y la coordinación de los movimientos del cuerpo requeridos para el manejo de esos objetos. Para apresurar el aprendizaje de destrezas poco comunes o muy complicadas, se pueden descomponer los distintos elementos en los movimientos que los integran y aprender-los aisladamente. Los elementos de destreza más simples deben adaptarse primero y una vez aprendidos, ir progresivamente logrando el dominio de los más complicados. Pueden luego combinarse unos con otros, e irse sumando gradualmente hasta lograr la diestra ejecución de la técnica completa.

Fuerza:

La fuerza puede definirse como la capacidad para ejercer tensión contra una resistencia. Esta capacidad depende esencialmente de la potencia contráctil del tejido muscular.

No obstante, como ya se indicó en otros párrafos anteriores, muchos otros factores influyen en la contracción muscular, son de mayor influencia los que, más que al músculo en si, afectan a la fuerza del esfuerzo voluntario.

Factores que determinan la fuerza del músculo:

Si todos los otros factores fueran iguales, la fuerza absoluta del músculo sería proporcional a su circunferencia. Los valores absolutos varían de músculo a músculo, y los cálculos de la fuerza del tejido muscular, por centímetro cuadrado de sección transversal, oscilan entre 3.6 y 10 Kgs. Las fluctuaciones dentro de estos valores no se relacionan con la edad, en personas entre los 13 y 48 años.

La fuerza de dos músculos de igual circunferencia difiere según la cantidad de tejido adiposo que contiene cada uno. La adiposidad no solo carece de poder contráctil sino que actúa también como un freno por fricción, limitando la frecuencia y amplitud del acortamiento de las fibras musculares.

Ordenamiento de las fibras musculares:

La disposición de las fibras musculares determinan la fuerza de la acción de acortamiento. Los músculos cuyas fibras corren paralelas a su eje mayor, no son tan potentes como aquellas en que están dispuestas en sentido oblicuo.

Fatiga:

Disminuye la excitabilidad, la fuerza y la amplitud de la contracción de un músculo. A menos que el estímulo --

sea muy intenso, la fatiga reduce el número de fibras que reaccionan a repetidas contracciones musculares.

Esta reducción en el número de elementos contráctiles atenúa la potencia de las contracciones. La amplitud de cada contracción disminuye también por la fatiga a causa de la reducción del número de fibras estimuladas, así como de la amplitud de acortamiento de cada fibra.

Temperatura:

La contracción del músculo es más rápida y potente -- cuando la temperatura de sus fibras excede ligeramente de la temperatura corporal normal. En tal condición de leve calentamiento, la viscosidad del músculo disminuye, las reacciones químicas de la contracción y de la recuperación son más rápidas y la circulación aumenta. El calor del músculo tiende así a mejorar su condición para cualquier trabajo ulterior.

Aumentos de 4 a 5 grados en la temperatura de la piel han sido observados en la vecindad de un músculo en ejercicio.

Las temperaturas excesivamente elevadas anulan la ca-

pacidad del organismo para efectuar las regulaciones circulatorias y pueden llegar a destruir las proteínas hísticas. -- Cuando la temperatura es inferior a la normal del cuerpo, se eleva el umbral de irritabilidad y aumenta la viscosidad, lo cual toma al músculo inactivo y rígido y por consiguiente débil.

Depósito de alimentos energéticos:

Si los depósitos de sustancias alimentarias energéticas-- glucógeno muscular y fosfocreatina-- disminuyen por inanición o por trabajo prolongado sin adecuada nutrición, los -- elementos esenciales para la contracción se consumen en los -- procesos metabólicos y el tejido contráctil se atrofia. La -- declinación en la fuerza durante la pérdida de peso no se -- aprecia hasta que la carencia alimentaria llega a un estado -- avanzado.

Estado de entrenamiento:

El estado de entrenamiento tiene un papel importante -- en la potencia contráctil del tejido muscular. En un músculo debilitado por el desuso, la aplicación de un régimen de --- ejercitación suele producir un incremento de fuerza del or--- den del 50 % en las primeras dos semanas.

Capacidad de recuperación después del ejercicio:

Otro factor que afecta a la fuerza muscular es la capacidad de recuperación después de un período de trabajo. Esto depende de la provisión de oxígeno al tejido muscular, de la proporción de anhídrido carbónico eliminado, de la eliminación de otros productos de desgaste, de la provisión de sustancias alimentarias energéticas y del reemplazo de minerales y otros elementos consumidos durante el trabajo.

La circulación debe ser adecuada para transportar estos materiales desde los músculos en actividad y hasta ellos. Cuanto mayor sea el flujo sanguíneo a través del músculo durante la contracción y la relajación, más rápida será su recuperación. En este sentido, en el trabajo muscular resultan más eficientes las pausas breves y frecuentes que las prolongadas y espaciadas, y son igualmente importantes para prevenir la disminución del rendimiento en actividades de destreza. Después de 30 segundos de ejercicios exhaustivos de los músculos flexores del codo, se comprobó la recuperación del 69% de la fuerza. Al cabo de un descanso de 2.5 minutos, se recuperó otro 13%, pasados 7.5 minutos se recuperó otro 18% y a los 42.5 minutos, la recuperación ascendió al 95 %.

Movilización y Sincronización:

Cuando se evalúa la fuerza durante un trabajo prolongado, ha podido observarse una movilización del sistema nervioso superior que redundó en el mejoramiento de la sincronización de las unidades motoras. El fenómeno ocurre de la siguiente manera; después de sostener durante 5 minutos una carga de 10 kgs. en el extremo distal del antebrazo se comprobó que las unidades motoras eran activadas en forma desordenada y se observaron temblor muscular, cambios del tipo respiratorio, enrojecimiento de la piel, perspiración visible y aumento de la tensión de otros músculos; se alteró la posición del cuerpo.

Con gran esfuerzo de voluntad, continuó la prueba. Se produjeron luego ciertos cambios en el control nervioso del trabajo. Gradualmente la actividad de las unidades se tornó rítmica y los potenciales musculares aumentaron indicando la movilización de gran número de unidades motoras, que además actuaban con mayor grado de sincronización. Entonces se pudo continuar el trabajo a nivel más elevado y durante un período considerable. Este fenómeno se conoce con el nombre de " Fase de superación de la fatiga ".

Se ha observado que el entrenamiento provoca más rápidamente la movilización y sincronización durante esta fase.

A veces, a pesar de ponerse la máxima fuerza de voluntad al servicio de la tarea. El trabajo declina y se vuelve imposible de realizar.

Esta es la "Fase de agotamiento total". Ambas fases se consideran como completamente separadas; la primera como un medio de continuar la actividad y la segunda como un límite del trabajo máximo.

Factores mecánicos:

Dos factores influyen sobre la potencia que un músculo puede aplicar a su palanca; la variación en la fuerza de tracción resultante de los diversos grados de estiramiento de los músculos en actividad y la ventaja mecánica de la palanca. La posición de un músculo en la contracción afecta su fuerza de tracción.

En este sentido, la posición óptima es aquella en la cual el músculo está ligeramente estirado y naturalmente, no puede haber tracción ulterior cuando está contraído por completo.

La combinación de estos dos factores durante el movimiento, la ventaja del estiramiento muscular y la ventaja -

mecánica de la tracción desde el ángulo recto, permite que un gran porcentaje de la fuerza total se pueda ejercer en un amplio margen de movimiento.

Los estudios realizados en pesistas campeones demuestran que en general, el hombre más liviano es más fuerte - en proporción a su peso corporal.

No puede esperarse que un hombre pequeño tenga tanta fuerza como uno más grande, pero aquel necesita a su vez - menos fuerza para mover su cuerpo. Por consiguiente, el -- concepto de fuerza por kilogramo de peso corporal es más - significativo que el de fuerza total.

La fuerza está relacionada con la edad y el sexo. Los registros de fuerza en el hombre aumentan rápidamente desde los 12 a los 19 años de edad y en forma proporcional al aumento de peso. Luego siguen aumentando aunque más lentamente, hasta los 30 años, tras lo cual declinan en forma - creciente hasta los 60. Las cifras de fuerza en las muje-- res aumentan regularmente desde los 9 a los 19 años, con - más lentitud hasta los 30 y luego decrecen. El hombre adul-- to promedio es alrededor de 45 % más fuerte que la mujer, aún cuando debe tenerse en cuenta la diferencia en la esta-- tura de uno y otro sexo. La superioridad masculina es ma--

yor en fuerza en el tronco, brazos y hombros que en las --
piernas.

Efectos del entrenamiento de la fuerza:

Solo cuando el músculo se contrae reiteradamente en
sobrecarga responde hipertrofiándose. En la hipertrofia,
la masa de cada fibra aumenta ligeramente y también se --
eleva el número total de miofibrillas.

El diámetro medio de las fibras en la mayoría de los
músculos es de 40 a 50 micras y en términos generales, las
fibras cuyo calibre supera las 80 micras se consideran hi-
pertrofiadas. No obstante existe una amplia variación en -
el tamaño de las fibras de distintos músculos y el diáme--
tro normal medio de los músculos del maslo puede exceder -
de esta cifra.

No se ha conseguido probar que la hipertrofia sea -
una reacción necesariamente deseable. Algunos autores con-
sideran que simplemente se trataría de una consecuencia de
segundo orden del entrenamiento de músculos normales em--
pleando ejercicios de resistencia progresiva y de levanta-
miento de pesas para obtener hipertrofia, no aumenta la --
fuerza en relación con la unidad de peso.

Los aumentos en la circunferencia, después del entrenamiento con pesas, tienen una correlación con el aumento de la fuerza de solo $R = 0,422$. Por otra parte, se ha comprobado que pacientes que han recobrado su fuerza muscular normal, pero no así la circunferencia de sus músculos, pierden su fuerza más rápidamente que quienes recuperaron, junto con su fuerza, la circunferencia de sus músculos.

Se han realizado estudios sobre la naturaleza de la hipertrofia, en un intento para llegar a comprenderla. El aumento masivo del número de capilares como consecuencia -- del entrenamiento podría explicar el aumento de parte de la masa muscular.

Se observó un aumento de hasta el 45% en los músculos de cobayos sometidos a un programa de ejercicios.

Otras consecuencias significativas fueron el espesamiento del sarcolema, el aumento en la cantidad de tejido conjuntivo, del contenido de fosfocreatina y de sustancias no nitrogenadas y de glucógeno. Los músculos activos son -- más ricos en agua que los que se encuentran en reposo, pero se ha determinado que la cantidad de líquido que ingresa en los músculos apenas aumenta su contenido de agua en alrededor del 1%. En otro estudio sobre ratas ejercitadas y no --

se halló que el contenido de agua de los músculos esqueléticos era esencialmente el mismo en ambos grupos, y no se apreciaron diferencias en las concentraciones de nitrógeno y de creatina, aunque los índices de hemoglobina eran considerablemente mayores en los animales ejercitados.

Es posible acrecentar la potencia de los músculos 3 -- veces o más, sin que se registre un aumento proporcional de su volumen. Esto se logra entrenándose con cargas próximas al máximo tolerable y haciendo pocas repeticiones (1 a 5). - El entrenamiento con cargas moderadas (50 a 60% del máximo) y las repeticiones múltiples (20 ó más) conducen a la hipertrofia sin aumentos importantes en la fuerza. La falta de actividad del músculo lleva la disminución del tamaño de sus fibras y al aumento de la proporción de grasa en los tejidos musculares.

La fuerza contráctil de cada fibra disminuye también por la inactividad. El reposo en cama origina, casi inmediatamente, aumento en la producción de nitrógeno urinario y es probable que la mayor parte de la pérdida de nitrógeno durante la atrofia provenga del citoplasma muscular.

Causas del aumento de la fuerza durante el entrenamiento :

Puesto que la hipertrofia ha sido cuestionada como -- explicación del aumento de fuerza en los músculos entrena-- dos, se deben examinar otras causas. Utilizando como pistas los fenómenos que tienen lugar durante el ejercicio, se ana-- lizarán los posibles papeles que desempeñan factores como - la privación de oxígeno, la temperatura y las alteraciones-- en las funciones del sistema nervioso motor.

Al advertir que el ejercicio de resistencia usando -- cargas pesadas emplea los músculos en forma tal que llega a ocluir el flujo sanguíneo, los investigadores se plantearon la hipótesis de que los períodos de hipoxia pueden estimu-- lar aumentos de fuerza. Para ello, fueron sometidos 29 estu-- diantes a oclusiones vasculares por presión externa sobre - el brazo, usando un manguito del aparato para medir la pre-- sión arterial 3 veces por semana.

Simultáneamente, 28 estudiantes realizaron ejercicios estáticos con cargas pesadas. Se utilizaron para control -- otros 29 sujetos. Después de 6 semanas de este régimen, en el grupo que empleaba pesas se observaron aumentos signifi-- cativos de fuerza, mientras que la de sujetos sometidos a - las oclusiones por el ma guito permanecía invariablemente - con respecto a los controles.

De este modo, el déficit de oxígeno no demostró ser -- agente de acrecentamiento de la fuerza.

Los grandes aumentos en el peso que puede ser levantado durante las primeras 2 ó 3 semanas de entrenamiento parecen deberse más a la destreza lograda que a aumentos reales de fuerza en el tejido muscular. Observación apoyada por diferentes autores de que cuando los músculos fueron puestos a prueba en la misma posición en que se ejercitaban, experimentaron incrementos apreciables, pero cuando la prueba se realizó en posiciones insólitas, los aumentos no se manifestaron.

Cierto mejoramiento de la fuerza se logra por medio -- del ejercicio específico que estimule el trabajo de los músculos en sus exactas condiciones espaciales y dinámicas durante la actividad real.

Una explicación de la especificidad del entrenamiento -- sería el hecho de que la musculatura sinergista y antagonista involucrada en el mantenimiento de la postura durante los ejercicios de fuerza puede ser tan susceptible de entrena-- miento como los músculos primarios.

Es posible que el solo acto de pensar en un movimiento llegue a producir un fortalecimiento de éste. Resulta imposible imaginar que se flexiona un brazo y mantenerlo al mismo tiempo completamente relajado. De todos modos, una de las ventajas de emplear pesos máximos o submáximos en el entrenamiento de fuerza es que así se ayuda a poner algunas de las neuronas de umbral elevado dentro de la órbita de la actividad voluntaria.

Aptitud Muscular:

La cantidad óptima de fuerza muscular está levemente por encima de la necesaria para llenar los requerimientos de la actividad diaria. Una reserva de fuerza cubre la actividad física de emergencia y los períodos ocasionales prolongados en que se ven disminuidas la nutrición adecuada y las horas de descanso. Esta reserva ofrece un doble beneficio, también capacita para la actividad diaria, la facilita y la torna más eficaz.

Por otra parte, la fuerza excesiva, especialmente si se acompaña de cantidades masivas de tejido muscular, es inefficiente a causa del trabajo y el tiempo requeridos para mantenerla, y porque la cantidad adicional del tejido cons-

tituye un peso superfluo que debe soportarse y moverse. A pesar de que el exceso de tejido muscular no representa para la salud el mismo problema que la adiposidad exagerada, tiene iguales desventajas desde los puntos de vista metabólicos y mecánico.

Ejercicio para el desarrollo de la fuerza de reserva:

A fin de adquirir y mantener la fuerza adicional necesaria para su reserva, una persona debe someterse regular y frecuentemente a actividades físicas complementarias. Esto es válido tanto para el atleta como para el oficinista. --- Afortunadamente para este último, que puede hallar inconveniente en incluir el ejercicio físico en su horario de actividades, su respuesta fisiológica a una pequeña dosis de --- ejercicio es muy elevada. No ocurre lo mismo con el caso del atleta y del que realiza trabajos pesados, quienes deben trabajar dura y frecuentemente para mantenerse "en forma".

Los músculos abdominales son los que comúnmente necesitan atención, ya que no entran en juego en la mayoría de los trabajos y deportes. Además son difíciles de ejercitar, porque la acción que los pone en juego con más intensidad es generalmente dominada por los músculos flexores de la cadera.

Entrenamiento de fuerza en atletismo:

El atleta que restringe su entrenamiento a la práctica de su deporte solamente, alcanzará cierto grado de fuerza -- muscular adaptándose en cantidad y calidad a las demandas de ese deporte.

En las pruebas de resistencia, la actuación está dentro de los límites de las funciones circulatoria y respiratoria y la fuerza muscular no es exigida al máximo. Después de un período de alrededor de 6 semanas, cuando ya no se puede aumentar la intensidad del entrenamiento porque se está cerca de los límites circulatorios y respiratorios, no ocurre ningún desarrollo adicional de la fuerza muscular.

En algunos deportes en que el trabajo de los músculos individuales es escaso, la fuerza disminuye durante la temporada de competencias. Esto conduce a una falta de fuerza de reserva y puede limitar el desempeño, por lo tanto, el desarrollo de la fuerza debe ser considerado como un componente aparte de las sesiones de entrenamiento atlético.

Resistencia:

Tipos: La resistencia puede considerarse como la capacidad del cuerpo para soportar esfuerzos originados por la acti

vidad prolongada. La aplicación de técnicas de análisis factorial ha permitido aislar 4 factores en la resistencia: El-vasculorrespiratorio, la velocidad, la estructura muscular y la constitución. La resistencia al trabajo exhaustivo depende, principalmente, de la capacidad del organismo para proveer y emplear el oxígeno y desprenderse de las concentraciones crecientes de ácido láctico y anhídrido carbónico.

El entrenamiento para la resistencia incrementa la capilarización del músculo y así suministra más canales para la distribución del oxígeno y sustancias nutritivas y la remoción de los desechos, esta es la base fisiológica que explica porqué los corredores de fondo y otros participantes en competencias atléticas de resistencia no poseen musculatura hipertrofiada, típica de quienes intervienen en actividades que requieren gran fuerza física. La hipertrofia supone una reducción de la superficie de difusión por unidad de volumen de fibra muscular y consecuentemente, una disminución de la provisión de oxígeno a las fibras. A ello se suma la pérdida de eficiencia por la inevitable deformación pasiva de las porciones inactivas de la masa muscular, en comparación con un músculo que contiene una cantidad óptima de tejido contráctil, esto causa a su vez un aumento en el metabolismo en proporción con la tarea desarrollada, lo que reduce su eficiencia.

La resistencia para una actividad moderada (fase estable) depende de la provisión y utilización de combustible como el azúcar. A este factor se le ha asignado una importante decisiva en el trabajo moderado y prolongado y se llegó a sugerir que un trabajo fatigante debería ser precedido de 2 -- días de reposo a fin de facilitar la reposición de las reservas de glucógeno en el organismo.

Durante los períodos prolongados de trabajo sin suministro de alimentos, como ocurre en las pruebas de carreras pedestres y de natación de largas distancias, que requieren más de dos y media horas de duración, el descenso de las reservas de glucógeno se manifiesta por la acentuada disminución del azúcar de la sangre (hipoglucemia) y la instalación de la fatiga. El atleta que participa en estas pruebas se beneficia con ingestiones livianas de alimentos a intervalos frecuentes durante la carrera.

Las respuestas cardiovasculares al esfuerzo muscular estático son distintas de las que se observan durante el ejercicio rítmico. En éste se acelera mucho la frecuencia cardíaca, la presión sistólica aumenta, aunque por lo general se reduce la diastólica, y la resistencia vascular periférica disminuye perceptiblemente.

Las contracciones sostenidas conducen al aumento de las presiones sistólica y diastólica, y solo a una moderada aceleración de la frecuencia cardíaca.

La resistencia vascular periférica se modifica poco ó nada. El factor que ocasiona estas respuestas es el grado del tono muscular y no la magnitud de la participación muscular. Lo mismo que en el ejercicio rítmico, el ascenso de la presión sanguínea indica que el esfuerzo estático produce fatiga. Empleando como norma esta respuesta en los camilleros, se comprobó que solo es posible llevar con las manos 10 Kgs. de peso sin fatigarse, mientras que con un arnés suspendido de los hombros se soportan 80 Kgs.

Fuerza:

La fuerza de los músculos es un factor limitante de la resistencia. Una carga que es portada fácilmente por músculos fuerte, puede agotar un rapidez a músculos débiles. Si un músculo fuerte levanta una carga bastante liviana, solo necesita poner en juego un número relativamente pequeño de fibras. Cuando éstas comienzan a fatigarse, su umbral de irritabilidad se eleva y dejan de responder a los estímulos, estos a su vez ponen en acción a otras fibras que se hacen cargo de la tarea, mientras que las fatigadas se van recuperando y reanudan su trabajo más tarde, en caso necesario.

Adiposidad:

Como la grasa aumenta la carga que el sujeto debe trasladar en cada movimiento, se convierte en factor limitante de la resistencia. Los atletas entrenados para pruebas de resistencia tratan de reducir al mínimo su contenido de grasa corporal. Constituyen una excepción a esta regla los nadadores de larga distancia, quienes buscan conservar una capa de tejido adiposo subcutáneo, que al aumentar su flotabilidad y disminuir la pérdida de calor, ofrece mayores ventajas que el inconveniente de transportar un peso mayor.

Cierta cantidad de tejido adiposo es también deseable cuando se realizan tareas cuya naturaleza determina prolongada restricción en la alimentación.

Respiración:

A pesar de que la capacidad pulmonar y otros factores de la ventilación no parecen constituirse en factores limitantes de la resistencia, pueden existir otros factores respiratorios que dificultan la exactitud de las adaptaciones fisiológicas necesarias para sostener una actividad física continuada. El fenómeno de la hiperventilación en personas no entrenada, que indudablemente restringe su capacidad para continuar el trabajo, es aún poco comprendido.

La complejidad de los estímulos que controlan la respiración, puede ser aún mayor por la intervención de sustancias (no identificadas) que se producen durante el ejercicio y que estimulan a los quimiorreceptores.

Circulación:

La respiración adecuada no solo requiere que el oxígeno se halle disponible en los pulmones, sino también que sea fijado por la sangre y transportado a los músculos. Las pruebas actuales sugieren que cuando el flujo sanguíneo es máximo, como sucede durante el ejercicio intenso, el oxígeno puede ser absorbido en forma insuficiente y la sangre tiene en realidad una tensión de oxígeno inferior a la óptima cuando sale de los pulmones.

La proporción en la cual el oxígeno es suministrado a los músculos depende del ritmo de circulación de la sangre. El incremento de volumen sistólico durante el trabajo muscular es producido por el vaciado más completo de los ventrículos durante la sístole.

Los efectos nerviosos y hormonales fueron mencionados como causas del aumento en la potencia de la contracción sistólica.

Entrenamiento para pruebas de resistencia:

Además del entrenamiento del ritmo, la resistencia puede aumentar con el mejoramiento de la condición física general, el incremento de la fuerza muscular, la coordinación neuromuscular más adecuada y las regulaciones fisicoquímicas. A fin de mejorar la resistencia, las actividades pueden ser aceleradas o prolongadas y de preferencia deberían exigir los mismos movimientos que serán empleados durante la competencia. Mediante exposiciones sucesivas, el atleta acrecienta su resistencia a los síntomas de fatiga hasta alcanzar los límites fisiológicos.

La capacidad para soportar la fatiga es probablemente, el factor más importante en la resistencia para un trabajo muscular prolongado.

Por medio de la práctica de pruebas de resistencia, los sistemas circulatorio y respiratorio se tornan más eficientes en el suministro de oxígeno y en la eliminación de los productos de desecho del metabolismo. Los sistemas de termorregulación capacitan al organismo para adaptarse en forma conveniente al calor del trabajo muscular; los músculos esqueléticos y cardíaco se vuelven más fuertes y más eficientes.

El entrenamiento del sistema nervioso favorece la coordinación de los movimientos, permite eliminar las acciones -- inútiles y se perfecciona la interacción de los músculos si--nergistas y antagonistas. La dieta y el ejercicio mejoran la capacidad de transporte del oxígeno por la sangre y el orga--nismo tiene mayor capacidad para movilizar y distribuir los -- principios de nutrición necesarios para el sostenimiento de -- la actividad física.

Medidas de la resistencia:

Durante el reposo, las diferencias fisiológicas entre -- un atleta con alto nivel de resistencia y una persona con es--caza resistencia son imperceptibles.

Cuando ambos comienzan un trabajo, las diferencias se -- manifiestan rápidamente y resultan más notables si se ejecu--tan tareas más intensas. Un atleta con gran resistencia se ca--racteriza por su capacidad para tolerar altos niveles de áci--do láctico y para utilizar grandes volúmenes de oxígeno y tam--bién por la menor frecuencia cardíaca durante el trabajo pro--longado.

El retorno de la frecuencia cardíaca y de la concentra--ción de ácido láctico a la normalidad se produce más pronto -- en un atleta entrenado.

Resumiendo, un atleta con gran resistencia puede llevar a cabo un trabajo exhaustivo durante un tiempo más largo y es tablecer un equilibrio fisiológico a niveles de trabajo más elevados. Se puede recuperar más rápidamente de su tarea y de esa manera, está capacitado para comenzar una nueva etapa de trabajo intenso antes que cualquier otra persona de poca resistencia.

III PRINCIPALES Y MÁS FRECUENTES LESIONES QUE SUFRE EL DEPORTISTA Y SU TRATAMIENTO DE REHABILITACION:

Como en un principio se menciona, los deportistas sufren una serie de lesiones en cuyo porcentaje el 97 % son de origen músculo-tendinoso, por lo cual mencionaremos las lesiones principales y más frecuentes y en cuyo tratamiento la Medicina de Rehabilitación juega un papel primordial, para la recuperación del deportista y su reintegración a su medio de vida.

Articulación de la rodilla:

Traumatismos de rodilla: Las lesiones meniscales de origen traumático, apesar de que con frecuencia surjan sobre la base de una degeneración del tejido meniscal condicionada por la constitución del paciente y por fenómenos degenerativos, patología que se relaciona con traumas únicos o repetidos, tanto de pequeña como de mayor intensidad.

Son relativamente frecuentes las rupturas o arrancamientos del menisco interno que surgen como efecto de traumas en el transcurso de la actividad física. La fuerza más adecuada para provocar una lesión meniscal es la que actúa de modo indirecto sobre la rodilla realizando un movimiento de rotación, como, por ejemplo, una súbita e intensa rotación del cuerpo estando el pie fijo en el suelo. Cuando previamente existe una

degeneración meniscal avanzada, bastan pequeñas fuerzas para provocar la ruptura. Si las alteraciones degenerativas son intensas, la lesión meniscal puede también producirse sin traumatismo. Ello es frecuente principalmente a nivel del menisco externo.

Signos típicos de lesión meniscal son el dolor de la articulación de la rodilla a la hiperextensión, dolor al giro de la pierna y a la compresión a nivel de la interlínea articular interna o bien externa. Una luxación del menisco desprendido ocasiona un bloqueo articular súbito. Por lo demás se observa una discreta limitación de la extensión de la rodilla. Cuando existe una ruptura meniscal manifiesta el tratamiento conservador carece de sentido, en el curso de los años puede producirse una grave alteración artrósica de la rodilla. En cambio la artrotomía con extirpación del menisco lesionado procura una liberación concreta de las molestias y el restablecimiento del funcionalismo normal de la articulación afectada. Cuando la herida cura normalmente, pasados 10 días de reposo pueden iniciarse los masajes de la musculatura del muslo y de la pierna y la realización de contracciones musculares. A las 3 semanas se permitirá la carga de la extremidad. El tratamiento funcional dependerá de la existencia de una artritis posttraumática o bien de la extensión de las lesiones concomitantes, que no son infrecuentes.

En algunas ocasiones la ruptura de los ligamentos cruzados tiene lugar en combinación con rupturas meniscales de causa traumática. Aparecen también juntamente con lesiones de los ligamentos laterales.

En cambio, se observa raramente aislada. Según el mecanismo accidental se produce la ruptura del ligamento cruzado anterior o bien del posterior pudiendo también romperse ambos a la vez.

Se demuestra su ruptura cuando existe un "signo del cajón" positivo. En pacientes jóvenes resulta posible su sustitución plástica pero, por lo general, la terapéutica se limita a realizar ejercicios de fortalecimiento del manto muscular y de retracción del aparato ligamentoso, ya que de este modo puede compensarse ampliamente el déficit de los ligamentos cruzados.

También son muy frecuentes las lesiones de los ligamentos laterales de la rodilla que suelen producirse por la acción de fuerzas que actúan indirectamente sobre la rodilla tanto cuando ésta se encuentra flexionada como extendida. El ligamento lateral interno se lesiona con más frecuencia que el externo. A la palpación se encuentra un punto doloroso a nivel de la inserción ligamentosa en el cóndilo, junto en el que pueden encontrarse arrancamientos periósticos, que más tarde

se evidenciarán en la radiografía en forma de pequeños nódulos óseos paracondíleos que se llaman sombras de Stida. Cuando existe una lesión ligamentosa puede encontrarse también un punto de dolor a nivel de la inserción del ligamento en la meseta tibial, así como en el curso del ligamento mismo. Cuando está desgarrado el ligamento lateral externo se produce el dolor al varizar la rodilla. Si el lesionado es el ligamento interno, el dolor se manifiesta al valguizar dicha articulación.

Las rupturas ligamentosas conducen a una movilidad lateral anormal de la rodilla y al llamado bostezo articular del lado lesionado. Las rupturas de los ligamentos se tratan quirúrgicamente realizando su sutura o plastia cuando la lesión presenta cierta importancia.

Después de la intervención o cuando se realiza simplemente un tratamiento conservador, la inmovilización enyesada se prolongará de 6 a 12 semanas de acuerdo con la gravedad del desgarre. Cuando se ha producido una simple distensión ligamentosa suele bastar el reposo en cama durante una semana, a continuación de la cual se aplicará un vendaje elástico, el tratamiento por el ejercicio después de una ruptura de un ligamento lateral de la rodilla tiene una especial importancia y debe realizarse activamente. Incluso cuando la -

rodilla se inmoviliza mediante una calza enyesada, el lesionado debe realizar ejercicios activos con el máximo interés para que, una vez quitado el yeso, la recuperación sea lo más rápida posible.

Es frecuente que la distorsión de la rodilla dé la impresión, en la primera exploración que se realiza, de que uno se halla ante una lesión meniscal o ligamentosa. La distorsión va frecuentemente combinada con un derrame hemático, que es debido a una participación de la sinovial y de la cápsula.

Según la importancia de las molestias y de las alteraciones patológicas, el tratamiento consistirá en la aplicación de un vendaje elástico quedando libres la movilidad de la rodilla y la carga de ésta o bien en su inmovilización mediante un vendaje o una simple férula de yeso. Cabe decir que una distorsión puede albergar lesiones serias del aparato cápsulo-ligamentoso e incluso de los meniscos.

Sin embargo, la simple contusión de la rodilla, por ejemplo por caída sobre esta articulación, suele tener menos importancia y con frecuencia no ocasiona más que un derrame hemático prepatelar y a nivel de la meseta tibial.

En las fracturas de rótula se distinguen en primer término, las fracturas en estrella de las fracturas transversales. En cada caso habrá que decidirse por el tratamiento conservador, por la sutura, el atornillado o incluso la extirpación de la totalidad o de parte de la rótula, valorando las ventajas y los inconvenientes que cada uno de estos procedimientos reporta. Dependerá del tipo de tratamiento realizado y de la extensión de la ruptura del aparato extensor el momento en el cual se permitirá cargar la extremidad.

En el caso más favorable, la carga se permitirá ya a los 14 días, estando la pierna provista de una calza enyesada. La limitación de la flexión de la rodilla suele ser considerable después de una inmovilización enyesada prolongada. La mejoría de esta flexión vendría determinada y no en último término, por el tratamiento fisioterápico que a continuación se realice.

Tratamiento Fisioterápico ulterior a los traumatismos de la rodilla:

Directrices generales:

1.- Cuando la rodilla se encuentra inmovilizada en la calza de yeso, se realizarán ejercicios de tensión del músculo cua-

dríceps, y abriendo una ventana en el yeso, puede practicarse también electroterapia (corrientes farádicas o exponenciales). Se realizarán ejercicios de la musculatura de las articulaciones no inmovilizadas, ejercicios activos y en ciertos casos -- asistidos, es decir eliminando su propio peso, por lo general resulta necesario fortalecer la pierna sana.

2.- Una vez quitado el vendaje de yeso, se realizarán exclusivamente ejercicios activos, se comienza con la extensión (excepción: lesión de los ligamentos cruzados y fractura de rótula intervenida con un cinchado de tracción).

Resulta preciso sostener con la mano la articulación de la rodilla y la pierna durante todo el tiempo que la rodilla -- precise, hasta alcanzar la extensión completa. Cuando ésta se ha conseguido ya, si no hay derrame articular puede comenzarse a practicar la flexión. Se realizarán los ejercicios sólo hasta el límite del dolor.

En muchos traumatismos simples de la rodilla, es frecuente que no sea preciso realizar ejercicios de flexión.

3.- Pueden tener un efecto favorable los masajes blandos y relajantes a nivel de la musculatura que se ejercita, pudiendo practicarse entre los ejercicios.

4.- En los ejercicios contra resistencia hay que tener cuidado de que no se ejerza ninguna acción de palanca a nivel de rodilla o del foco de la fractura.

Una mano de la fisioterapeuta realizará la fijación correspondiente, por lo general no resulta adecuado aplicar resistencia a nivel de la rótula misma.

5.- Siempre que la lesión lo permita, pueden realizarse los ejercicios en diversas posiciones, por ejemplo: sin carga, con carga, con carga parcial o con carga total.

6.- Como preparación para levantarse y andar, con frecuencia resulta necesario un entrenamiento complementario de la musculatura de los brazos -músculo tríceps, dorsal ancho- para ello resulta muy indicados los ejercicios unilaterales o alternantes realizados con ayuda de pulleys elásticos.

7.- El entrenamiento de la marcha no deberá faltar nunca en el tratamiento de una lesión de la rodilla. En ella se ejecutará la función de los músculos glúteos, cuádriceps, tríceps y del pie.

Directrices fisioterápicas especiales:

Distorsión sin distensión ligamentosa evidente (o contusión) de la rodilla, por lo general la inmovilización dura 3 semanas, que el paciente pasará provisto de una calza enyesada.

En algunos casos se aplica a continuación un vendaje -- elástico por 8 o 10 días. Una vez extraído el vendaje, debe realizarse un entrenamiento dirigido del cuádriceps (primero sin resistencia rotuliana), pudiéndose también realizar ejercicios en el sentido de la llamada reeducación del ligamento lateral interno.

Lesión de los ligamentos laterales:

Se trata predominantemente de lesiones del ligamento lateral interno. Cuando se ha realizado un tratamiento conservador, el paciente habrá pasado generalmente de 6 a 8 semanas de inmovilización con el vendaje de yeso.

Ejercicios conservadores: Se realiza principalmente ejercicios en el sentido del llamado entrenamiento del ligamento lateral interno, que consiste en la tensión combinada del músculo cuádriceps con una tensión isométrica de los aductores de la cadera, de los rotadores internos de la cadera. Todo ello a la vez que el paciente realiza una supinación a nivel de la articulación subastragalina. Se admite que con este movimiento

se consigue un aumento de la tensión a nivel del lado interno de la pierna, la intensidad de estos ejercicios puede irse aumentando, así como la amplitud del movimiento, o poniendo diversas resistencias y realizando un trabajo muscular excéntrico. Aparte de ello puede inducirse muy bien en este movimiento complejo la flexión de la cadera.

La técnica de los movimientos complejos puede emplearse con variantes.

Si se tratase de una lesión del ligamento lateral externo no puede realizarse en movimiento combinado la abducción y la rotación interna, realizando simultáneamente la pronación de la articulación subastragalina. Como es natural, es condición previa necesaria una tensión satisfactoria del músculo cuádriceps. Es imprescindible sostener la rodilla con la mano, igual que la pierna.

Tratamiento en el postoperatorio:

1.- Ejercicios de los pies en combinación con el músculo cuádriceps, en el sentido del entrenamiento del ligamento lateral interno.

2.- Ejercicios de la musculatura glútea, así como ejercicios -

combinados de los grupos musculares importantes para la bipedestación y la marcha.

3.- En las primeras sesiones, la resistencia debe oponerse solamente entre la articulación de la rodilla y de la cadera.

4.- Intensificación de las posiciones iniciales, después del - decúbito supino debería colocarse al paciente en decúbito prono y en último término en decúbito lateral, ya que éste hace - que el paciente aqueje frecuentemente dolores, principalmente - mientras la rodilla no pueda mantener todavía la extensión completa.

5.- Ejercicios en el agua.

6.- Cuando la cicatriz ha curado bien, la primera carga de la - extremidad se realiza aproximadamente durante la tercera semana de ejercicios, primeramente dentro del foso de agua.

Lesión de los ligamentos cruzados:

Tratamiento conservador: Cuando existe una distensión leve de estos ligamentos, resulta posible realizar un tratamiento conservador exclusivamente con ejercicios y fisioterapia.

En primer término, éstos irán dirigidos a fortalecer la - musculatura del muslo, principalmente los flexores de la rodilla.

En primer término, se realizarán los ejercicios sin carga, -- partiendo de diversas posiciones iniciales de la cadena muscular (flexores de cadera, flexores de rodilla) aplicando diversas resistencias manuales. Sin embargo, no deben restringirse los ejercicios del músculo cuádriceps, debiendo evitarse todo movimiento que se realice en el sentido de hiperextensión de la rodilla.

Los ejercicios en el agua son siempre un buen complemento terapéutico. Cuando se ha realizado un tratamiento conservador con inmovilización enyesada de varias semanas (aproximadamente 8) a las medidas descritas anteriormente se añade la necesidad de reestablecer una relación cinética correcta entre los flexores y extensores de rodilla.

Si se realizan ejercicios en exceso, existe el peligro de que se produzca un derrame por irritación. Al principio se trabaja mejor realizando ejercicios de contracción isométrica.

El tratamiento operatorio consiste en la realización de una plastia de ligamentos, que requieren inmovilización (aproximadamente 6 semanas de vendaje de yeso de la pierna y el muslo y 2 semanas más de calza enyesada). Pasados aproximadamente de 8 a 14 días se iniciará el tratamiento en forma de

ejercicios de tensión dentro del yeso. Una vez quitado ésta se realizarán ejercicios en el sentido del entrenamiento muscular general de la pierna.

En la cuarta semana de ejercicios se iniciara la carga - de la pierna lesionada en el tanque terapéutico en el agua. Pasadas de 4 a 6 semanas del inicio de los ejercicios debería alcanzarse una flexión satisfactoria de 90 grados.

Lesiones meniscales:

Tratamiento conservador ulterior a la inmovilización en yeso:

Cuando en una lesión meniscal leve se ha realizado tratamiento conservador, éste habrá consistido en la inmovilización de la rodilla en un vendaje de yeso durante aproximadamente 3 - 3 semanas.

Generalmente se encuentra lesionado el menisco interno -- siendo frecuente la lesión asociada del ligamento lateral interno y de la cápsula. Al principio deberán emplearse intensamente los ejercicios de tensión isométrica, añadiéndose en la intensificación progresiva del tratamiento el llamado entrenamiento -- del ligamento lateral interno.

Tratamiento Postoperatorio. (con inmovilización en yeso).

Después del tratamiento operatorio (meniscectomía), la fisioterapia deberá respetar la inmovilización postoperatoria. Cuando se aplica un vendaje de yeso por lo general se practica al cuarto día una ventana a nivel del muslo.

Ello permite controlar la realización correcta de ejercicios isométricos de tensión del músculo cuádriceps, que se controlarán al menos dos veces al día. La electroterapia, como ya hemos dicho antes, puede representar una ayuda para la readucción del músculo. Por lo demás, el paciente debería ser exhortado a realizar él mismo los ejercicios durante el día. Resulta especialmente importante que de la tensión del músculo se pase muy lentamente a la fase de relajación.

Aproximadamente al séptimo día de vendaje se abrirá en valva, lo cual permitirá incrementar la intensidad de los ejercicios. Se realizará un entrenamiento sistemático del músculo cuádriceps además de la musculatura del pie y de los glúteos, realizándose este entrenamiento en el sentido del fortalecimiento del ligamento lateral interno, hasta que la rodilla haya alcanzado la extensión completa. Cuando el paciente pueda doblar la rodilla hasta los 90 grados, lo cual suele ocurrir al final de la segunda semana después de la ope

ración, le será permitido levantarse. La rodilla se venderá previamente con una venda elástica o aplicando un ligero vendaje compresivo. Cuando el paciente abandona la clínica, lo cual ocurre aproximadamente durante la tercera semana, se realizará un tratamiento ambulatorio dirigido. Deberá advertirse a los deportistas en activo, que durante varios meses no podrán practicar deportes tales como el fútbol y el atletismo.

Tratamiento postoperatorio (sin inmovilización en yeso).

Si no se realiza una inmovilización enyesada después de la operación, ya en los primeros días del postoperatorio podrán realizarse ejercicios de tensión isométrica, dosificados con precaución, para comenzar el fortalecimiento del músculo-cuadriceps, que se ejercitará 2 ó 3 veces diarias. En los días subsiguientes se añadirán ejercicios de tensión para la totalidad de la musculatura de la pierna.

En este tratamiento tiene una especial importancia que el paciente colabore con exactitud y se atenga de modo estricto a las indicaciones del médico y de la fisioterapeuta. El éxito de la operación dependerá de ello, además de la exacta dosificación de los ejercicios. El peligro de que se produzca un derrame articular es muy grande.

Pasados 8 días pueden intensificarse los ejercicios de acuerdo con lo ya descrito. Puede coadyuvar a la eficacia del tratamiento la aplicación de bolsas de hielo.

Fractura de rótula:

Tratamiento conservador:

Inmovilización en calza de yeso, durante 6 semanas aproximadamente. Ejercicios de tensión isométrica bien dosificada por el músculo cuádriceps. No se aplicará resistencia alguna a nivel de la rótula. Deberían realizarse ejercicios de fortalecimiento de la musculatura, de la cadera y del tobillo, a fin de influir favorablemente a los extensores de la rodilla y al grupo muscular isquiorural.

Debe enseñarse al enfermo a realizar por sí mismo ejercicios de tensión isométrica, especialmente del músculo cuádriceps.

Cuanto antes, deben iniciarse los ejercicios de tensión de la musculatura isquiorural. Es importante realizar un inteligente incremento del entrenamiento del cuádriceps mediante diversas técnicas fisioterápicas, por ejemplo, movimientos complejos.

En tanto que la extensión completa de la rodilla no pueda mantenerse, la pierna y la rodilla deben ser sostenidas por la fisioterapeuta.

Como medidas coadyuvantes a esta terapéutica cabe contar con la movilización en el agua, el masaje subacuático y la aplicación de hielo. A veces es necesario realizar una movilización activa de la rodilla siguiendo los procedimientos habituales para el tratamiento de las contracturas. El tratamiento terminará siempre con ejercicios destinados a la extensión de la rodilla.

Es importante realizar una dosificación exacta de los movimientos debido al peligro de que se produzca un derrame articular.

Se realizarán ejercicios con la llamada tracción de trabajo, es decir, el paciente realiza ejercicios activos mediante un peso adecuada al tipo de fractura y a la fuerza muscular por ejemplo, en el sentido de la flexión.

No deberían realizarse mediciones con excesiva frecuencia a nivel de la articulación de la rodilla. Si la movilidad

no mejora en la medida deseada, puede ponerse en peligro una colaboración satisfactoria por parte del paciente.

Aprenuzaje de la marcha.

Tratamiento operatorio:

Fractura comminuta de la rótula con patelectomía parcial o total (inmovilización 3 semanas aproximadamente).

Los ejercicios de tensión para el cuádriceps deben dosificarse todavía con más exactitud que cuando se realizan tratamientos conservadores. Mientras se realizan los ejercicios de la musculatura de la cadera y del tobillo, la pierna y principalmente la rodilla deben ser cómodamente sostenidas por la fisioterapeuta. Si se trata de una patelectomía total, pueden surgir dificultades hasta que se consiga la extensión completa de la rodilla. A pesar de ello deberían iniciarse precozmente los ejercicios de tensión para el grupo muscular isquiotibial. En ciertos casos puede requerir la cicatriz una atención especial.

El curso ulterior del tratamiento será similar al del -- que se realiza en las fracturas de rótula tratadas con métodos

conservadores. La primera carga de la pierna se realizará en la fase de marcha en el agua.

Tobillo:

Esguince: Es el daño más común que experimenta un deportista, - este puede variar desde una simple distensión de los ligamentos hasta el desprendimiento de éstos. Ya sea con avulsión y sin avulsión de los huesos en que se insertan.

El tobillo sufre un esguince, cuando los ligamentos se estiran exageradamente, esto ocurre cuando se aplica una tensión al tobillo, que está en una posición inestable, esta se presenta cuando se encuentra en flexión plantar y en esta posición es cuando una inversión o eversión exageradas estiran los ligamentos, cosa muy común en el fútbol.

Esguince por inversión: Es el más común, es el causado por el esfuerzo de inversión cuando el pie se encuentra en ligera flexión plantar, y produce el estiramiento de los ligamentos laterales colaterales. El ligamento astrágalo peroneo anterior es el que resulta más afectado.

El esguince simple: mantiene la estabilidad normal de la articulación, pero si es severo se presenta inestabilidad de la

articulación.

Diagnóstico: El paciente refiere la historia del accidente, al referir el tipo de movimiento que causó el accidente, junto -- con la presencia de inflamación y equimosis y el sitio del dolor.

En el esquince simple, si el pie está pasivamente invertido, el astrágalo se mantiene en posición adecuada y no es posible palpar ninguna solución de continuidad entre este y el maleolo.

Si ha ocurrido un desprendimiento, el pie no puede invertirse a un grado mayor que lo normal y el astrágalo se separa -- del maleolo externo.

Las radiografías con el pie completamente invertido, indicarán el grado de inclinación del astrágalo, lo cual señalará -- la presencia, así como la extensión del desprendimiento de los ligamentos. Otra indicación del desgarró o de laxitud de los ligamentos, será cualquier movimiento que ocurra con el pie en -- dorsiflexión, ya que normalmente la inversión y la eversión del pie, no son posibles en esa posición.

Tratamiento:

- 1.- Vendaje para contrarrestar la inflamación.
- 2.- Crioterapia 15 ó 20 minutos, los 3 ó 4 primeros días.
- 3.- Calor después de la crioterapia.
- 4.- Antiinflamatorios.
- 5.- Elevación de la pierna.
- 6.- El vendaje debe ser mantenido de 7 a 8 días.
- 7.- Ejercicios de movilización activa de tobillo en todos sus arcos de movilidad.
- 8.- Al desaparecer la inflamación, se venda el pie en forma de tejido de una canasta con tela adhesiva y se volverá a soportar peso. Se evitará el deporte de competencia de 1 a 3 semanas.

En daño por inversión con avulsión o desgarro del ligamento lateral, se aplica aparato de yeso, que mantenga el pie en ángulo recto, manteniendo el pie y el tobillo ligeramente elevados, el aparato se deja por 10 semanas.

Después de quitar el yeso se usará como tratamiento:

- 1.- Aplicación de calor.
- 2.- Movilización del tobillo en forma pasiva.
- 3.- Reeducación muscular o fortalecimiento de los músculos del tobillo.

IV. PRINCIPALES DEFECTOS POSTURALES OBSERVADOS EN LOS DEPORTISTAS Y SU TRATAMIENTO DE REHABILITACION.

Dada la frecuencia de defectos posturales, que se observan en la mayoría de la población es justo consignar, que el deportista padece los mismos defectos posturales y que le repercuten al momento de practicar la actividad deportiva.

Por lo cual en este capítulo se describirán los defectos posturales más frecuentes observados en deportistas y el tratamiento adecuado desde el punto de vista de Medicina de Rehabilitación.

Genu Valgum : (pierna en X).

Es la deformidad más frecuente de la articulación de la rodilla manteniendo las piernas extendidas y contactando ambos cóndilos femorales internos, las piernas se desvían hacia afuera. Durante el desarrollo fisiológico del crecimiento de las extremidades inferiores, y a partir de un genu varo preexistente, se origina entre el segundo y el quinto año de vida una posición de valgo que no obstante, podrá compensarse de manera espontánea hasta aproximadamente el décimo año de la vida.

Etiología:

- 1.- Congénita.
- 2.- Raquitismo.
- 3.-

- 3.- Crecimiento defectuoso por alteraciones inflamatorias localizadas en la proximidad de una epífisis, neoplásicas o traumáticas.
- 4.- Debilidad de ligamentos.
- 5.- Posición del pie en valgo.
- 6.- Contractura en ADM de la cadera.
- 7.- Alteraciones endocrinas.
- 8.- Fracturas de la extremidad inferior consolidadas en mala posición.

Clinicas: El vértice de la angulación del genu valgum se localiza generalmente en la articulación de la rodilla, y con menos frecuencia en el ténar (en la proximidad de la articulación de la rodilla), o en la metafisis tibial.

La deformidad se presenta de forma unilateral o bilateral. Simultáneamente con pierna en X se origina a menudo el pie valgo.

Existen siempre hiperdistensiones ligamentosas a nivel de las articulaciones de la rodilla y del pie originadas por una debilidad notable del tejido conjuntivo o bien por una sobrecarga. La carga artifiológica de la articulación de la rodilla puede motivar estados de irritación de la cápsula articular, tumefacción, formación de derrames y artrosis deformante.

Tratamiento:

La posición en X de la pierna deberá comprenderse como una deformidad preartrósica en el sentido de Hackenbroch, sufriendo además las articulaciones próximas a la rodilla una carga alterada. Todo ello hace necesaria una intervención terapéutica, aplicándose ésta en primer lugar a la enfermedad fundamental. Un tratamiento de tipo conservador puede dar resultados positivos sólo cuando el crecimiento no haya finalizado todavía y siempre que la deformación en X de la pierna no sea demasiado pronunciada. El tratamiento fisioterápico para el fortalecimiento de la musculatura de la pierna cobra asimismo una importancia primordial. La colocación y aplicación de vaivas de yeso, vendajes y férulas se recomienda en la mayoría de los casos sólo durante la noche.

En caso de que la deformación de la rodilla se haya originado por causa de un raquitismo, el tratamiento antirraquítico deberá realizarse con posterioridad a las medidas conservadoras correctoras del eje del miembro, no se hará con anterioridad, ya que el hueso raquítico podrá enderezarse mejor por la acción de los vendajes de yeso correctores por razón de su blandura.

Al existir un pie valgo, deberán prescribirse plantillas que abracen el talón y provistas de cuña de supinación, recomendables así mismo al presentarse trastornos de sobrecarga en la pierna en X del adulto. En estos casos podrá conseguirse también un efecto de descarga eficaz mediante una elevación del borde interno del zapato. En el niño, las plantillas activas según Spitzzy pueden ser de elevado valor como tratamiento de intervalo. En el caso de que exista una pierna en X de compensación, deberá procederse a una intervención quirúrgica, efectuándose la osteotomía correctora del eje en el lugar de la incurvación principal, que por lo general, será en la zona de la meseta tibial. Pueden conseguirse excelentes resultados con la osteotomía pendular, que podrá efectuarse a cualquier edad. Se practica osteotomía de la meseta tibial a nivel proximal a la inserción del ligamento rotuliano, en forma de V con el vértice apuntando en sentido craneal. La corrección del eje lograda de esta manera se inmoviliza con un vendaje de yeso.

Genu Varum (pierna en O)

En el genu varum, que en la edad del lactante es fisiológico en su forma leve, existe, al unir los tobillos, una distancia de magnitud variable entre la parte interior de las articulaciones de la rodilla. El vértice de la curvatura, que abarca uniformemente la totalidad de la pierna adoptando una --

convexidad externa, coincide con la zona de la articulación de la rodilla.

Etiología:

- 1.- Congénita.
- 2.- Raquitismo.
- 3.- Condrosdistrofia.
- 4.- Disostosis y displasias metafisiarias.

Mientras que en las afecciones precedentes se trata de formas bilaterales, el genu varum unilateral se presenta motivado por trastornos epifisiarios de crecimiento, en osteomielitis, procesos neoplásicos y como secuela postraumática.

Clinica:

En esta deformidad de las extremidades inferiores que se presenta unilateral o bilateralmente, se afectan en la mayoría de los casos el fémur y la tibia.

Las piernas se encuentran rotadas hacia adentro y torsionadas. En muchos casos se añade un pie plano. Las distensiones antifisiológicas del aparato capsuloligamentoso de la rodilla pueden originar fenómenos irritativos con formación de derrames articulares.

A veces, en consecuencia, se constituye una rodilla bai-

lante o un genu recurvatum. Igual que en el genu valgum, se origina también aquí, tarde o temprano una gomatrosis por razón de la sobrecarga de la articulación.

Tratamiento:

Debería tratarse en primer lugar la enfermedad básica. Las medidas conservadoras corresponden en principio a las aplicadas al genu valgum, siendo, no obstante, la meta opuesta del tratamiento. Al existir un raquitismo, la corrección por etapas con vendaje de yeso deberá, en lo posible, iniciarse antes de comenzar el tratamiento antirraquítico.

En casos leves, el tratamiento fisioterápico dirigido se complementa mediante valvas correctoras de yeso que se aplican durante la noche. Caso de que en el adulto la carga desproporcionada de las articulaciones de las rodillas originase dolores, deberán llevarse zapatos con los bordes externos elevados para lograr una descarga parcial. En caso de que falle el tratamiento conservador o que la deformidad sea ya demasiado marcada al inicio del tratamiento, se efectuaran osteotomías correctoras, generalmente en el lugar donde la curvatura es más pronunciada. En la mayoría de los casos este punto se halla en la zona de la articulación de la rodilla y de la pierna, y solo en pocos casos este punto se halla en la parte distal del fémur. Pueden lograr-

se muy buenos resultados con la osteotomía pendular que se practica a nivel de la meseta tibial. La intervención requiere la inmovilización ulterior en yeso de la zona intervenida.

Tratamiento fisioterápico de las deformidades de la rodilla:

En el genu valgum y varum: La meta del tratamiento fisioterápico es un entrenamiento dirigido del grupo muscular interno - en el músculo, así como de las partes internas del músculo cuadriceps, abarcando asimismo el tratamiento la estática perturbada - del pie.

Para la práctica de los ejercicios comunes se recomienda la posición de sastre como posición de partida. En esta posición - las rodillas deberán juntarse y luego extenderse juntas. Otros - ejercicios se efectúan con aplicación de vendajes, vendándose -- juntos ambos pies y colocando un cojín entre las rodillas. Deberá practicarse la marcha en sendero angosto, lográndose este propósito perfectamente sobre una plancha estrecha.

Los ejercicios dirigidos consisten en el llamado entrenamiento del ligamento lateral interno, tal como se realiza también después de lesión es del menisco interno, hiperdistensión -- del ligamento lateral interno, etc.

Como ejercicio previo se realiza el juego de la rótula, - aplicándose la resistencia en el borde superior interno de la - misma. A continuación se practica la aducción de la pierna ex- - tendida con el pie supinado y adducido. La fisioterapeuta se co- - loca al lado o al pie de la mesa de tratamiento, colocando una- - mano debajo del hueso popliteo del paciente y cogiendo con la - otra mano el pie anterior desde el lado interno.

Con esta maniobra se indica la dirección del movimiento, - practicándose, en sentido contrario, una ligera resistencia que - aumenta paulatinamente.

De esta manera se refuerza la musculatura cuyos tendones- - recubren el lado interno de la articulación de la rodilla, asi- - como la zona interna del músculo cuádriceps. A veces se consi- - gue una mejor contracción al estar la cadera situada en ligera- - rotación externa. Otros pacientes aprenden el ejercicio más fa- - cilmente y de manera más exacta al colocar la pierna durante la - aducción en una posición de rotación interna por la cadera. Pa- - ra incrementar la intensidad del ejercicio y practicando siem- - pre el mismo movimiento, la pierna se levanta del plano de apoyo y - se lleva por encima de la otra pierna manteniendo la contracción - del músculo cuádriceps. En caso de que la musculatura sea bas- - tante fuerte, el ejercicio podrá efectuarse también de manera ---

excéntrica, es decir, el paciente mantiene la tensión y la fisioterapeuta gira lentamente la pierna hacia su posición de partida, manteniendo siempre las manos colocadas en el mismo lugar como al principio.

Después de osteotomías penulares de la meseta de la tibia y osteotomías supracondíleas correctoras de pierna, la inmovilización se efectúa generalmente durante 6 a 8 semanas en yeso PPP. Durante este período podrán practicarse, si se juzga conveniente ejercicios consensuales y podrá iniciarse eventualmente el tratamiento fisioterápico de la posición defectuosa del pie.

De manera análoga el tratamiento fisioterápico del genu valgum, se indica durante el tratamiento del genu varum ejercicios para el aparato ligamentoso lateral de la articulación de la rodilla (pronación del pie, abducción de la cadera).

En el entrenamiento de la estática general de la pierna, cobra gran importancia la valoración de la forma defectuosa del pie, ante todo en plena carga.

Caso de que se utilicen vendajes para el ejercicio, se coloca un cojín entre los tobillos y las rodillas se vendan una contra otra.

Pie Valgo y Pie Plano Valgo:

Posición en valgo del pie posterior con aplanamiento del arco longitudinal que puede acompañarse asimismo de un aplanamiento del arco transversal:

Etiología:

Forma congénita, lesión genética. La disminución de la facultad de soporte del pie es motivada por una alteración de los huesos, articulaciones, ligamentos así como de la musculatura del pie y de la pierna. La forma adquirida se presenta en el raquitismo, atrofia por inactividad, inflamaciones específicas e inespecíficas, debilidad constitucional del tejido conjuntivo, traumatismos (fractura de calcáneo), sobrecarga estática por el aumento del peso del cuerpo, marcha prolongada y permanencia en pie largos períodos de tiempo sobre un suelo duro.

Clinica:

El arco longitudinal del pie ha desaparecido. En casos -- pronunciados al realizar una flexión dorsal del pie anterior, -- la planta del pie aparece convexa.

El pie posterior se halla en posición de valgo. Caso de -- que el arco transversal esté aplanado, el pie anterior, simultáneamente supinado y abducido, se halla ensanchado.

Radiografía: Posición verticalizada del astrágalo, posición en valgo y en flexión plantar del calcáneo, subluxación en la articulación de Chopart, ensilladura del escarfoideo y en un período más avanzado, alteraciones artrósicas de las articulaciones del pie. La tibia y el peroné presentan una rotación interna.

En caso de que al principio exista solo un defecto de postura, tal como se observa a menudo en la infancia, la forma del pie se altera solo cuando éste es sometido a carga, y es fácilmente corregible (pie valgo plano). En caso de que exista un defecto de forma, las alteraciones se presentan ya al estar el pie descargado. La carga antinatural del pie podrá originar a través de estados irritativos de las articulaciones. Un pie plano contracto por efecto muscular y ligamentoso y más tarde también un pie plano valgo fijado por deformidad ósea. Por el hecho de que el pie plano valgo contracto se presente de preferencia en la adolescencia y que los fenómenos de irritación a nivel del pie condicionen a menudo un exceso de temperatura, así como una tumefacción de las partes blandas, se habla también de un plano valgo contracto inflamatorio. En esta forma los trastornos subjetivos tienen un papel predominante. Se observan a menudo dolores no solamente en el pie, sino también en la zona de la musculatura de la tibia, en el lado interno de la articulación de la rodilla, en la articulación coxofemoral y circunstancialmente, también en la espalda. Las molestias debidas al pie plano aumentan con la carga.

Tratamiento:

El tratamiento lo más precoz posible del pie plano congénito es tan recomendable como en el pie zambo congénito.

El tratamiento del pie plano valgo congénito o adquirido del niño consiste en la aplicación de valvas correctoras de yeso, ejercicios fisioterápicos dirigidos, plantillas activas, además de la prescripción de las plantillas que abrazan el talón con cuna de supinación y elevación externa anterior del borde lateral.

El tratamiento quirúrgico puede consistir en trasplantes musculotendinosos, plastias ligamentosas e intervenciones sobre el esqueleto del pie. Al efectuar intervenciones óseas deberá tenerse un cuidado especial en evitar alteraciones del crecimiento.

Durante el tratamiento del pie plano valgo contracto, se atenderán primero los dolores causados por estados de irritación mediante descanso en la cama, analgésicos, antiinflamatorios, aplicación de calor, efectuándose a continuación el tratamiento fisioterápico para el relajamiento de las contracturas y corrección prudente de la deformidad. Una vez lograda la posición correcta deberá procederse a la conservación de esta posición me---

diante ejercicios activos y pasivos,, vuivas de yeso para la noche y plantillas confeccionadas a medida según molde de yeso.

Los métodos de tratamiento quirúrgicos son los descritos anteriormente, los dolores que en primer término, se manifiestan en el pie plano valgo del adulto, pueden, en muchos casos, disminuirse y hasta hacerse desaparecer mediante plantillas -- realizadas según molde de yeso.

Caso de existir estados de irritación, se recomienda un tratamiento mediante inyecciones locales de cortisona, antiinflamatorios e inmovilización del pie en el vendaje enyesado de la pierna, antes de pasar a la aplicación de las plantillas. -- Al padecer el paciente graves deformidades por sobrecarga por razón de las curvas ya no le es posible andar sin dolor, podrán efectuarse en último término intervenciones quirúrgicas -- sobre el esqueleto, en forma de osteotomías o artrodesis.

V PRINCIPIOS DE MEDICINA DE REHABILITACION APLICADOS AL DEPORTE

Nos encontramos una serie de elementos terapéuticos, que - explicaremos a continuación y que nos dan la pauta para el tratamiento de las lesiones del deportista y que son la base de la terapéutica de Medicina de Rehabilitación.

Efectos fisiológicos de la termoterapia:

- Aumento de la temperatura de los tejidos.
- Vasodilatación.
- Relajación muscular.
- Mejoramiento de la elasticidad de los tejidos.
- Aumento de la circulación.
- Disminución del edema.
- Analgesia.
- Facilita la movilización de las articulaciones y el entrenamiento de los músculos.

Métodos de aplicación de la Termoterapia:

<u>Tipo de calor.</u>	<u>Métodos de aplicación.</u>	<u>Penetración.</u>
Calor por radiación:	{ Rayos infrarrojos.	{ Superficial.
Calor por conducción:	{ Hidroterapia caliente. Banos de parafina Compresas calientes Almohada húmeda caliente.	{ Superficial.

- Activa libre. { - Sólo bajo supervisión, ya que sin ella puede conducir a rigideces permanentes.
- Activa con resistencia. { - Para completar arcos de movilidad y dar estabilidad a las articulaciones.

Reeducación Muscular.

Consiste en ejercicios terapéuticos mediante los cuales se enseña al paciente a realizar la contracción aislada de grupos musculares o aun de músculos individuales y por tanto, está indicada en aquellos casos en que se desea estimular los movimientos voluntarios.

Ejercicios de Resistencia progresiva:

Son aquellos que se ejecutan de modo que el músculo o grupo muscular vence una resistencia máxima, la cual progresivamente aumenta conforme mejora la potencia muscular. Para lo anterior se requiere determinar la resistencia máxima que pueda vencer cada grupo muscular durante 10 veces (máximo de 10 repeticiones).

En otras ocasiones, cuando los músculos son demasiado débiles puedan necesitar una cierta cantidad de ayuda para realizar el movimiento (mínimo de 10 repeticiones). Por otro lado, en cada sesión de ejercicios los músculos son entrenados también en forma progresiva para prepararlos para su máximo rendimiento.

Ejercicios contra resistencia:

Series de 10 repeticiones.

- Primera serie:

Peso utilizado:

1/2 del peso máximo de 10 repeticiones.

- Segunda serie:

3/4 del peso máximo de 10 repeticiones.

- Tercera serie:

Peso máximo de 10 repeticiones.

Ejercicios con ayuda:

- Primera serie:

Dos veces la ayuda mínima de 10 repeticiones.

- Segunda serie:

1 1/2 veces la ayuda mínima de 10 repeticiones.

- Tercera serie:

Mínima de 10 repeticiones.

VI CONCLUSIONES .

Después de haber hecho la revisión en esta tesis, en la que se menciona la Fisiología muscular, las principales lesiones Músculo-tendinosas y defectos posturales del deportista, Así como la revisión de los métodos de aplicación de la Medicina de Rehabilitación .

Considero que el manejo de La Medicina Deportiva dada las características y el tipo de lesiones que sufre frecuentemente el deportista , debe ser hecho por un Médico especialista en Medicina de Rehabilitación .