



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

UNAM

FOLIO DE INVESTIGACIÓN 131.2010

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ISSSTE

HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE

Comparación de dos estrategias de tratamiento Rehabilitatorio para
pacientes con Gonartrosis grado II a base de ejercicios de
fortalecimiento y estiramiento

PRESENTA:

DR. GUSTAVO ADOLFO RAMÍREZ LEYVA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

ASESOR:

DR. ÁNGEL ÓSCAR SÁNCHEZ ORTÍZ

COASESOR:

DR. IVÁN JOSÉ QUINTERO GÓMEZ

Facultad de Medicina



MÉXICO D.F.

JULIO 2010



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

UNAM

FOLIO DE INVESTIGACIÓN 131.2010

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ISSSTE

HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE

Comparación de dos estrategias de tratamiento Rehabilitatorio para pacientes con
Gonartrosis grado II a base de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento

PRESENTA:

DR. GUSTAVO ADOLFO RAMÍREZ LEYVA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

ASESOR:

DR. ÁNGEL ÓSCAR SÁNCHEZ ORTÍZ

COASESOR:

DR. IVÁN JOSÉ QUINTERO GÓMEZ

MÉXICO D.F.

JULIO 2010

Comparación de dos estrategias de tratamiento Rehabilitatorio para pacientes con
Gonartrosis grado II a base de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento

Dr. Ricardo Juárez Ocaña
Coordinador de Capacitación, Desarrollo e Investigación
Hospital Regional 1° de Octubre
ISSSTE

M. en C. José Vicente Rosas Barrientos
Jefe de Investigación
Hospital Regional 1° de Octubre
ISSSTE

Dr. Ángel Óscar Sánchez Ortíz
Subdirector Médico
Profesor Titular del curso de Medicina de Rehabilitación
Hospital Regional 1° de Octubre
ISSSTE
Asesor de tesis

Dr. Iván José Quintero Gómez
Encargado del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación
Profesor Adjunto del curso de Medicina de Rehabilitación
Hospital Regional 1° de Octubre
ISSSTE
Coasesor de tesis

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo y acompañándome.

Agradezco primero a Dios por ser mi fortaleza y mi Fe, por darme todo lo que tengo y no dejarme caer nunca.

Al Dr. Ángel Óscar Sánchez Ortiz por haber confiado en mi persona, por la paciencia, por compartir su conocimiento conmigo e inspirar en mi mucha admiración. Al Dr. Iván J. Quintero por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó. A todos los médicos del servicio de Rehabilitación que me orientaron, enseñaron y apoyaron en mi formación.

Al Dr. Vicente Rosas por sus comentarios y supervisión en el proceso de elaboración de esta Tesis y sus acertadas correcciones.

Gracias también a mis Compañeros, que me apoyaron y me permitieron convivir con ellos durante estos años dentro y fuera del hospital.

A mis Padres y Hermanos que me apoyaron y acompañaron en esta etapa de forma incondicional, entendiendo mis ausencias y mis malos momentos, sin ellos y sus enseñanzas no estaría aquí ni sería quien soy ahora.

A mis Abuelos y Tíos que me han brindado su amor y cariño siempre.

Gracias a todos.

“No intentes ser un hombre de éxito. Intenta ser un hombre de valor.”

Albert Einstein

ÍNDICE

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. Introducción	1
II. Objetivos	35
III. Planteamiento del Problema	36
IV. Justificación	36
V. Hipótesis	38
VI. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	38
VII. Diseño de estudio	39
VIII. Materiales y Métodos	40
IX. Resultados	48
X. Discusión	51
XI. Conclusiones	53
XII. Bibliografía	54
XIII. Anexo 1 (Hoja de recolección de datos)	58
XIV. Anexo 2 (Propuesta de rutina de ejercicios para rodilla)	59

RESUMEN

La Gonartrosis es la segunda causa de consulta en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE. Se presentan alteraciones de fuerza, rango de movimiento o desempeño en sus actividades.

OBJETIVO

Reportar mejoría de fuerza, disminución del dolor, incremento del rango de movimiento y funcionalidad comparando dos formas de tratamientos de rehabilitación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo clínico, controlado para evaluar el programa rehabilitatorio en pacientes con gonartrosis grado II de acuerdo a la escala radiológica de Kellgren, mediante el uso del equipo CONTREX-MJ para cuantificar la fuerza muscular y el rango de movimiento de la rodilla, la mejoría en la capacidad funcional e intensidad del dolor se valoraron con el índice WOMAC y la Escala Visual Análoga, respectivamente. El análisis estadístico se realizó mediante frecuencias, medidas de tendencia central, Chi cuadrada y U de Mann-Whitney, con alfa < 0.05.

RESULTADOS

Se incluyeron 66 pacientes, 33 en cada grupo. En la comparación de la rutina convencional con la propuesta de tratamiento no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la reducción del dolor, incremento de fuerza y aumento del arco de movimiento de la rodilla. La calificación del índice WOMAC total y el WOMAC en el área de función se reportó una media de 13.52 y 11.53 en el grupo experimental, contra una media de 20.06 y 14.24 del grupo control, respectivamente, ($p = 0.002$ y 0.008 , respectivamente).

CONCLUSIÓN

La propuesta de tratamiento presentó una mayor ganancia funcional en pacientes con Gonartrosis grado II.

Palabras claves: Gonartrosis, fuerza muscular, arco de movimiento, Escala Visual Análoga, índice WOMAC.

SUMMARY

Gonarthrosis is the second cause of medical consultation in the Service of Physical Medicine and Rehabilitation of the "Hospital Regional 1° de Octubre", ISSSTE. Alterations in force, range of movement or performance in their activities appear

OBJECTIVE

To report improvement in force, decrease of pain, increase in range of movement and functionality comparing two ways of rehabilitation treatment.

MATERIALS AND METHODS

A randomized, controlled trial was made to evaluate the rehabilitatory program in patients with gonarthrosis degree II according to the Kellgren´s radiological scale, using the CONTREX-MJ equipment to quantify muscular force and range of movement of knee, the improvement in functional capacity and intensity of pain were valued with index WOMAC and the Analogous Visual Scale, respectively. The statistic analysis was made by frequencies, measures of central tendency, square Chi and U of Mann-Whitney, with $\alpha < 0.05$.

RESULTS

66 patients were included, 33 in each group. Comparing the conventional routine with the proposed treatment there was not statistically significant difference in reduction of pain, increase of force and increase on movement range of the knee. The score of total index WOMAC and the WOMAC in the function area a mean of 13,52 and 11,53 in the experimental group was reported, against a mean of 20,06 and 14,24 of the group control, respectively, ($p = 0,002$ and $0,008$, respectively).

CONCLUSION

The proposed treatment showed a greater functional gain in patients with Gonarthrosis degree II.

Key words: Gonarthrosis, muscular force, range of movement, Analogous Visual Scale, WOMAC index.

INTRODUCCIÓN

LA RODILLA

• Anatomía de la Rodilla

La rodilla es la articulación más grande del esqueleto humano; en ella se unen 3 huesos: el extremo inferior del fémur, el extremo superior de la tibia y la rótula (aumenta el brazo de palanca del aparato extensor de la rodilla, ver Fig. 1). Constituye una articulación de suma importancia para la marcha y la carrera, que soporta todo el peso del cuerpo en el despegue y la recepción de saltos. Su biomecánica articular resulta muy compleja, pues por un lado ha de poseer una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área relativamente pequeña; pero al mismo tiempo debe estar dotada de la movilidad necesaria para la marcha y la carrera y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno [1].

La rodilla es una articulación intermedia del miembro inferior, dotada de un solo sentido de libertad de movimiento: la flexión - extensión, que le permite acercar o alejar el extremo terminal del miembro a su raíz; en esencia, la rodilla trabaja comprimida por el peso que soporta.

De manera accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo sentido de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla esta en flexión [2].

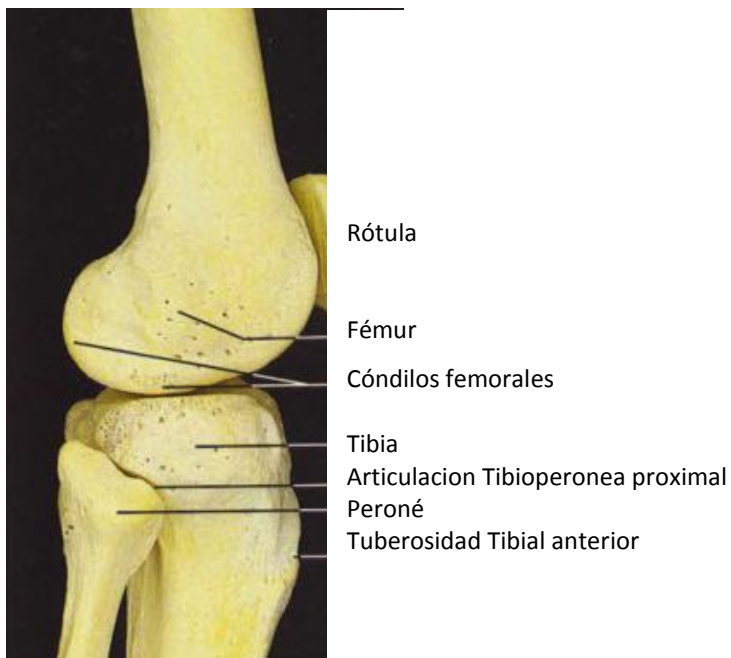


Figura 1. Huesos de la Rodilla

Considerado desde el punto de vista biomecánico, la articulación de la rodilla constituye un caso sorprendente: debe conciliar dos imperativos contradictorios:

- Posee una gran estabilidad en extensión completa, posición en la que la rodilla soporta presiones importantes, debidas al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.
- Alcanza una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación optima del pie en relación con las irregularidades del terreno.

La rodilla resuelve estas contradicciones debido a dispositivos mecánicos ingeniosos en extremo; sin embargo, la debilidad del acoplamiento de las superficies, condición necesaria para una buena movilidad, expone esta articulación a diversas lesiones (esguinces y luxaciones) [3].

• **Articulaciones**

La articulación es el lugar de unión entre los diferentes huesos que realizan un movimiento, existiendo diferentes grados de libertad. La articulación de la rodilla es de tipo diartrodia o articulación móvil, por lo que el desarrollo de sus movimientos es bastante amplio. Básicamente realiza movimientos en dos ejes:

- Eje transversal (movimientos de flexión-extensión, en un plano sagital)
- Eje longitudinal (movimientos de rotación, en un plano sagital)

• **Ligamentos**

La estabilidad de la articulación de la rodilla se halla bajo la dependencia de los ligamentos cruzados y los ligamentos colaterales.

- Ligamentos colaterales: Refuerzan la cápsula articular por sus lados medial y lateral.
 - *Ligamento colateral medial*. Se extiende desde la cara cutánea del cóndilo interno hasta el extremo superior de la tibia. Se encuentra por detrás de la zona de inserción de los músculos que forman la pata de ganso. Su dirección es oblicua hacia abajo y hacia adelante (cruzada en el espacio con la dirección del ligamento colateral lateral).
 - *Ligamento colateral lateral*. Se extiende desde la cara cutánea del cóndilo externo hasta la cabeza del peroné. Se distingue de la cápsula en todo su trayecto; está separado de la cara periférica del menisco externo por el paso del tendón del músculo poplíteo. Su dirección es oblicua hacia abajo y hacia atrás (su dirección se cruza en el espacio con la del ligamento colateral medial).
- Ligamentos cruzados: Son dos, el ligamento cruzado anterointerno, y el ligamento cruzado posterointerno.
 - *Ligamento cruzado anterior*. Se inserta inferiormente en el área intercondílea anterior de la tibia entre el tubérculo intercondíleo medial posterior, la inserción anterior del menisco lateral (lateral y posteriormente) y la inserción anterior del menisco medial (anteriormente). Se fija en una zona de inserción vertical sobre la mitad posterior de la cara intercondílea del cóndilo lateral del fémur.
 - *Ligamento cruzado posterior*. Nace del área intercondílea posterior de la tibia, posterior a las inserciones de los meniscos lateral y medial. Sus inserciones se

prolongan inferoposteriormente en la parte superior de la depresión vertical, que es continuación del área intercondílea posterior. Desde ese punto, el ligamento se dirige superior, anterior y medialmente, y termina, siguiendo una línea de inserción horizontal, en la parte anterior de la cara intercondílea o medial del cóndilo medial del fémur y en el fondo de la fosa intercondílea.

• Meniscos

La no concordancia de las superficies articulares (tibia y fémur), esta compensada por la interposición de los meniscos. Las caras articulares superiores no se adaptan a los cóndilos femorales. Se dividen en lateral y medial. Cada uno de ellos constituye una lámina prismática triangular curvada en forma de media luna. Presenta una cara superior cóncava y una cara inferior convexa y muy gruesa. Los dos meniscos difieren entre sí por su forma y sus inserciones tibiales.

- Menisco lateral: El menisco lateral presenta la forma de una C muy cerrada. El cuerno anterior se fija al área intercondílea anterior en sentido inmediatamente anterior al tubérculo intercondíleo lateral de la tibia e inmediatamente lateral y posterior al ligamento cruzado anterior; el cuerno posterior se inserta posteriormente a la eminencia intercondílea en la parte posterior de la depresión que separa los tubérculos intercondíleos.

Del extremo posterior del menisco lateral nace un potente fascículo, el ligamento meniscofemoral, que acompaña al ligamento cruzado posterior, pasando frecuentemente en sentido posterior a él, a veces anteriormente, o bien, desdoblándose, anterior y posteriormente a la vez. Se inserta con este ligamento en la fosa intercondílea, en el cóndilo medial.

- Menisco medial: El menisco medial presenta la forma de una c muy abierta. Se inserta por su cuerno anterior en el ángulo antero medial del área intercondílea anterior, anteriormente al ligamento cruzado anterior; por su cuerno posterior se fija en el área intercondílea posterior, en sentido inmediatamente posterior a la superficie de inserción del menisco lateral y anteriormente al ligamento cruzado posterior (ver Fig. 2).

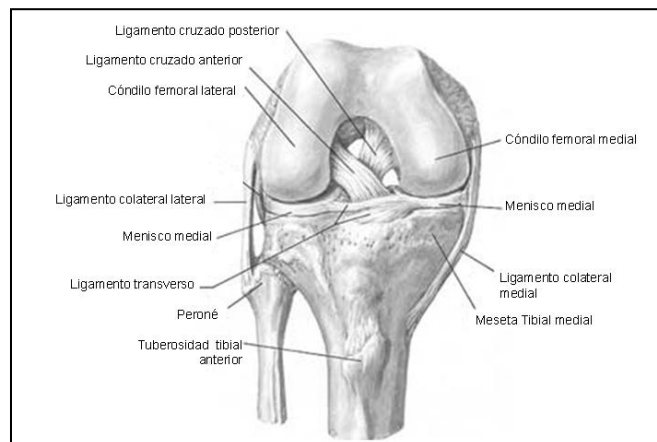


Figura 2. Aparato ligamentario

• **Músculos**

- Flexores de rodilla.
 - **Músculos principales:** Bíceps crural, Semitendinoso, y Semimembranoso. A estos músculos se les denomina isquiotibiales.
 - **Músculos accesorios:** Gastrocnemios, Poplíteo, Recto interno y Sartorio.
- 1. **Bíceps crural**

Origen: Tuberosidad isquiática (porción larga) y labio externo de la línea áspera del fémur en su tercio medio (porción corta).
Inserción - Cabeza del peroné y tuberosidad externa de la tibia.
Inervación - Nervio Ciático (porción Tibial), raíces de L5-S2.
- 2. **Semitendinoso**

Origen - Cara posterior del isquion.
Inserción - Cara posterior e interna de la tibia en su epífisis proximal.
Inervación - Nervio ciático (porción Tibial), raíces de L5-S2.
- 3. **Semimembranoso**

Origen - Cara posterior y externa del isquion.
Inserción- Se inserta mediante un tendón en la cara posterior e interna de la epífisis proximal de la tibia. De este van a salir otros dos tendones, reflejo (en la cara anterior e interna de la tibia) y recurrente (en la cara posterior y externa de la tibia).
Inervación - Nervio ciático (porción Peronea), raíces de L5-S2.
- 4. **Gastrocnemios**

Origen: Región supracondílea medial y lateral.
Inserción – Cara posterior del calcáneo en un tendón conjunto con el Sóleo (tendón Aquileo).
Inervación - Nervio Tibial, Nervio Ciático, raíces de S1 y S2.
- 5. **Poplíteo**

Origen - Cara posterior y lateral de la cápsula fibrosa de la rodilla en el cóndilo lateral del fémur.
Inserción - Cara posterior de la tibia en su epífisis proximal por debajo de la línea oblicua posterior.
Inervación - Nervio Tibial, Nervio Ciático, raíces de L5 y S1.
- 6. **Recto interno**

Origen – Mitad inferior de la sínfisis del pubis.
Inserción- En la cara medial de la epífisis proximal de la tibia por debajo de la tuberosidad medial (Pata de ganso).
Inervación – Nervio Obturador, raíces L2, L3 y L4.
- 7. **Sartorio**

Origen: Espina iliaca anterosuperior.
Inserción - En la cara medial de la epífisis proximal de la tibia por debajo de la tuberosidad medial (Pata de ganso).
Inervación - Nervio Femoral, raíces de L2, L3 y L4.
- Extensores de rodilla.
 - **Músculos principales:** Recto Anterior, Vasto Interno, Vasto Externo, y Crural. Todos estos músculos forman el Cuádriceps Femoral.

1. RECTO ANTERIOR.
Origen- Espina ilíaca anteroinferior.
Inserción- Base de la rótula.
2. VASTO INTERNO.
Origen- Parte inferior e interna de la línea trocanterea.
Inserción- Parte medial de la rótula.
3. VASTO EXTERNO.
Origen- Zona superior de la línea trocanterea.
Inserción- Parte lateral de la rótula.
4. CRURAL.
Origen- 2/3 superiores de la cara anteroexterna de la diáfisis femoral.
Inserción- Base de la rótula.
Todos estos músculos, se insertan mediante un tendón denominado tendón suprarrotuliano, que tapiza la cara anterior de la rótula y se inserta en la tuberosidad anterior de la tibia.
Inervación- Nervio Femoral, raíces de L2-L4. [2]

• **Biomecánica de la Rodilla**

La articulación de la rodilla puede permanecer estable cuando es sometida rápidamente a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla y es el resultado de la integración de la geometría articular, restricciones de los tejidos blandos y cargas aplicadas a la articulación a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso.

La arquitectura ósea de la rodilla suministra una pequeña estabilidad a la articulación, debido a la incongruencia de las glenoides tibiales y los cóndilos femorales; sin embargo, la forma, orientación y propiedades funcionales de los meniscos mejoran la congruencia de la articulación y puede suministrar alguna estabilidad, que es mínima considerando los grandes pesos transmitidos a través de la articulación. La orientación y propiedades materiales de los ligamentos, cápsula y tejidos musculo tendinosos de la rodilla contribuyen significativamente a su estabilidad [4].

Los ligamentos de la rodilla guían los segmentos esqueléticos adyacentes durante los movimientos articulares y las restricciones primarias para la traslación de la rodilla durante la carga pasiva. Las restricciones de fibras de cada ligamento varían en dependencia del ángulo de la articulación y el plano en el cual la rodilla es cargada. La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales interno (tibial) y externo (peroneo). El ligamento cruzado anterior (LCA) tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el cruzado posterior (LCP) evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y se tensa y por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión.

Los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peroneo (LLE), situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia lateral, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma

que impide la desviación hacia medial, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados.

Consecuentemente, en la mayoría de los casos hay muchos ligamentos que contribuyen sinérgicamente a la estabilidad dinámica de la rodilla; mientras que los esfuerzos combinados de ligamentos y otros tejidos blandos suministran a la rodilla buena estabilidad en condiciones cuando las cargas aplicadas a la articulación son moderadas, la tensión aplicada a estos tejidos durante alguna actividad extenuante (detener o cambiar con rapidez la dirección en ciertos deportes) suele exceder a su fuerza. Por esta razón se requieren fuerzas estabilizadoras adicionales para mantener la rodilla en una posición donde la tensión en los ligamentos permanezca dentro de un rango seguro. Las fuerzas compresivas de la rodilla, resultantes del soporte del peso corporal y las cargas aplicadas a los segmentos articulares por actividad muscular, suministran estas fuerzas estabilizadoras.

La articulación de la rodilla realiza fundamentalmente movimientos en 2 planos perpendiculares entre sí (ver Fig. 3): flexo-extensión en el plano sagital (eje frontal ó X-X') y rotación interna y externa en el plano frontal (eje vertical ó Y-Y'). Para los movimientos debe tenerse en cuenta que el espesor y volumen de un ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión [5]:



Figura. 3. Ejes de movimiento de la rodilla

1. Movimientos de flexión y extensión: Se realizan alrededor de un eje frontal, bicondíleo, que pasa los epicóndilos femorales. La cara posterior de la pierna se aproxima a la cara posterior del muslo en el curso de la flexión, pero sucede lo contrario durante el movimiento de extensión.

A partir de la posición 0° (posición de reposo: cuando el muslo y la pierna se prolongan entre sí en línea recta, formando un ángulo de 180°), la flexión de la pierna alcanza por término medio 130°; pero el límite máximo de la amplitud de ese movimiento no es este, pues tomando el pie con una mano puede ampliarse.

La flexo-extensión de la rodilla resulta de la suma de 2 movimientos parciales que ejecutan los cóndilos femorales: un movimiento de rodado, similar al que realizan las ruedas de un vehículo sobre el suelo y un movimiento de deslizamiento de aquellos sobre las cavidades glenoideas; este último de mayor amplitud que el primero.

El movimiento de rotación o rodado tiene lugar en la cámara femoromeniscal; y la fase de deslizamiento, en la meniscotibial.

En los movimientos de flexión-extensión, la rótula se desplaza en un plano sagital. A partir de su posición de extensión, retrocede y se desplaza a lo largo de un arco de circunferencia, cuyo centro está situado a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia y cuyo radio es igual a la longitud del ligamento rotuliano. Al mismo tiempo, se inclina alrededor de 35° sobre sí misma, de tal manera que su cara posterior, que miraba hacia atrás, en la flexión máxima está orientada hacia atrás y abajo; por tanto, experimenta un movimiento de traslación circunferencial con respecto a la tibia.

Limitantes de la flexión:

- a) Distensión de los músculos extensores (cuádriceps crural)
- b) Por la masa de los músculos flexores en el hueco poplíteo
- c) El segmento posterior de los meniscos.

Limitantes de la extensión:

- a) Distensión de los músculos flexores
- b) El segmento anterior de ambos meniscos
- c) La distensión de la parte posterior del manguito capsulo ligamentoso
- d) Los 2 ligamentos laterales, que al estar situados por detrás del eje de movimientos, se ponen cada vez más tensos a medida que el movimiento de extensión progresa.

En la fase de postura, la flexión de la rodilla funciona como un amortiguador para ayudar en la aceptación del peso. La función de los ligamentos cruzados en la limitación de los movimientos angulares de la rodilla varía.

2. Movimientos de rotación de la rodilla: Consisten en la libre rotación de la pierna, o sea, en que tanto la tibia como el peroné giran alrededor del eje longitudinal o vertical de la primera, en sentido externo o interno [5].

La rodilla puede realizar solamente estos movimientos de rotación cuando se encuentra en posición de semiflexión, pues se producen en la cámara distal de la articulación y consisten en un movimiento rotatorio de las tuberosidades de la tibia, por debajo del conjunto meniscos-cóndilos femorales.

En la extensión completa de la articulación, los movimientos de rotación no pueden realizarse porque lo impide la gran tensión que adquieren los ligamentos laterales y cruzados. La máxima movilidad rotatoria activa de la pierna se consigue con la rodilla en semiflexión de 90° . La rotación externa es siempre más amplia que la interna (4 veces mayor, aproximadamente).

En la rotación interna, el fémur gira en rotación externa con respecto a la tibia y arrastra la rótula hacia afuera: el ligamento rotuliano se hace oblicuo hacia abajo y adentro. En la rotación externa sucede lo contrario: el fémur lleva la rótula hacia adentro, de manera que el ligamento rotuliano queda oblicuo hacia abajo y afuera, pero más oblicuo hacia fuera que en posición de rotación indiferente.

La capacidad de rotación de la articulación de la rodilla confiere a la marcha humana mayor poder de adaptación a las desigualdades del terreno y, por consiguiente, mayor seguridad. Los movimientos de rotación desempeñan también una función importante en la flexión de las rodillas, cuando se pasa de la posición de pie a la de cuclillas. La capacidad de rotación de la rodilla permite otros muchos movimientos, por ejemplo: cambiar la dirección de la marcha, girar sobre sí mismo, trepar por el tronco de un árbol y tomar objetos entre las plantas de los pies.

Por último, existe una rotación axial llamada "automática", porque va unida a los movimientos de flexo-extensión de manera involuntaria e inevitable. Cuando la rodilla se extiende, el pie se mueve en rotación externa; a la inversa, al flexionar la rodilla, la pierna gira en rotación interna. En los movimientos de rotación axial, los desplazamientos de la rótula en relación con la tibia tienen lugar en un plano frontal; en posición de rotación indiferente, la dirección del ligamento rotuliano es ligeramente oblicua hacia abajo y afuera.

Los 2 ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación interna, que aumentan su cruzamiento, y deshacen este último cuando la pierna rota internamente, por lo que no pueden restringir este movimiento de manera alguna. El movimiento de rotación externa es limitado por el ligamento lateral externo, que se tuerce sobre sí mismo, y por el tono del músculo poplíteo.

Al igual que sucede en los movimientos de flexo-extensión, los meniscos también se desplazan en el curso de los movimientos rotatorios de la pierna; desplazamientos en los cuales reside la causa de su gran vulnerabilidad.

Las lesiones meniscales solamente se pueden producir, según esto, en el curso de los movimientos articulares, y no cuando la rodilla se encuentra bloqueada en extensión.

Combinaciones incoordinadas de los movimientos de rotación (sobre todo la interna), que hunden el menisco en el ángulo cóndilo-tibial, punzándole, con los de flexión y extensión, son causantes de tales lesiones meniscales [6].

Hay autores que describen otras 2 clases de movimientos en la rodilla [7]:

3. Movimientos de abducción y aducción: Son más conocidos en semiología con el nombre de movimientos de inclinación lateral y corresponden realmente más a un juego mecánico de conjunto, que a una función que posea una utilidad definida. En la posición de extensión, y fuera de todo proceso patológico, son prácticamente inexistentes. Su amplitud es del orden de 2° a 3° y obedecen a uno de los caracteres del cartílago articular, que es el de ser compresible y elástico.
4. Movimientos de la rótula: Generalmente se considera que los movimientos de la rótula no influyen en los de la rodilla. La patela sufre un ascenso en la extensión y desciende en la flexión.

- **Desplazamientos en la articulación femorrotuliana**

El movimiento normal de la rótula sobre el fémur durante la flexión es una traslación vertical a lo largo de la garganta de la tróclea y hasta la escotadura intercondílea. El desplazamiento

de la rótula equivale al doble de su longitud (8 cm) y lo efectúa mientras gira en torno a un eje transversal; en efecto, su cara posterior, dirigida directamente hacia atrás en posición de extensión, se orienta hacia arriba cuando la rótula, al final de su recorrido, se aplica en la flexión extrema, debajo de los cóndilos, por lo cual se trata de una traslación circunferencial.

- **Desplazamientos de la rótula sobre la tibia**

Es posible imaginarse la rótula incorporada a la tibia para formar un olécranon como en el codo; disposición que al impedir todo movimiento de la rótula en relación con la tibia, limitaría de modo notable su movilidad e inhibiría incluso cualquier movimiento de rotación axial. La rótula efectúa 2 clases de movimientos con respecto a la tibia, según se considere la flexión-extensión o la rotación axial.

Las fuerzas que actúan sobre la rodilla durante la marcha son: el peso del cuerpo, equilibrado con la fuerza de reacción del suelo y las contracciones de los grupos musculares, que originan un movimiento entre los elementos articulares mediante el desplazamiento de las superficies articulares entre sí, producido por el par de fuerzas generado por el peso del cuerpo y las contracciones musculares. La fuerza resultante que cierra y equilibra al sistema que actúa sobre la articulación, sin producir movimiento, es la fuerza de reacción articular que comprime las superficies articulares entre sí [8].

Durante las actividades del miembro inferior se generan fuerzas en la rodilla: una de ellas en la articulación femororrotuliana y otra en la femorotibial, que a su vez puede descomponerse en un componente en el compartimento medial y otro en el lateral. Dichas fuerzas son las causantes del daño progresivo de las superficies articulares, al ir lesionando la estructura del cartílago con sus componentes de compresión, fundamentalmente, y de cizallamiento; este último se desprecia en los estudios biomecánicos, por ser prácticamente inexistente, debido al bajísimo coeficiente de fricción cartílago-cartílago que obedece, por un lado, a las propiedades viscoelásticas de este y, por otro, a la lubricación proporcionada por el líquido sinovial.

La articulación femorotibial posee un movimiento tridimensional y, por tanto, 3 componentes de giro: angulación varo-valgo (plano frontal, eje anteroposterior), rotación (plano transversal, eje vertical) y flexo-extensión (plano sagital, eje transversal). También tiene 3 componentes de desplazamiento: mediolateral, anteroposterior y compresión-separación, de los cuales solo es trascendente el segundo en un mecanismo combinado con el rodamiento de los cóndilos femorales sobre la tibia, guiado por el ligamento cruzado posterior, que predomina en los primeros grados de flexión y el desplazamiento al final de esta. El desplazamiento mediolateral resulta mínimo, atribuible a la congruencia articular proporcionada por los meniscos y las partes blandas (ligamentos y contracción muscular).

El movimiento de rotación suele ser generalmente automático e involuntario y de un orden de magnitud poco importante (nulo en extensión completa, con máximo de 10 a 90° de flexión); así pues, el movimiento principal es el de flexo-extensión [9].

Conviene señalar que el grado de flexión de la rodilla en un ciclo de marcha, varía a lo largo de dicho ciclo, pero nunca logrará estar completamente extendida. Este movimiento de flexo-extensión funciona como un helicoides y no como una bisagra simple, pues existe una

combinación de flexo-extensión con rotaciones, debida a la mayor dimensión próximo-distal del cóndilo medial respecto al lateral.

Asimismo, para el movimiento de flexión, el deslizamiento anteroposterior femorotibial aumenta la potencia del aparato extensor hasta en 30 %, al obtener un momento mecánico más favorable [10].

Por el mecanismo de rotación automática descrito anteriormente sucede el fenómeno conocido como autoatornillamiento, que produce el bloqueo femorotibial en extensión completa y aumenta la estabilidad articular, entre otras situaciones, en el instante del apoyo del talón en la marcha. Dicho mecanismo tiene lugar mediante la rotación externa progresiva, con la extensión de la rodilla en fase de balanceo, y provoca el bloqueo progresivo en los últimos 15° de extensión.

El centro instantáneo de rotación de la articulación femorotibial para la flexo-extensión se encuentra, en condiciones normales, en el fémur, aproximadamente en la inserción de los ligamentos colaterales en la perpendicular al punto de contacto y va desplazándose dorsalmente con la flexión, en una línea curva suave de concavidad craneal; tal desplazamiento es explicable, entre otros factores, por el deslizamiento femoral sobre la tibia durante la flexión. A causa de esta variación, los diferentes grupos musculares van variando su momento en un sentido que favorece su funcionalismo [5].

OSTEOARTROSIS

➤ DEFINICIÓN

La artrosis (Osteoartrosis) es la patología reumática más común, y quizás de la que se tenga constancia desde hace muchos años; es una artropatía degenerativa que se produce al alterarse las propiedades mecánicas y biológicas del cartílago y del hueso subcondral. La artrosis puede ser iniciada por múltiples factores entre los que se incluyen factores genéticos, ambientales, metabólicos y traumáticos (ver Figura 4) [11].



Figura 4. Osteoartrosis de rodilla

Los trastornos osteoartrosicos son un grupo frecuente de procesos relacionados con la edad que afectan a las articulaciones sinoviales. Por sus características la artrosis no puede ser descrita como una única enfermedad, sino como un grupo heterogéneo de patologías que afectan a la articulación y que se caracterizan por la presencia de cambios estructurales degenerativos, regenerativos y de reparación en todos los tejidos que forman parte de la articulación, entre los que se incluyen el cartílago, el hueso subcondral, el tejido sinovial, la cápsula articular y los tejidos blandos periarticulares [12].

Históricamente la artrosis ha sido definida como una patología en la que el componente inflamatorio era prácticamente nulo, en contraposición a la artritis reumatoide. Sólo ocasionalmente y en estadios tardíos de la enfermedad, se aceptaba la presencia de inflamación en una articulación artrosica. Sin embargo, en la última década estamos asistiendo al descubrimiento de la existencia de mecanismos pro-inflamatorios que están involucrados en la destrucción del cartílago articular en la artrosis y por tanto en su etiopatogenia [13].

➤ **CLASIFICACIÓN:**

Se han postulado distintas clasificaciones, pero todas ellas coinciden en una primera división entre artrosis primaria o idiopática y artrosis secundaria [14]:

- Osteoartrosis primaria (idiopática):
 - Localizada: Manos, pies, rodilla, cadera...
 - Generalizada.
- Osteoartrosis Secundaria:
 - Postraumática.
 - Trastornos del desarrollo o enfermedades congénitas.
 - Enfermedades metabólicas: Ocronosis, Hemocromatosis, E. De Wilson, E. De Gaucher.
 - Enfermedades endocrinas: Acromegalia, Hiperparatiroidismo, Diabetes Mellitus, Hipotiroidismo.
 - Enfermedades por depósito de microcristales: Condrocálcinosis, Artropatía por depósito de hidroxapatita.
 - Otras enfermedades óseas y articulares: Osteonecrosis, A. Reumatoide, A. Infecciosas, Gota, E. De Paget, Otras.
 - Artropatía neuropática.
 - Miscelánea.

El American College of Rheumatology ha postulado criterios específicos para la clasificación de la artrosis de la mano, cadera y rodilla. Estos criterios permiten clasificar la enfermedad de acuerdo con diferentes combinaciones de parámetros clínicos, biológicos y radiológicos, que proporcionan para cada una de estas combinaciones alrededor de un 90% de sensibilidad y un 90% de especificidad (ver Tabla 1). No pretenden ser unos criterios diagnósticos, sino facilitar la clasificación de casos con fines de investigación y posibilitar una comunicación más fácil entre los profesionales [15].

Tabla 1. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE LA ARTROSIS DE RODILLA DEL AMERICAN COLLEGE OF RHEUMATOLOGY

- Dolor en rodilla y al menos:

Clínicos y de laboratorio	Clínicos y radiográficos	Clínicos
De 5 a 9 rasgos:	De 1 a 3 rasgos	De 3 a 6 rasgos
<ul style="list-style-type: none"> ○ Edad >50 años ○ Rigidez <30° ○ Crepitaciones ○ Sensibilidad ósea ○ Engrosamiento óseo ○ No calor palpable ○ VSG <40 ○ Factor Reumatoide <1/40 ○ Líquido sinovial claro y viscoso o con menos de 2000 cel/mm³ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Edad >50 años ○ Rigidez <30° ○ Crepitaciones y osteofitos 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Edad >50 años ○ Rigidez <30° ○ Crepitaciones ○ Sensibilidad ósea ○ Engrosamiento óseo ○ No calor palpable

American College of Rheumatology. 2000.

➤ EPIDEMIOLOGIA

Esta enfermedad es el trastorno reumático de mayor prevalencia de las enfermedades que afectan al sistema músculo esquelético, existiendo evidencias radiográficas de osteoartritis en el 60% de hombres y en el 70% de mujeres, con edades comprendidas entre los 70 y 80 años [16].

Es bien conocido que es la causa más importante de discapacidad entre los adultos mayores tanto en México como en otros América latina. Según datos aportados por el estudio Framingham sobre artrosis, [17] la prevalencia de esta enfermedad en población adulta se estima entre un 2 y un 6% y en mayores de 60 años ascendía a 34% y 31% en mujeres y hombres respectivamente.

La gonartrosis es la localización más frecuente de la artrosis, siendo la afectación de manos y rodillas las localizaciones más frecuentes entre las mujeres, si bien, la cadera parece ser la localización más frecuente entre los hombres. Por todo esto hay que tener en cuenta que la artrosis es una enfermedad cuyas implicaciones sociales, sanitarias y económicas son muy altas; por ejemplo, en Estados Unidos es la segunda causa, tras la cardiopatía isquémica, de incapacidad laboral en hombres de más de 50 años y requiere cada año más ingresos hospitalarios que la artritis reumatoide. Además, es previsible que esto vaya en aumento en las próximas décadas debido al progresivo envejecimiento de la sociedad.

Los trastornos osteoartrosicos tienen en común factores de riesgo y rasgos patogénicos característicos, que determinan la severidad de la afección articular y los cambios radiológicos que sirven de base para el diagnóstico [18].

➤ FACTORES DE RIESGO

Se pueden dividir en generales y locales y, a su vez, en modificables y no modificables [19].

- **Factores de riesgo generales no modificables:**

- Edad. Existe una relación directa entre artrosis y envejecimiento, no solo en cuanto a aumento de la incidencia que llega a ser de casi un 80% a los 80 años sino que

también existe una variación topográfica con la edad, afectándose primero las manos y la columna, para hacerlo luego las rodillas y, por último, la cadera.

- Género. Existe mayor prevalencia de artrosis en las mujeres. Además el patrón topográfico también varía, en las mujeres la localización más frecuente es en manos y rodillas y en el hombre es más frecuente la afectación de la cadera.
- Factores genéticos. Existen algunos subgrupos de artrosis que muestran un patrón hereditario, como puede ser la artrosis primaria generalizada o nodular generalizada, las enfermedades familiares por depósito de pirofosfato cálcico y por depósito de hidroxapatita, las osteocondrodisplasias, y otras.
- **Factores de riesgo generales modificables:**
 - Obesidad. Existe relación entre el grado de obesidad y la probabilidad de desarrollar artrosis, así como, con la gravedad funcional de la misma. La obesidad actúa por factores mecánicos principalmente en las artrosis de rodilla y cadera.
 - Factores hormonales. La forma poliarticular es más frecuente en mujeres posmenopáusicas o histerectomizadas probablemente relacionado con una disminución
 - de los niveles de estrógenos.
 - Factores mecánicos. Como intervenciones quirúrgicas, traumatismos severos sobre la articulación, determinados hábitos laborales y actividades físicas deportivas que provoquen sobrecarga articular, o microtraumatismos repetidos.
- **Factores de riesgo locales:**
 - Englobaría a todas aquellas situaciones que provoquen alteración de la congruencia articular: Displasias o malformaciones epifisarias, luxación congénita de cadera, alteración del desarrollo o desalineación articular, situaciones de inestabilidad o hiper movilidad articular, etc.

➤ ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA ARTICULAR

Las articulaciones diartrodis constan de dos extremos recubiertos por cartílago hialino, de una cápsula que los une y de los ligamentos que mantienen su contacto. Todo ello está lubricado por un líquido segregado por la parte más interna de la cápsula articular, que conocemos como membrana sinovial (ver Fig. 5) [19].

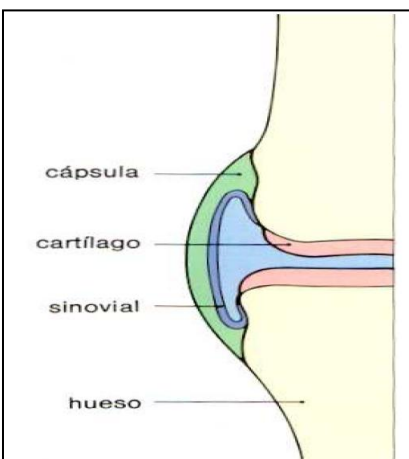


Figura 5. Elementos articulares. (Atlas de Reumatología en imágenes. Paul A. Dieppe 2004)

• **Elementos articulares:**

1. Cápsula articular. Consta de una capa externa o estrato fibroso, formado por tejido conectivo denso y de una capa interna denominada membrana sinovial.
2. Membrana sinovial. Está compuesta por dos estratos histológicos:
 - a) *Capa de tejido conjuntivo laxo o subíntima*.
Esta capa consiste en una matriz de fibras de colágeno tipo I y III, reticulina, y fibronectina, con abundante sustancia fundamental que contiene vasos sanguíneos, vasos linfáticos, nervios, adipocitos y células huésped (mastocitos, fibroblastos, macrófagos, y células mesenquimales indiferenciadas).
 - b) *Capa de revestimiento o sinoviocitos*. Existen dos tipos:
 - Sinoviocitos A: que tienen un potencial fagocítico importante y se ha demostrado que proceden de la médula ósea, de la línea celular monocito macrófago.
 - Sinoviocitos B: Son indistinguibles de los fibroblastos y proceden de células del mesénquima local.Entre las funciones de los sinoviocitos destacamos:
 - Limpiar de partículas extrañas el líquido sinovial
 - Segregar proteínas, proteoglicanos, etc.
 - Sintetizar componentes de la matriz extracelular
 - Presentar antígenos al sistema inmune
 - Regular el recambio de líquido sinovial
 - Regular el metabolismo del cartílago articular, así como mantenerlo lubricado
 - Regular el flujo sanguíneo sinovial.
3. Cartílago articular. Es el tejido que recubre los extremos óseos que se ponen en contacto a nivel articular y constituye la superficie de carga de la articulación. Carece de vasos sanguíneos y linfáticos, obteniendo su nutrición del LS que baña su superficie. Está compuesto por una importante red de fibras de colágeno tipo II y proteoglicanos, fabricados por las células nobles del cartílago, denominadas condrocitos.
4. Vascularización articular. Procede de los vasos que penetran en el hueso subcondral a nivel de la inserción de la cápsula articular, formando un círculo arterial. Este plexo proyecta de 2 a 3 plexos vasculares a las zonas más profundas de la membrana sinovial y desde aquí emite un plexo capilar que se sitúa inmediatamente por debajo de los sinoviocitos [20].
5. Inervación articular. Las articulaciones son estructuras muy inervadas en las que se reconocen varios tipos de fibras nerviosas.
6. Meniscos y ligamentos. Los meniscos son elementos constituidos por cartílago fibroso, que se localizan sólo en algunas articulaciones (rodillas, radiocarpianas y temporo-mandibulares) y cuya misión es la de dar estabilidad a las articulaciones. Los ligamentos no son más que estructuras de tejido conectivo denso organizado, encargadas de mantener los extremos óseos articulares en contacto.
7. Líquido sinovial. El líquido sinovial es un líquido claro, ligeramente amarillo y sedoso. El volumen normal varía de una articulación a otra. En la articulación de la rodilla normalmente hay entre 2-4 ml. Es un dializado de plasma sanguíneo y producto de

secreción de los sinoviocitos. Su pH es de 7,4-7,7 y tiene escasa celularidad. Además de sinoviocitos degenerados, se localizan monocitos, granulocitos, y linfocitos. Su contenido en proteínas proviene de los vasos sanguíneos y de los sinoviocitos tipo B. El contenido en glucosa es importante para el metabolismo de los sinoviocitos y de los condrocitos. El contenido de ácido hialurónico, libre o formando parte de agregados de proteoglicanos, tiene por misión unirse al agua; la cantidad de ácido hialurónico presente decrece con la edad. El líquido sinovial tiene propiedades viscosas y elásticas, dependientes de la temperatura y la velocidad de movimiento. Sus funciones más importantes son:

- a. Posibilita el acercamiento de los cartílagos articulares
- b. Tiene función lubricante
- c. Favorece el deslizamiento entre los cartílagos sin fricciones

El ultrafiltrado de plasma debe de pasar de la cavidad articular y retornar a la íntima pero el ácido hialurónico impide su paso a los vasos linfáticos. El ácido hialurónico tiene un efecto polarizante sobre el movimiento del fluido. La presencia de hialuronato en el líquido sinovial es el mayor factor responsable de la retención de un volumen constante de fluido, no solo en las fases de reposo articular, sino también en las fases de movimiento intenso.

El volumen constante, es importante para el mantenimiento de la lubricación del cartílago. Este volumen está regulado por un sistema de feed-back. En este sentido, las efusiones articulares representan un fallo en el control del volumen del líquido sinovial [21].

Por otra parte, el líquido sinovial parece jugar un papel exclusivo. Sus propiedades físicas hacen reducir el coeficiente de fricción articular en un 45 % respecto a sustancias como el suero fisiológico. Su función es la de actuar a bajas cargas y en mayor medida si estas son intermitentes, no produciéndose en este caso un bombeo nutricional del cartílago; por el contrario ante elevadas cargas aplicadas de manera intermitente, aumenta la difusión y permeabilidad en condiciones estáticas. Por último si la carga es elevada y se aplica de manera continua, se bloquea este mecanismo de bombeo, al no existir una fase de relajación que permita recuperarse al cartílago en su espesor y absorber correctamente los nutrientes desde el líquido sinovial [22,23].

Si el fluido sinovial cambia (por ejemplo, reduciendo la viscosidad del fluido, o cargándola con enzimas proteolíticas o algunas citocinas [sustancias habituales e implicadas en el fenómeno inflamatorio sinovial]), se produce un descenso en el mecanismo de lubricación de las superficies articulares ante cargas normales o si se deterioran procesos celulares de mantenimiento de los condrocitos, el microdaño condral puede incrementarse en una articulación previamente normal. Células polimorfonucleares en exceso en el líquido sinovial pueden provocar ambos fenómenos [24].

PATOGENIA DE LA OSTEOARTROSIS

La principal característica patogénica incluye áreas de destrucción local del cartílago asociado con incremento de la actividad en el hueso subcondral y formación de osteofitos marginales. En casos avanzados se produce sinovitis así como hipertrofia de la cápsula articular (ver Figura 6) [19].



Figura 6. Características patológicas de la Osteoartritis. (Atlas de Reumatología en imágenes. Paul A. Dieppe 2004)

• Cambios en el cartílago articular

Al inicio de la enfermedad se observan a este nivel las siguientes alteraciones bioquímicas: aumento del contenido de agua, alteración de los proteoglicanos así como incremento en la actividad celular de los condrocitos articulares. El cambio más precoz observado al microscopio es la fibrilación de la superficie articular. No todo el cartílago fibrilado progresa hacia su destrucción. En las lesiones progresivas se puede apreciar en primer lugar un descenso en la tinción de los proteoglicanos articulares. Más tarde aparece la pérdida en grosor del cartílago con defectos más evidentes en su superficie, y a medida que la enfermedad progresa puede perderse el cartílago, quedando expuesto el hueso subyacente.

Con la edad, se produce una alteración de los componentes del cartílago articular, especialmente en las capas profundas con descenso del 70 al 75% del contenido acuoso, y un aumento del contenido de glucosaminglicanos, por aumento del queratán-sulfato, 6-condroitín-sulfato y ácido hialurónico, aumento de la actividad catabólica de los condrocitos y aumento de la actividad lisosomal en la membrana sinovial. El cartílago hialino degenera básicamente bajo dos condiciones: la sobrecarga del cartílago hialino y la falta de carga.

La sobrecarga del cartílago de la rodilla por situaciones que alteren a la biomecánica articular, como el genu varum, favorecerá la degeneración del cartílago hialino según el grado de demandas externas. La mayoría de las actividades atléticas, como correr, sobrecargan la superficie articular a unos 4 a 9 N/m². El cartílago hialino posee gran tolerancia a la carga mecánica y puede soportar un estrés de hasta 25 N/m²; pero si existe una alteración mecánica, puede evolucionar a la fractura y erosión progresiva del mismo. También, la falta de carga del cartílago articular, como la inmovilización, influye desfavorablemente en el cartílago hialino [21].

• Cambios óseos

El hueso subcondral muestra aumento de la vascularización, incremento de la actividad celular y esclerosis en la osteoartritis. Todo esto se asocia al crecimiento de los osteofitos marginales que normalmente nacen en el fibrocartílago periarticular fusionándose más tarde con el hueso. Se produce de igual modo la formación de áreas quísticas necróticas en el hueso "quistes óseos".

- **Tejidos blandos**

En la osteoartrosis se aprecia un grado variable de reacción sinovial. Las alteraciones son con frecuencia irregulares pudiendo incluir: hiperemia, que se puede ver mediante el artroscopio, formación de pequeñas vellosidades parecidas a granos de uva con un infiltrado celular desigual, así como ligero aumento de la actividad de las células del revestimiento. En cuanto a la cápsula es frecuente encontrarla enormemente engrosada y fibrosada, especialmente en la enfermedad avanzada [25].

MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LA OSTEOARTROSIS

Desde el punto de vista clínico se caracteriza por dolor articular de características mecánicas, rigidez que aparece tras períodos de inactividad, generalmente de duración inferior a los treinta minutos, y que remite con el ejercicio, limitación funcional progresiva, contractura muscular secundaria, atrofia muscular, crepitación articular, hinchazón de partes blandas y derrame articular ocasional. Es importante resaltar la ausencia de manifestaciones sistémicas en la artrosis.

- **Dolor**

En fases iniciales aparece dolor tras el ejercicio que mejora con el reposo, también en algunas actividades como subir y bajar escaleras, levantarse de un sillón o ponerse de cuclillas. El dolor suele localizarse en la cara anterior e interna de la rodilla. En fases más tardías el dolor comienza al inicio de una actividad tras el reposo (por ejemplo caminar tras haber estado sentado). Durante el ejercicio se presenta cada vez con mayor frecuencia, obligando a hacer descansos a intervalos más cortos.

- **Inflamación**

Pueden aparecer crisis inflamatorias con derrame articular que ocasionan dolor continuo, incluso en reposo. Pese a esto la artrosis no es una enfermedad inflamatoria, sino degenerativa.

- **Deformidades**

En artrosis avanzadas pueden aparecer deformidades en varo, valgo o en flexo, limitando su función.

- **Atrofia muscular e inestabilidad articular**

En fases medias y avanzadas aparece una atrofia o adelgazamiento del músculo cuádriceps. En fases más avanzadas se presenta inestabilidad articular, dolor persistente y claudicación. La artrosis interfiere cada vez más en las actividades del paciente, momento en que se plantea el tratamiento quirúrgico [26].

DIAGNÓSTICO DE LA ARTROSIS

El diagnóstico de la artrosis se basa fundamentalmente en la clínica (ver Tabla 2), cuyas principales manifestaciones han sido descritas en el apartado anterior, y en la exploración física junto con la radiología simple [27].

Tabla 2. Hallazgos clínicos de la Osteoartrosis

Dolor a la presión en los márgenes articulares	Tumefacción
Engrosamiento articular	Inestabilidad articular
Calor sin hiperemia local	Disminución del rango de movilidad
Deformidad articular	Crepitación articular
Derrame articular	

American College of Rheumatology. 2000.

Hallazgos radiológicos (ver Fig. 7)

- Estrechamiento de la interlínea articular, debido a una pérdida de volumen del cartílago
- Esclerosis
- Quistes subcondrales
- Osteofitos marginales

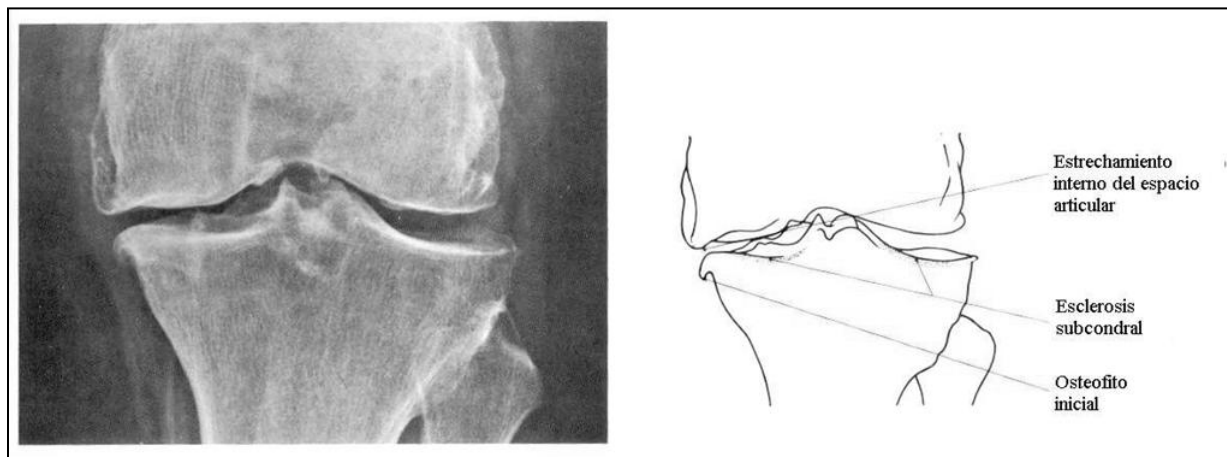


Figura 7. Cambios radiológicos de la Osteoartrosis. (Atlas de Reumatología en imágenes. Paul A. Dieppe 2004)

La escala radiológica más utilizada en la valoración del daño estructural es la de Kellgren y Lawrence [28] que incluye 5 categorías, enlistadas en la Tabla 3:

Tabla 3. Clasificación Radiológica de Kellgren y Lawrence

Grado	Hallazgos radiográficos
Grado 0	Radiografía normal.
Grado I	Posible pinzamiento del espacio articular y dudosa presencia de osteofitos.
Grado II	Presencia de osteofitos y posible disminución del espacio articular.
Grado III	Múltiples osteofitos de tamaño moderado, disminución del espacio articular y alguna esclerosis subcondral y posible deformidad de los extremos óseos.
Grado IV	Marcados osteofitos, con importante disminución del espacio articular, esclerosis severa y deformación de los extremos óseos.

American College of Rheumatology. 2000.

Los trastornos osteoartrosicos se pueden subdividir en grupos en función de la articulación afectada (rodilla o cadera), así como por la presencia o ausencia de una mayor predisposición a la enfermedad (Osteoartrosis primaria y Osteoartrosis secundaria) [15].

TRATAMIENTO DE LA ARTROSIS DE RODILLA

Los objetivos del tratamiento de la artrosis de rodilla son:

- Educación sanitaria del paciente respecto a la artrosis y su tratamiento.
- Alivio del dolor
- Mejora de la función y reducción de la discapacidad.
- Prevención o retraso de la progresión de la enfermedad y sus consecuencias.

Los principales puntos del protocolo de la EULAR (European League Against Rheumatism) 2003 [12], para el tratamiento de la artrosis de rodilla son:

- El tratamiento de la artrosis de rodilla debería ser individualizado respecto a las necesidades propias de cada paciente, teniendo en cuenta factores como la edad, comorbilidad y presencia de inflamación.
- El tratamiento óptimo de la artrosis de rodilla requiere una combinación de modalidades farmacológicas y no farmacológicas.
- El paracetamol es el analgésico oral de primera línea, que debería utilizarse especialmente en el tratamiento crónico de la artrosis.
- El paracetamol en dosis de 4g al día, es el tratamiento de elección en el dolor crónico de la artrosis de rodilla, pudiéndose utilizar AINE tópicos para complementar el efecto analgésico y reservándose los AINES orales ante fracaso del tratamiento de primera línea.
- La inyección intraarticular de un corticoide de vida media larga está indicada en las exacerbaciones agudas del dolor artrosico de rodilla, especialmente si se acompaña de derrame.
- Existe evidencia de que los fármacos del grupo SYSADOA (sulfato de glucosamina, sulfato de condroitina, diacereina y ácido hialurónico) pueden presentar propiedades capaces de modificar la estructura articular, aunque se requieren más estudios que utilicen metodología estandarizada que lo confirmen.
- El ácido hialurónico y otros agentes del grupo SYSADOA son probablemente efectivos en el tratamiento de la artrosis de rodilla, aunque el efecto sea relativamente pequeño y los pacientes susceptibles de beneficiarse de ellos no estén bien definidos, ya que no están bien establecidos los aspectos farmacoeconómicos de esta modalidad terapéutica.
- El tratamiento no farmacológico de la artrosis de rodilla debería incluir aspectos como la educación, el ejercicio, el uso de muletas y plantillas, así como reducción de peso.
- El ejercicio físico, especialmente el dirigido a aumentar la fuerza del cuádriceps y/o a preservar la movilidad normal de la rodilla, es especialmente recomendable.
- El recambio articular deberá considerarse en casos de dolor refractario asociado con incapacidad funcional y deterioro radiológico.

El American College of Rheumatology [29] han publicado directrices para el tratamiento de la artrosis de rodilla y cadera entre las cuales se incluyen medidas no farmacológicas, medidas farmacológicas y tratamientos invasivos:

- **Medidas no farmacológicas**

Educación sanitaria, programas de automanejo, ayuda personalizada a través de contacto telefónico, pérdida ponderal, programas de ejercicio aeróbico y terapia física (basada fundamentalmente en la termoterapia, programas de ejercicios que aumenten la amplitud de movimiento, así como ejercicios de fortalecimiento de la musculatura, dispositivos ortésicos, calzado, plantillas con cuña lateral para mejora del genu varo, terapia ocupacional, protección articular, y dispositivos de ayuda para la realización de las actividades de la vida diaria).

- **Medidas farmacológicas**

Se pueden subdividir según la vía de administración en:

- Fármacos orales:
 - Paracetamol
 - Inhibidores específicos de la COX-2
 - AINES no selectivos con misoprostol u otros inhibidores de la bomba de protones
 - Salicilatos no acetilados
 - Otros analgésicos puros (tramadol) o los analgésicos opioides.
- Fármacos intraarticulares:
 - Glucocorticoides
 - Ácido Hialurónico.
- Fármacos de administración tópica:
 - Capsaicina
 - AINES tópicos.

- **Medidas invasivas**

Dentro de estas encontramos el lavado articular y el tratamiento quirúrgico (Artroscopía, Osteotomía, Sustitución de rodilla unicompartmental, y Sustitución total de rodilla).

En el año 2000, la guía para el manejo de la artrosis de rodilla del American College of Rheumatology recomendaba el uso del lavado articular como medida a usar en pacientes con osteoartrosis de rodilla que no respondían al tratamiento administrado, tanto farmacológico como no farmacológico [29].

FISIOTERAPIA

Cinética humana

Para medir movimientos humanos dinámicamente o de forma estática, éstos se deben restringir de alguna manera. Esto se puede hacer mediante la limitación de una respuesta, definiendo la velocidad (V) o por la carga. Todos los diferentes tipos de movimiento se pueden subdividir con limitaciones sistemáticas en las siguientes 4 categorías:

Los *movimientos activos libres* corresponden a la motricidad natural del ser humano. No están limitados ni en carga ni en velocidad. Los límites de estos movimientos son el máximo esfuerzo posible del individuo en movimiento (V_{max} M_{max}). Las cargas pueden ser

concéntricas (agonistas), excéntricas (antagonistas) o mixtas. Para el análisis de movimientos libres solamente se pueden utilizar sistemas de medición a distancia, como video 3D o similar (ver Fig. 8).

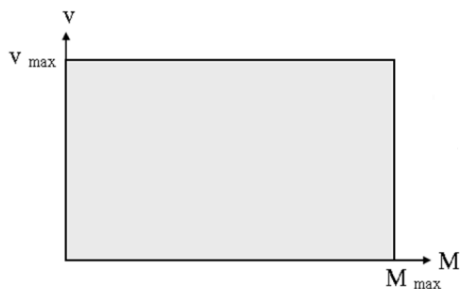


Figura 8. Movimientos Activos Libres

Para *movimientos de velocidad limitada*, la Vel.Máx. (V_{limit}) para una determinada posición está definida. Este límite no se puede exceder pero es posible que resulte por debajo. La carga no está limitada. Esto permite movimientos en el área gris oscuro. Movimientos en esta categoría pueden ser concéntricos, excéntricos o una alteración de ambos modos (tipos de carga). Ver Fig. 9.

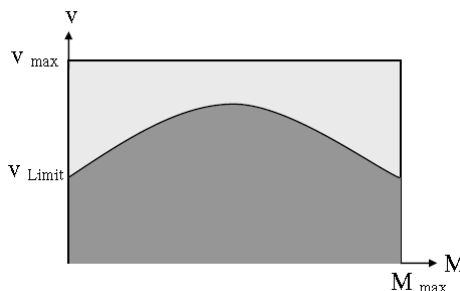


Figura 9. Movimientos de velocidad limitada

Isocinética es un caso especial de esta categoría de movimientos en la que el límite de velocidad es independiente de la posición (permanece constante durante todo el Rango de Movimiento). Para movimientos con velocidad limitada, el par (fuerza) y la posición son medidos y grabados junto a la velocidad (ver Fig. 10).

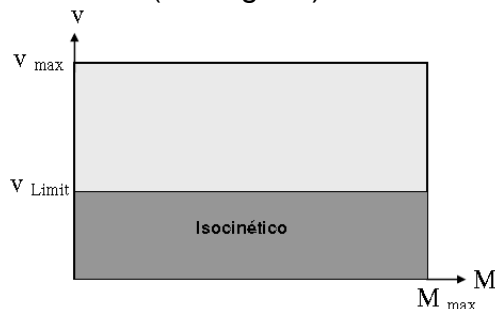


Figura 10. Isocinético

Para movimientos con una velocidad definida, la velocidad (V_{def}) se define de forma que no se pueda ni rebasar, ni caer por debajo. El Modo de estos movimientos es definido por el paciente. En movimientos con velocidad definida se mide el par (fuerza) y se graba junto con la posición y la velocidad (ver Fig. 11).

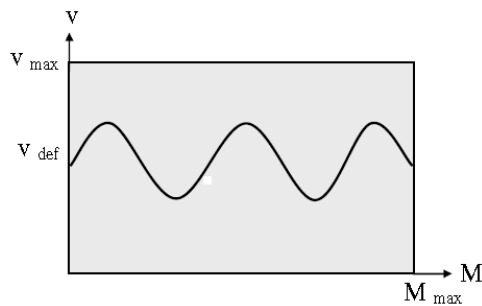


Figura 11. Movimiento de velocidad definida

Movimientos en velocidad constante son un caso especial de los movimientos con velocidad definida. En estos movimientos la rapidez siempre está igual (Movimiento Pasivo Continuo). Ver Fig. 12.

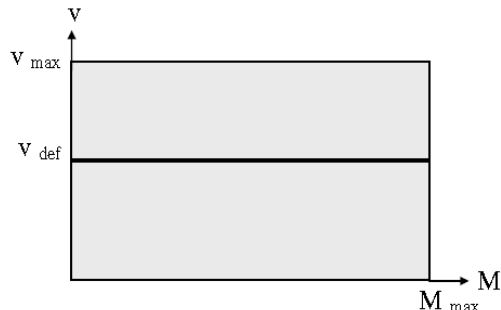


Figura 12. Movimientos en velocidad constante

La ejecución de *fuerza isométrica*, asimismo, es un caso especial de esta categoría. En este modo la velocidad es cero, lo cual significa que no hay movimiento "externo" (ver Fig. 13).

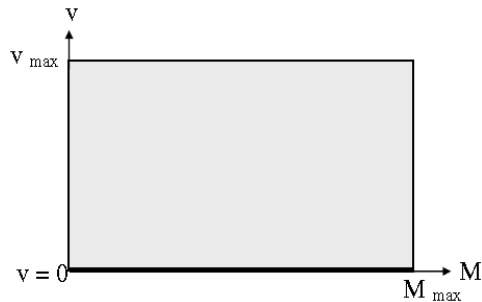


Figura 13. Fuerza isométrica

Para movimientos con carga definida, la carga definida debe ser levantada o resistida mediante la fuerza muscular. La velocidad está limitada solamente por la Vel. máxima individual (V_{max}). Movimientos en esta categoría pueden ser concéntricos, excéntricos o una alternancia de ambas modalidades. En movimientos de carga definida, la velocidad se mide y se graba junto al par (fuerza) y la posición (ver Figura 14).

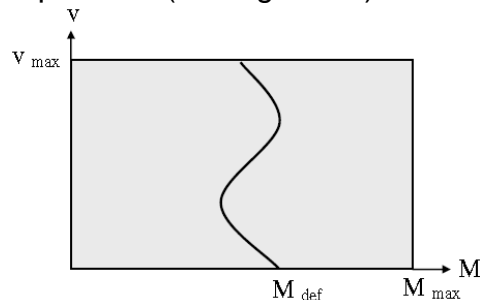


Fig. 14. Movimientos con carga definida

El modo isotónico es un caso especial de esta categoría. Para estos movimientos la carga es la misma en cada posición (Figura 15) [6,9].

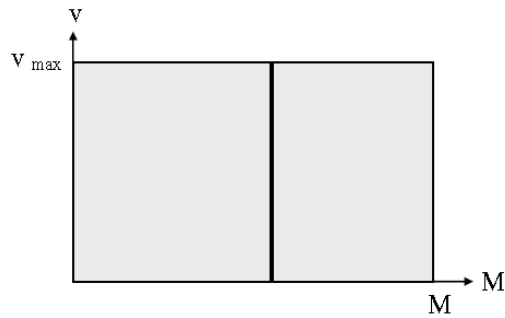


Fig. 15. Movimiento Isotónico

DEFINICIONES

Fuerza Muscular

La fuerza muscular provee una base para cada postura respecto al movimiento del segmento o el cuerpo. La musculatura es el motor de un segmento capaz de mover el sistema por sí mismo, y mover objetos, superar resistencias/obstáculos o (en ocasiones especiales) mantener una postura.

La fuerza está asociada a las propiedades contráctiles del músculo y al sistema biomecánico a través del cual se fuerza el músculo a actuar. Los factores fisiológicos que determinan la fuerza son el número, tipo y frecuencia de unidades motrices reunidas durante una contracción y las propiedades viscoelásticas del tejido contráctil y no contráctil. También el sexo, edad, área de sección transversal, coordinación inter- e intramuscular, fuentes de energía, condición y motivación, etc. son determinantes para la fuerza. Dependiendo de la demanda, la fuerza muscular se suministrará individualmente.

Fuerza máxima

La fuerza muscular puede definirse como la capacidad de generar fuerza máxima por muy breves espacios de tiempo o para un número reducido de repeticiones. Hipertrofia y un incremento de la coordinación intramuscular aumentará el nivel de fuerza máxima.

Energía de aceleración

La energía de aceleración se caracteriza por un elevado aumento de velocidad (aceleración) dentro de un período corto y definido. Es la capacidad de acelerar rápidamente un segmento o un objeto con respecto a una resistencia dada. Energía de aceleración se asocia a amplitud de músculo y composición de las fibras musculares. Está en relación directa con la fuerza máxima.

Resistencia muscular

El número de contracciones dinámicas repetitivas, submáximas, determinará el nivel de resistencia muscular. La capacidad de resistencia muscular es proporcional a la fuerza

muscular máxima. La resistencia muscular define el agotamiento debido a una carga duradera y submáxima [30,31].

PARÁMETROS MEDIDOS

- **Pico del par**

Unidad de medida Newton metro [Nm].

El pico de par corresponde al producto de fuerza [N] y brazo de la palanca [m]. El par tiene las mismas unidades físicas de medida que el trabajo, pero no debe ser confundido con éste. El trabajo realizado por el par resulta de multiplicar el ángulo de rotación, medido en Radianes [rad]. Si un par de 1Nm es aplicado durante una rotación completa, el trabajo efectuado será de $2\pi \text{ Nm} = 6.283 \text{ Nm}$.

Conversiones: $1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 1 \text{ Julio [J]} = 1 \text{ Wattsegundo [Ws]} = 1 \text{ V A s} = 1 \text{ seg.de VoltioAmperio}$

- **Posición**

La posición para sistemas rotatorios se mide en grados [°] y para sistemas lineales en metros [m]. Antes de calcular trabajo y realización se tiene que convertir la unidad ángulo de rotación [°] a Radianes [rad]: $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$

- **Fuerza**

La unidad de medida es Newton [N]. En sistemas lineales se mide fuerza en lugar de par.

Conversiones: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$

- **Tiempo**

Unidad de medida: segundo [s]

Los parámetros par (rotatorio), fuerza (lineal) y posición se miden a distancias determinadas, convertidos en valor digital, etiquetados con marcas de tiempo y sin preprocesamiento adicional salvado como “datos puros”. Otros procesos (filtración, corrección de gravedad, etc.) sólo tienen lugar en la presentación del informe. Por este motivo están disponibles datos originales no modificados para análisis independiente del sistema.

Para sistemas lineales se usan los mismos valores. Par [Nm] tiene que ser reemplazado con fuerza [N] y posición angular [°] con distancia [m] [10].

EJERCICIO

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

La tendencia al ejercicio y actos locomotores rítmicos es una tendencia natural que tiene rico tono afectivo y produce placer. Esos y otros factores fisiológicos 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 [32].

CLASIFICACIÓN DE LOS EJERCICIOS FÍSICOS

Una primera clasificación de los ejercicios físicos los divide en [9,10]:

- Generales: son los no agrupados en el deporte
- Competitivos

Además se los puede clasificar en:

a) Según el volumen de la masa muscular:

- *Local*: Ejercicios que involucran menos de un tercio de la masa muscular total. Por ejemplo, los ejercicios con miembros superiores o inferiores que provocan cambios mínimos en el organismo.
- *Regionales*: Ejercicios en donde participan entre un tercio a la mitad de la masa muscular total, por ejemplo, miembros superiores y tronco.
- *Globales*: Ejercicios en donde participan más de la mitad del volumen de la masa muscular total, provocando cambios en el organismo.

b) Según el tipo de contracción

- *Dinámicos*: También llamados isotónicos. Hay modificación de la métrica del músculo. Puede subclasificarse a su vez en:
 - *Concéntricos*: Cuando la modificación es hacia el centro del músculo.
 - *Excéntricos*: Cuando la modificación es hacia los extremos del músculo
- *Estáticos*: También llamados isométricos. Predomina la energía anaerobia. Estos ejercicios son de escasa duración y provocan serios cambios funcionales en el organismo.

c) Según fuerza y potencia

- *Ejercicios de fuerza*: Son aquellos en los que se emplea más del 50% de la capacidad de fuerza de un individuo.
- *Ejercicios de velocidad fuerza*: Son aquellos en donde se emplea un 30 a 50% de la fuerza de un individuo.
- *Ejercicios de duración*: No hay empleo de mucha fuerza del individuo, es mínima.

d) Según costos funcionales: Esta clasificación se realiza en base de algunos indicadores.

- **MET**: Consumo de O₂ en mL/min. en estado de reposo por kg. de peso (1 MET equivale a 3.5 mL/min/kg).
- **VO₂**: volumen de consumo de O₂.
- **FC**: Frecuencia cardíaca
- **VMR**: Equivalente metabólico, en Litros/min.
- **T°**: Temperatura en °C
- **Lactato**: Producción de lactato

Se forman 2 grandes grupos de ejercicios:

- *Variables*: En estos no se puede decir cuál es el gasto energético porque ello depende de varios factores, porque el movimiento que se realiza no es estereotipado sino que puede variar (juegos deportivos, deportes de combate, etc.).
- *Invariables*: Aquí la estructura de los movimientos es fija y siempre igual. No hay nada imprevisto y todo está ordenado perfectamente. Pueden a su vez subdividirse en:
 - a) Con valoración cuantitativa: Donde hay marcas finales y se expresan con unidades de valoración. Se dividen nuevamente en:
 - Cíclicos: Cuando los movimientos se repiten en ciclos reiterados (carrera, marcha, remo, natación, ciclismo), pudiendo ser de potencia anaeróbica o de potencia aeróbica, utilizando para esto criterios energéticos.
 - Acíclicos:
 - Dependientes de velocidad fuerza (saltos y lanzamientos)
 - Dependientes de fuerza (levantamiento de pesas)
 - Dependientes de precisión (tiro con arco)
 - b) Con valoración cualitativa (ver Fig.16): Se aprecian o valoran según el estilo (patinaje)

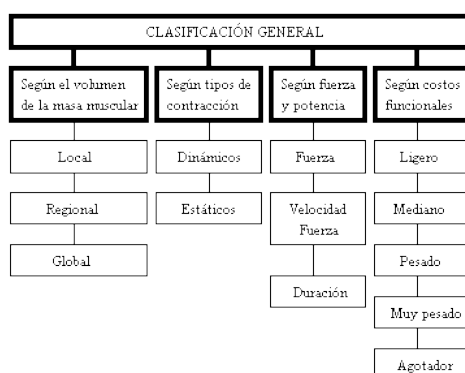


Figura 16. Clasificación de los ejercicios

CONTRACCIÓN ISOMÉTRICA E ISOTÓNICA

Se dice que una contracción muscular es isométrica cuando la longitud del músculo no modifica su longitud durante la contracción; es isotónica cuando el músculo se acorta, pero la tensión del mismo permanece constante. La contracción isométrica no requiere deslizamiento de miofibrillas unas a lo largo de las otras [30,33].

Las contracciones isotónicas desplazan una carga, lo cual influye el fenómeno de inercia, incluyendo la ejecución de un trabajo externo.

Cuando una persona está de pie pone en función sus cuádriceps para mantener fijas las rodillas y rígidas las piernas (contracción isométrica). Cuando una persona levanta un peso con sus bíceps, es una contracción isotónica. En los ejercicios dinámicos (isotónicos) aumenta la precarga y por lo tanto aumenta el volumen minuto cardíaco, y el corazón se va dilatando.

Si hay mayor ejercicio estático (isométrico) el corazón no bombea mucha sangre pero debe luchar contra la resistencia periférica y entonces se hipertrofia, porque la presión arterial

aumenta. Por este motivo es que a las personas que sufren de hipertensión arterial se les debe proscribir las actividades estáticas.

Cada músculo del cuerpo está compuesto por dos tipos de fibras: lentas y rápidas, cada una de ellas con características propias:

- Fibras rápidas (blancas):
 - Fibras mucho más grandes, para una contracción muy potente.
 - Retículo sarcoplásmico extenso, para una liberación rápida de calcio.
 - Grandes cantidades de enzimas glucolíticas, para la liberación rápida de energía.
 - Riego sanguíneo menos amplio, porque el metabolismo oxidativo es menos importante.
 - Menos mitocondrias, también porque el metabolismo oxidativo tiene poca importancia.
- Fibras lentas (rojas):
 - Fibras musculares más pequeñas.
 - Están inervadas por fibras nerviosas más pequeñas.
 - Sistema vascular más amplio, para que las fibras cuenten con cantidad extra de oxígeno.
 - Gran cantidad de mitocondrias, debido a niveles elevados del metabolismo oxidativo.
 - Contienen grandes cantidades de mioglobina, almacena oxígeno para las mitocondrias.

Las fibras blancas están adaptadas para contracciones rápidas y poderosas (por ejemplo, saltar); las fibras rojas para actividad muscular continua y prolongada (por ejemplo, un maratón).

FASES DEL EJERCICIO

Podemos considerar al ejercicio físico como un estrés impuesto al organismo, por el cual este responde con un Síndrome de Adaptación, y cuyo resultado podrá ser la forma deportiva o la sobrecarga, según sea la magnitud de la carga aplicada. La sobrecarga se produce cuando la magnitud de la carga sobrepasa la capacidad del organismo [4,34].

- *Carga*: se denomina carga a la fuerza que ejerce el peso de un objeto sobre los músculos.
- *Volumen de la carga*: está representada por la cantidad de la misma (km. recorridos, horas de duración).
- *Intensidad de la carga*: es el volumen de la carga en función del tiempo.
- *Capacidad de trabajo*: denota energía total disponible.
- *Potencia*: significa energía por unidad de tiempo.

En el ejercicio físico se producen dos tipos de Adaptaciones:

- *Adaptación aguda*: es la que tiene lugar en el transcurso del ejercicio físico.
- *Adaptación crónica*: es la que se manifiesta por los cambios estructurales y funcionales de las distintas adaptaciones agudas (cuando el ejercicio es repetido y continuo), por ej. aumento del número de mitocondrias musculares, agrandamiento cardíaco, incremento del consumo máximo de oxígeno (VO_2), disminución de la frecuencia cardíaca, incremento de la capacidad oxidativa del músculo, etc.

PRINCIPIOS DE ENTRENAMIENTO

Una definición de entrenamiento es explicarlo como un proceso sistemático que debería conllevar un cambio en el estado de las capacidades personales físicas y psicológicas. Como una ayuda general para orientación para un diseño detallado de entrenamiento y tratamiento, los siguientes principios pueden servir de directrices para el proceso. De hecho no es necesario seguirlos todos. Deben servir como una base para los fisioterapeutas, para orientarles en su diseño del entrenamiento. Están tomados de los deportes de competición pero son fácilmente transferibles al entrenamiento terapéutico [9,35,36]:

1) Principio de estímulo de carga efectiva

Para obtener reacciones de adaptación física al entrenamiento, los estímulos deben superar un cierto umbral. Para cada paciente se debe hallar el estímulo de la carga óptima en forma individualizada.

2) Principio de mejora progresiva de la carga

En ciertos períodos de tiempo debería tener lugar una mejora progresiva en la carga de entrenamiento. El cuerpo humano se ve forzado a adaptarse a nuevas exigencias. En base a una larga experiencia el siguiente orden para mejorar la carga ha sido definido: incremento de la frecuencia de entrenamiento, incremento en la cantidad de entrenamiento dentro de la unidad de práctica, reducción de pausas, aumento de la intensidad.

3) Principio de variación en la carga a entrenar

Para mantener los efectos ergométricos del sistema nervioso vegetativo simpático, las características de la carga deberían cambiar dentro del rango de intensidad predeterminado.

4) Principio de diseño óptimo de carga y recreación

Durante las diferentes fases (carga/recreación) del entrenamiento se requiere de una regeneración óptima para restaurar las reservas de energía. Las diversas reservas de energía muestran diferentes características de tiempo para restaurarse ellas mismas. Dependiendo del estímulo de carga, las reservas energéticas tienen que rellenarse. Ante una nueva carga se debe prestar atención a las nuevas fases de supercompensación. Pueden diferir en función de la longitud e intensidad de las cargas que le preceden. Finalmente, otros factores influyen en la duración del tiempo de recuperación, tales como capacidad individual, nutrición y otras secuencias que acompañan al entrenamiento. La experiencia y observación fuera de la práctica son importantes además del conocimiento teórico, para determinar el tiempo de restauración.

5) Principio de repetición y duración (continuidad)

Los diversos sistemas funcionales del organismo humano necesitan diferentes períodos de tiempo para acomodarse a nuevas cargas. Los procedimientos de transposición metabólica y enzimática se dan en el plazo de 2 o 3 semanas; los procedimientos estructurales precisan un plazo de tiempo más largo. Durante estos períodos, cuando los procesos de acomodación tienen lugar, es importante establecer estímulos continuados y duraderos.

6) Principio de períodos y ciclos

No se puede lograr un aumento duradero del rendimiento por diversos motivos. Es por ello que se necesitan cambios de carga, incluyendo fases para aumentar, mantener y reducir el

rendimiento con la propia carga. Este cambio constante se refiere a un plan anual, así como a ciclos micro y macro. Procediendo así se pueden evitar exigencias excesivas.

7) Principio de individualidad y adaptación a la edad (moderación del crecimiento)

Las circunstancias individuales del paciente deben ser tenidas en cuenta para obtener una progresión optimizada del rendimiento. Entre otras hallamos la edad biológica, el género, la situación de entrenamiento actual, rasgos del carácter, factores de constitución, factores sociales y de salud (cargas familiares y profesionales).

8) Principio de especialización creciente

Comenzando con entrenamiento general, el entrenamiento debería, en forma creciente, estar en sintonía con las necesidades especiales del paciente (concerniendo a la vida cotidiana o deportiva).

9) Principio de la interacción reguladora de los elementos a entrenar

Las cargas generales y especiales en el entrenamiento se deben turnar, pues conllevan adaptaciones generales y especiales. Los procesos de adaptación pueden interactuar positivamente y negativamente y por ello el entrenamiento debe ser coordinado de manera consecuente.

EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO

Los estiramientos tienen como finalidad fundamental aumentar la flexibilidad, en el caso de los más jóvenes, o mantenerla, en el caso de los adultos, o incluso evitar su deterioro progresivo cuando se alcanza la mediana edad [6,9].

Se define la flexibilidad como la capacidad del organismo para mover las articulaciones atendiendo al rango de su movilidad, con la ayuda de unos músculos concretos. Cada articulación del cuerpo tiene un rango de movilidad específico y, por lo tanto, la flexibilidad no es una característica general, es decir, se puede ser flexible para una articulación y rígido para otra.

Normalmente se distinguen varios tipos de flexibilidad y cada una de ellas lleva aparejado una clase de estiramiento. Atendiendo al tipo de ejercicio de estiramiento la flexibilidad se suele dividir en:

- Estática
- Balística
- Dinámica o Funcional

Para cada uno de los casos anteriores, y atendiendo al modo en que se realiza el estiramiento, la flexibilidad se suele subdividir en:

- Pasiva
- Activa

• Flexibilidad Estática

Hace referencia al rango de movilidad de una articulación sin tener en cuenta la velocidad con que se va a realizar el movimiento.

- Estiramiento estático

Consiste en estirar un músculo concreto hasta el punto máximo de su movilidad y mantenerlo en esa posición durante un tiempo que irá siendo mayor a medida que se tenga más práctica. Es el método más seguro y efectivo para desarrollar o mantener la flexibilidad y es el utilizado por los practicantes de hatha yoga. Sin embargo, la práctica única de estiramientos estáticos no carece de inconvenientes.

El estiramiento estático tiene características benéficas:

- a) Es muy simple de aprender y practicar.
- b) Requiere poco gasto energético.
- c) Provoca un óptimo aumento del umbral del reflejo de estiramiento en poco tiempo.
- d) Aumenta la longitud de los músculos de forma prácticamente permanente.
- e) Induce una buena relajación muscular.

Este tipo de estiramiento se debe realizar siempre a velocidad inferior a la velocidad con que se va a utilizar una articulación o un músculo concretos. Una vez terminado el estiramiento, cuando se devuelven el músculo y la articulación a sus posiciones de reposo, la velocidad será aún más lenta.

• **Flexibilidad Balística**

Se adquiere realizando ejercicios con sacudidas y rebotes rítmicos, con ello se consigue un buen rango de movilidad en movimientos enérgicos. Los ejercicios encaminados a adquirir flexibilidad balística presentan el mayor riesgo de lesión en la práctica.

- Estiramientos balísticos

Estos ejercicios presentan graves riesgos de lesión muscular, desarrollo de dolor y molestias, etc. Además no proporcionan una adaptación adecuada de los tejidos frente al estiramiento y, lo que es peor, bajan el umbral del reflejo de estiramiento. Por ello, no se aconseja la práctica de ejercicios que conlleven rebotes o sacudidas, sobre todo rítmicas, que suelen provocar esas tendinitis tan habituales en los tiradores.

• **Flexibilidad Dinámica o Funcional**

Los ejercicios encaminados a su adquisición no requieren rebotes ni sacudidas. Normalmente se realizan los estiramientos correspondientes a una velocidad igual o ligeramente mayor que la requerida en la práctica del deporte a que se destinan.

- Estiramientos dinámicos

Los estiramientos estáticos deben combinarse con los dinámicos para adquirir una óptima flexibilidad y aumentar el rendimiento. Al no presentar rebotes ni movimientos bruscos, estos estiramientos están siempre bajo control y, adaptándolos a una velocidad ligeramente mayor a la necesaria, mejoramos el trabajo de los receptores de las sensaciones musculares.

Es altamente recomendable que los estiramientos dinámicos se encuadren en un programa adaptado individualmente, de forma que comience realizándose a velocidad ligeramente inferior a la real, para ir aumentándola progresivamente en posteriores sesiones y llegar a la realización de los ejercicios a velocidad superior a la normal. Estos estiramientos, más que

ningún otro, se deben realizar siempre después de un calentamiento adecuado de los músculos implicados.

Estos estiramientos también se realizarán sobre la base de la progresión en velocidad dentro de cada sesión, es decir, se programará una sesión de forma que se realicen primero a velocidad reducida para ir aumentando paulatinamente la velocidad y llegar a la estipulada para esa sesión concreta.

Los estiramientos dinámicos deben combinarse con los estáticos del siguiente modo:

El paciente comenzará por realizar un estiramiento estático del músculo, después efectuará el estiramiento dinámico a velocidad lenta, repitiendo el ejercicio con aumento progresivo de la velocidad hasta llegar a la velocidad máxima requerida. Para terminar, el deportista debe ejecutar un estiramiento dinámico lento con todo el rango que permita la articulación, seguido de un estiramiento dinámico rápido corto, seguido de un estiramiento dinámico rápido de rango completo.

- **Flexibilidad Pasiva**

Tanto en el caso de la flexibilidad estática, como en la dinámica, o incluso en la balística, se requiere tener la mayor movilidad posible de una articulación cuando los músculos que intervienen en el movimiento están relajados, es decir, cuando el atleta no contribuye en nada con sus propios músculos al movimiento de la articulación. Este tipo de flexibilidad recibe el nombre de pasiva.

- Estiramientos Pasivos

El paciente debe estar relajado, sin hacer fuerza alguna que contribuya al rango de movilidad de la articulación que se está trabajando. La fuerza externa necesaria puede ser suministrada por un compañero, por un aparato (utilizados sobre todo en rehabilitación), o bien utilizando el propio peso del miembro en cuestión cuando éste sea suficiente; es el caso de los estiramientos pasivos de los corredores cuando colocan el talón sobre la valla y hacen que el peso del cuerpo actúe para producir el estiramiento.

Los estiramientos pasivos se deben realizar cuando los músculos antagonistas (los que se oponen al movimiento) merman la flexibilidad, o bien cuando el agonista (el que ayuda a realizar el movimiento) es demasiado débil. Al estar en estado de relajación tanto agonistas como antagonistas, no hay ningún factor que impida el trabajo del rango de movilidad articular.

Este tipo de estiramientos es muy útil cuando se tienen músculos tensos y no se consigue relajarlos. Recuérdese el estiramiento pasivo que realizamos, ayudándonos de la gravedad o un compañero, cuando se produce un tirón, es decir, cuando un músculo se contrae y se queda contraído, sin que voluntariamente podamos llevarlo a la situación de reposo.

Un beneficio añadido al uso de estiramientos pasivos, cuando se hacen con ayuda de un compañero, es el aumento de la camaradería entre miembros de un equipo o personas que habitualmente entrenan juntas. También existen desventajas en los estiramientos pasivos. Los riesgos de lesión son mayores, sobre todo cuando se usan aparatos o la ayuda de un compañero, ya que no somos dueños de la fuerza aplicada, ni del rango de movilidad

empleado. También se puede desencadenar el reflejo de estiramiento, si la velocidad con que se realiza éste es demasiado alta.

- **Flexibilidad Activa**

Es necesaria para realizar movimientos y mantener posturas utilizando los propios músculos (en este caso los antagonistas para estirar un agonista), sin utilizar fuerza o ayuda externa alguna, sin embargo se puede utilizar una resistencia externa que se oponga al estiramiento, como puede ser un aparato o el peso de los aparatos utilizados normalmente en la práctica del deporte. En nuestro caso es altamente indicada una buena flexibilidad activa de las articulaciones del lado de arco teniendo en cuenta que debemos sostener éste, minimizando sus oscilaciones, venciendo su peso y el del propio brazo.

- Estiramientos activos

Se suelen clasificar los estiramientos activos en libres y con resistencia. En el primer caso sólo utilizaremos los músculos y, a lo sumo, la resistencia impuesta por la gravedad en el peso del miembro implicado en la articulación, en el segundo caso utilizaremos una resistencia externa como puede ser un peso, un aparato, una pared, etc. Como es natural, el rango de movilidad que se consigue con un estiramiento activo es menor, a veces mucho menor, que el conseguido, para la misma articulación, con el estiramiento pasivo.

No obstante, está demostrado que los niveles deportivos mejoran más con los estiramientos activos que con los pasivos, por lo que recomendamos la práctica de estos últimos frente a los primeros. Por otra parte, existe un factor de relativa importancia y es la no necesidad de ayuda externa, por lo que se pueden realizar cuando el tirador entrena habitualmente sólo. El estiramiento activo también puede desencadenar el reflejo de estiramiento y está totalmente desaconsejado cuando hay lesión, inflamación, esguince o molestias en la zona a estirar.

TERMOTERAPIA

Definición

Termoterapia se denomina a la aplicación del calor o el frío como agentes terapéuticos [10].

Mecanismos de transferencia de energía térmica

- *Radiación*

Es la transmisión del calor (energía en forma de ondas electromagnéticas) a través del vacío. Es el principal mecanismo de termólisis del organismo. No solo se produce emisión sino que se produce también absorción de radiación electromagnética. El poder absorbente, así como el poder de radiación del cuerpo depende de su temperatura, de su naturaleza y de su superficie. Por ejemplo, Calor Infrarrojo.

- *Conducción*

Es un mecanismo de intercambio de energía térmica entre dos superficies en contacto. Se produce entre dos áreas de diferente temperatura, por colisión molecular directa y por desplazamiento de electrones libres. La energía térmica pasa de lugares de mayor temperatura a lugares de menor temperatura. Los tejidos del cuerpo humano presentan, en general, una baja conductividad térmica, se comportan como aislantes. Los tejidos con gran contenido de agua (músculos, sangre) presentan una mayor conductividad. Si se interpone

aire entre un agente termoterápico y la piel, será difícil la transmisión del calor. Por ejemplo, agentes termoterapéuticos sólidos (Arena, envolturas secas, almohadillas, mantas eléctricas, bolsas de agua caliente, compresas calientes, hot packs, etc.) y semilíquidos (parafina).

- *Convección*

Consiste en la transferencia de calor que tiene lugar en un líquido (agua, sangre, etc.). Aunque en los líquidos y gases una parte del calor se transfiere por conducción, una mayor cantidad hace por convección. En el cuerpo humano se produce transporte de calor desde la profundidad hacia la superficie corporal, por conducción y por convección. El mecanismo convectivo, en el que desempeña un papel fundamental la circulación sanguínea, actúa a modo de radiación y es la causa principal de que a corta distancia de la piel la temperatura central sea prácticamente uniforme. Por ejemplo, hidroterapia, baños de vapor y sauna.

- *Evaporación*

Es un mecanismo termolítico, variante de la convección, consistente en una transferencia de calor corporal por la vaporización del sudor y del agua de los pulmones, durante la espiración. Es un mecanismo imprescindible frente a temperaturas externas elevadas. Las pérdidas por evaporación (a través del sudor) aumentan con la elevación de la temperatura ambiental.

- *Conversión*

Es la transformación de otras formas de energía en calor. Por ejemplo, los ultrasonidos (donde la energía mecánica produce fricción y se transforma en calor) y las altas frecuencias (donde la energía electromagnética desarrolla corrientes inducidas dentro de organismo que producen calor desde la profundidad hacia la superficie).

Respuestas fisiológicas a la aplicación de calor terapéutico

- a) Alivio del dolor.
- b) Disminución del espasmo muscular. Facilita la relajación muscular y aumenta la eficacia de la acción muscular.
- c) Disminución de la rigidez articular.
- d) Aumento de la extensibilidad de las fibras de colágena.
- e) Aumento del flujo sanguíneo. Produce vasodilatación con la producción de un eritema cutáneo.
- f) Aumento del metabolismo.
- g) Efecto sobre los nervios sensitivos. El calor leve tiene un efecto sedante sobre las terminaciones nerviosas, mientras que el calor intenso tiene un efecto irritante.
- h) Aumento general de la temperatura.
- i) Descenso de la tensión arterial por vasodilatación generalizada y disminución de la resistencia periférica.
- j) Colabora en la resolución de infiltraciones inflamatorias, edemas y exudados.

La aplicación de calor a un nervio periférico produce un aumento en el umbral del dolor en el área inervada por el nervio, sin afectar la función motora. Incluso se puede elevar el umbral de dolor por el calentamiento de la piel inervada por el nervio en cuestión.

Por efecto del calor se produce una alteración marcada de las propiedades físicas de tejidos fibrosos y elásticos, como los que se encuentran en los tendones, en las cápsulas articulares y en las cicatrices. Al ser calentados, estos tejidos ceden mucho más fácilmente al

estiramiento. La condición óptima para obtener el mayor resultado es la combinación del calor y la aplicación de estiramiento. El estiramiento estable y prolongado es más efectivo que el estiramiento intermitente de corta duración.

El calentamiento, también afecta la fibra gamma en el músculo, la disminución en la sensibilidad al estiramiento del huso neuromuscular que esto provoca, así como los reflejos desencadenados por los receptores de temperatura, pudieran constituir la base fisiológica para la relajación del espasmo muscular observado clínicamente luego de la aplicación de calor. Por otra parte, cuando se calienta la piel de la pared abdominal, se observa que se produce un blanqueamiento de la mucosa gástrica y una reducción de la acidez gástrica. Se observa además, una relajación de la musculatura lisa del sistema gastrointestinal, lo cual se manifiesta en una disminución de la perístasis y constituye la base del alivio de los cólicos gastrointestinales. Se relaja la musculatura lisa del útero, lo que a su vez reduce los cólicos menstruales.

Precauciones y contraindicaciones en la aplicación de calor

- Es importante tener cuidado en zonas de pérdida o trastornos de la sensibilidad de la piel.
- Se debe vigilar la aparición de dolor durante la aplicación.
- Está contraindicado en los tejidos con irrigación inadecuada, tampoco cuando exista tendencia al sangrado.
- No aplicar en zonas donde existen procesos malignos, por la posibilidad de diseminación.
- No aplicar en procesos inflamatorios agudos, ni febriles.
- No aplicar en pacientes con trastornos cardiovasculares descompensados [10].

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el programa rehabilitatorio con propuesta de ejercicios de fortalecimiento una mayor proporción de ejercicios de estiramiento en pacientes con Gonartrosis grado II, por medio de la cuantificación del torque muscular y del rango de movimiento, la capacidad funcional e intensidad del dolor en la rodilla, comparándolo con el tratamiento rehabilitatorio convencional, en el Hospital Regional 1º de Octubre del ISSSTE.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un programa rehabilitatorio eficaz para el tratamiento de pacientes con Gonartrosis grado II, utilizando ejercicios de fortalecimiento y estiramiento.
- Aplicar el programa rehabilitatorio a pacientes derechohabientes del Hospital Regional 1º de Octubre del ISSSTE que presenten Gonartrosis grado II.
- Evaluar la fuerza de los músculos efectores de rodilla (flexores y extensores) antes y después de la aplicación del programa rehabilitatorio mediante el uso del CONTREX-MJ.
- Evaluar el rango de movimiento de la rodilla antes y después de la aplicación del programa rehabilitatorio por medio del CONTREX-MJ.
- Evaluar el dolor que el paciente presenta antes y después del tratamiento por medio de la Escala Visual Análoga (EVA).
- Evaluar la capacidad funcional e intensidad del dolor con el índice WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities index).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿El incremento en la proporción de ejercicios de estiramiento en la rutina convencional de tratamiento en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE para pacientes con gonartrosis grado II mejora el rango de movimiento y la fuerza muscular?

JUSTIFICACIÓN

La Enfermedad articular degenerativa crónica u Osteoartritis, tiene tal importancia que la Organización Mundial de la Salud ha designado la primera década de este siglo como la “Década Osteoarticular” (Bone Joint Decade). En México y en el resto del mundo es una de las causas de discapacidad más importantes en personas de 40 años en adelante, y en personas de la 3ª edad representa un factor relevante en el desarrollo de discapacidad.

Las articulaciones más frecuentemente afectadas son: rodilla (gonartrosis), cadera (coxartrosis), columna (espondiloartrosis), manos y pies (enfermedad articular degenerativa de pequeñas articulaciones). La osteoartritis localizada en la cadera y en la rodilla implican la mayor discapacidad que cualquier otra enfermedad en el anciano, existen reportes de hasta 60%; de este grupo de pacientes hasta un 40% requieren el uso de un apoyo para la marcha.

En México desde 1990 se ha reconocido a la Osteoartritis como una de las primeras causas de morbilidad en personas mayores de 60 años; la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) de 2006 la ubica como la segunda causa de morbilidad con 14% en personas mayores de 60 años [37]. En estudios hechos sobre costos de la atención primaria, la Osteoartritis ocupa siempre los primeros cuatro lugares, y en la atención de pacientes mayores de 60 años, la Osteoartritis se encuentra en los primeros tres lugares en demanda de atención, y representa el mismo nivel en lo que se refiere a costos [38].

De acuerdo con datos tomados del estudio Framingham, la osteoartritis de rodilla ocurre en al menos el 33% de las personas de 60 años o mayores y es la primera causa de inflamación articular en los Estados Unidos, con una prevalencia del 12% [22].

La carga económica que esto representa a nivel internacional es hasta el 2.5% del PIB de Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y Gran Bretaña. En EUA en el año 2000 fue hasta de 26 millones de dólares. El cálculo total de la carga económica incluye la pérdida en la productividad y estos se nombran como costos indirectos; se reporta que el costo de la pérdida de productividad representa 49.6 billones de dólares [39].

Está plenamente demostrado que la declinación de la fuerza muscular que se presenta en esta patología puede ser revertida a través de un programa de entrenamiento progresivo, esto incluso en adultos mayores. Otras investigaciones han demostrado disminuir e incluso revertir los resultados negativos causados por gonartrosis utilizando el ejercicio como intervención principal. Por otra parte O'Reilly [36] menciona que en pacientes con gonartrosis un programa de 6 meses de ejercicios de resistencia de baja intensidad logró disminuir el dolor articular durante la marcha y al subir escaleras. La revisión efectuada por Petrella [35] de 33 estudios de la literatura reporta que el ejercicio tiene efectos moderados sobre el dolor articular, y la funcionalidad.

La debilidad del cuádriceps es común entre pacientes con Osteoartrosis de rodilla. Es una manifestación de atrofia por desuso, que desarrollan porque hay descarga de la extremidad dolorosa. Esta debilidad ocasiona una disfunción sensorial reflejada por una disminución en la propiocepción. Tradicionalmente el fortalecimiento del cuádriceps ha sido enfatizado como el elemento más importante en los programas de entrenamiento y acondicionamiento designados para proteger la rodilla [40].

Existen algunos estudios en donde se reporta el ejercicio de tipo isocinético para el fortalecimiento del músculo cuádriceps, sin embargo, su uso está limitado ya que los aparatos para realizarlos son costosos y no se cuenta con ellos en todos los servicios de rehabilitación. Además, los resultados son similares a programas de ejercicio en casa cuando éste es constante, por ello, otras formas relativamente sencillas de realizar el fortalecimiento muscular son: con ejercicios de tipo isométrico o ejercicios de tipo isotónico de resistencia dinámica incluso en pacientes de edad avanzada por periodos de 14 a 16 semanas de tratamiento. Es por ello que las investigaciones que se lleven a cabo sobre el tratamiento de dicha problemática articular deban adquirir un gran protagonismo.

Dentro del algoritmo terapéutico de la Osteoartrosis de rodilla en etapas iniciales, la piedra angular sigue siendo el tratamiento conservador, ya que representa un menor costo, nula estancia hospitalaria y mayor aceptación por parte del paciente.

A lo largo de la historia han sido varios los estudios que han tratado de evaluar la eficacia del tratamiento fisioterapéutico de la gonartrosis, sin embargo, el 90% de los mismos basan sus resultados en escalas cualitativas estandarizadas para dicha enfermedad o escalas de valoración subjetiva, lo que reduce la confiabilidad de los resultados, planteando controversia sobre dicho tratamiento.

Por ello, se considera necesario el desarrollo de estudios que avalen la eficacia del tratamiento rehabilitatorio de la Gonartrosis grado II a partir de mediciones objetivas y cuantificables. También el manejar en forma temprana la Osteoartrosis de rodilla en forma práctica, eficiente y barata, ya que representa un riesgo potencial de discapacidad en la población y de una pérdida económica significativa.

En el Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE, la Gonartrosis representa la segunda causa de consulta al año en el servicio de Medicina Física y Rehabilitación (2,560 pacientes); de la cual, el 60% se debe a Gonartrosis grado II. Como es conocido, el manejo rehabilitatorio de pacientes con esta patología consta generalmente de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento, evaluando antes y después de sus sesiones de tratamiento.

Al diseñar una rutina eficaz con ejercicios de fortalecimiento y mayor número de ejercicios de estiramiento, se busca aumentar fuerza muscular en primera instancia y rango de movimiento, éste último se traduce en menor limitación articular, permitiendo mayor longitud de trabajo muscular, y por lo tanto, facilitar el fortalecimiento muscular en forma indirecta. Dicho programa rehabilitatorio podría tener potencial de aplicación fuera del servicio de Medicina Física y Rehabilitación, disminuyendo la demanda de consulta en el tercer nivel y ser manejada con resultados favorables en un segundo o primer nivel, representando una reducción significativa de tiempos de espera para consulta y tratamiento, y en los costos del manejo de esta enfermedad.

HIPÓTESIS

El tratamiento rehabilitatorio a base de una rutina con mayor proporción de ejercicios de estiramiento en función del tratamiento convencional representa una ganancia en rango de movimiento e indirectamente en torque muscular, reflejado en una menor puntuación en la EVA e índice WOMAC.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Hombres y Mujeres.
- Edad de 30 a 60 años.
- Pacientes con gonartrosis grado II de la escala radiológica de Kellgren uni o bilateral.
- Gonalgia de 1 a 2 años de evolución.
- Colaboración voluntaria del paciente y firma del consentimiento informado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con anquilosis.
- Pacientes postoperados de rodilla (plastia ligamentaria, limpieza articular, artroplastia parcial o total).
- Pacientes analfabetas.
- Secuelas de enfermedades neurológicas (Enfermedad Vascular Cerebral, Parálisis Cerebral, Traumatismo cráneo encefálico).
- Enfermedades psiquiátricas.
- Enfermedades reumáticas (Artritis Reumatoide, Espondilitis Anquilosante).
- Patologías infecciosas locales.
- Dermatitis en la rodilla.
- Infiltración de esteroides intraarticulares en los últimos 3 meses.
- Presencia de coxartrosis.
- Fracturas recientes en miembros pélvicos.
- Obesidad grado II en adelante.
- Alteraciones en la sensibilidad.
- Cardiopatía que contraindique el ejercicio.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Desarrollo de dolor importante (EVA >8) secundario a programa de tratamiento.
- Inasistencia a las sesiones de tratamiento mayor al 20%.
- Mostrar desinterés al tratamiento.
- No acudir a la sesión de evaluación post-tratamiento.
- Abandono voluntario del estudio.
- Deceso del paciente.
- Que el paciente con criterios de exclusión haya entrado al estudio.
- Que el paciente retire o no firme la carta de consentimiento informado.

DISEÑO

Se diseñó un estudio clínico, experimental, longitudinal, prospectivo, comparativo, ciego aleatorizado y estratificado para evaluar un programa terapéutico rehabilitatorio en pacientes con gonartrosis grado II de la escala radiológica de Kellgren. Se seleccionaron pacientes que acudieron a consulta por primera vez al servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión; los cuales se aleatorizaron en 2 grupos (uno experimental y otro control), utilizando series de 11 pacientes. Cada serie se sometió a un plan rehabilitatorio a base de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento durante 10 sesiones (un grupo con tratamiento convencional y el otro con la propuesta de tratamiento), además de llevarse un programa de ejecución en casa. En la evaluación de la eficacia terapéutica se utilizó el CONTREX-MJ para cuantificar el torque de los músculos flexores y extensores de la rodilla, además de la medición en grados del rango de movimiento de la misma; para corroborar la mejoría en la capacidad funcional e intensidad del dolor se valoraron a base del índice WOMAC y la Escala Visual Análoga, respectivamente. Todos estos datos se registraron en forma previa y posterior a la aplicación del programa rehabilitatorio, para luego ser analizados.

Tipo de Investigación

Observacional		Experimental	X
Longitudinal	X	Transversal	
Prospectiva	X	Retrospectiva	
Descriptiva		Comparativa	X
Abierta		A ciegas	X
Básica		Aplicada	X
Tecnológica		Biomédica	
Clínica	X	Salud Pública	

MATERIALES Y MÉTODOS

Grupos de Estudio

Se estudió la eficacia del tratamiento propuesto con mayor proporción de ejercicios de estiramiento que el tratamiento convencional para individuos portadores de Gonartrosis grado II que acudieron al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE, para manejo fisiátrico y que cumplieron con los criterios de inclusión.

Tabla 3. Rutina de ejercicios de los grupos de estudio

Grupo experimental	Grupo control
Colocación de Compresa húmedo caliente	Colocación de Compresa húmedo caliente
Isométrico de cuádriceps con apoyo en talón	Isométrico de cuádriceps con apoyo en talón
Isométrico de cuádriceps con apoyo en rodilla	Isométrico de cuádriceps con apoyo en rodilla
Isométrico de aductores y rotadores internos de cadera	Isométrico de aductores y rotadores internos de cadera
Isotónico de cuádriceps con rodilla en flexión a 90°	Isotónico de cuádriceps con rodilla en flexión a 90°
Isotónico de psoas iliaco unilateral	Isotónico de psoas iliaco unilateral
Estiramiento de Glúteo mayor unilateral	Estiramiento de Glúteo mayor unilateral
Estiramiento de Glúteo mayor bilateral	Estiramiento de Glúteo mayor bilateral
Isométrico de Glúteos e Isquiotibiales	Estiramiento de Isquiotibiales y Tríceps sural sin toalla
Isotónico de Glúteo mayor con rodilla en flexión de 90° tobillo en extensión y estiramiento de Psoas	Isotónico de Cuádriceps femoral y Tríceps sural
Estiramiento de Recto anterior femoral en decúbito ventral e Isotónico de Isquiotibiales	Isotónico de Cuádriceps femoral y Tibial anterior con estiramiento de Tríceps sural
Isotónico de Glúteo medio con isométrico de cuádriceps e Isquiotibiales	Isotónico de Vasto lateral de Cuádriceps femoral
Estiramiento de Isquiotibiales y Tríceps sural con toalla	Isotónico de Vasto medial de Cuádriceps femoral
Estiramiento de Isquiotibiales y Tríceps sural sin toalla	Isotónico de Psoas ilíaco, Cuádriceps femoral, Tibial anterior, Glúteo mayor, Isquiotibiales y Tríceps sural
Estiramiento de Tríceps sural en escalón	
Estiramiento del Tensor de la fascia lata	
Estiramiento del Recto anterior femoral	
Estiramiento de Isquiotibiales, Tríceps sural y Psoas	
Isotónico de Cuádriceps femoral y Tríceps sural	
Isotónico de Cuádriceps femoral y Tibial anterior con estiramiento de Tríceps sural	
Isotónico de Vasto lateral de Cuádriceps femoral	
Isotónico de Vasto medial de Cuádriceps femoral	
Isotónico de Psoas ilíaco, Cuádriceps femoral, Tibial anterior, Glúteo mayor, Isquiotibiales y Tríceps sural	

Grupo experimental

Pacientes seleccionados aleatoriamente, del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE, portadores de Gonartrosis grado II (de acuerdo a la escala radiológica de Kellgren), a los cuales se les valoró fuerza muscular y rango de movimiento de acuerdo a los resultados obtenidos con el tratamiento a base de ejercicios de fortalecimiento y mayor proporción de ejercicios de estiramiento durante 10 sesiones (ver Tabla 3).

Grupo control

Pacientes seleccionados aleatoriamente, del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE, portadores de Gonartrosis grado II (de acuerdo a la escala radiológica de Kellgren, a los cuales se les valoró fuerza muscular y rango de movimiento de acuerdo a los resultados obtenidos con el tratamiento convencional (del servicio) a base de ejercicios de fortalecimiento y ejercicios de estiramiento durante 10 sesiones (Ver Tabla 3).

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue calculado de acuerdo a la fórmula para estudios comparativos.

CÉDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Véase Anexo 1.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Se diseñó un programa rehabilitatorio enfocado al manejo de la gonartrosis grado II, a base de 12 ejercicios de fortalecimiento, de los cuales 4 son isométricos y 8 son isotónicos; y 10 ejercicios de estiramiento (ver Anexo 2).

Para la ejecución del mismo se reclutaron pacientes (tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión) en la consulta inicial del servicio de Medicina Física y Rehabilitación por parte de un médico especialista, informando los objetivos del estudio y las posibles complicaciones que pudieran desarrollarse.

A cada paciente se le valoró en forma inicial el rango de movimiento y fuerza muscular (por medio del CONTREX-MJ), la intensidad del dolor (basado en la Escala Visual Análoga en cm) y la capacidad funcional (con el índice WOMAC). Una vez obtenido un número mínimo de 11 pacientes se inició el tratamiento coordinado por un médico especialista o residente en Medicina de Rehabilitación, o en su defecto un Terapeuta físico.

El programa rehabilitatorio se llevó a cabo en 2 lugares: primero dentro de las instalaciones del servicio de Medicina Física y Rehabilitación del H. R. 1° de Octubre del ISSSTE, y segundo en el domicilio del paciente, haciendo hincapié en la importancia de la realización del programa de ejercicios para potenciar su mejoría en función y sintomatología.

Referente al programa rehabilitatorio, al iniciar cada sesión, se colocó una compresa húmedo caliente en la cara anterior del muslo y rodilla con la finalidad de obtener un calentamiento tisular por conducción, durante un periodo de 20 minutos. Una vez obtenidos los efectos físicos y terapéuticos de la termoterapia se iniciará el programa rehabilitatorio de acuerdo al grupo asignado en forma aleatoria al grupo de pacientes.

Todos con ejecución en series de 10 repeticiones, manteniendo la posición de trabajo por 3 a 5 segundos, de acuerdo a la tolerancia del paciente. A los pacientes asignados al grupo del tratamiento propuesto se les entregara una guía visual de los ejercicios, para poder realizarlos de forma más didáctica y sencilla. (ver Anexo 2).

Al término de las 10 sesiones de tratamiento, se valorará nuevamente el rango de movimiento, fuerza, intensidad del dolor y capacidad funcional de la rodilla afecta.

Finalmente los datos obtenidos serán analizados e interpretados.

- CONTREX-MJ



El CONTREX-MJ (Multi Joint) es un aparato diseñado primordialmente para la rehabilitación articular a base de ejercicios isocinéticos; sin embargo, tiene la capacidad de cuantificar la fuerza muscular (torque) medido en Newtons, y determinar el rango de movimiento funcional en grados (indicado en el dinamómetro y en la pantalla).

Este sistema cuenta con varias opciones terapéuticas en caso que el paciente así lo requiera (circunstancia que en este estudio no serán necesarias), siendo programado para movilizaciones pasivas (en las que el paciente no requiere de mover en forma voluntaria la articulación), activo asistidas (realizadas en parte por el paciente y en parte por el aparato) y activas (en las que el paciente mueve por completo el dinamómetro).

En el último caso, existen subvariantes para programar el tipo de ejercicio que se realizara, como ejercicios isométricos (sin desplazamiento articular, solo contracción muscular), isotónicos con desplazamiento a lo largo del rango de movimiento de la articulación pero sin imprimir mucha fuerza en ello), isocinéticos (realizando ejercicios isotónicos pero a una velocidad constante o número de movilizaciones por minuto) e isotónicos con resistencia.

Finalmente presenta un apartado en el cual se puede realizar fortalecimiento y acondicionamiento físico para sujetos que practican deportes de alto rendimiento, en el cual

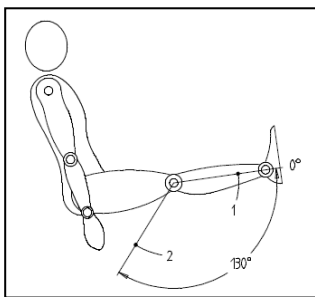
se determina la fuerza máxima que desarrolla el paciente, curva de fatiga muscular, número de repeticiones máximo tolerado manteniendo un determinado torque muscular y una variedad de biofeedback para alcanzar el objetivo de acondicionamiento muscular deseado.

En el caso de evaluación de la rodilla, existen dos modalidades de posicionamiento del paciente:

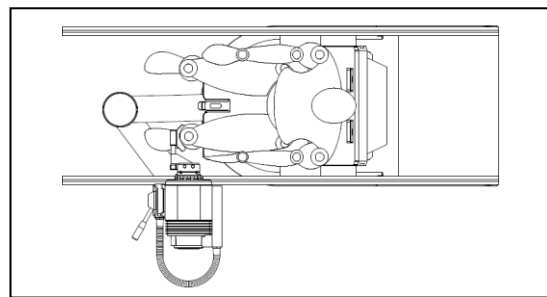
Eje de rotación

El eje de rotación transcurre transversalmente a través de los cóndilos femorales. Al alinear el eje de rotación con el eje del adaptador, el punto de referencia se encuentra dedo y medio por encima del hueco de la articulación y verticalmente encima de la cabeza del peroné.

Rodilla: Ext/Flex, Sentado (Código de prueba: 21x).



1 = Extensión
2 = Flexión



Ajuste y posicionamiento

Ajuste

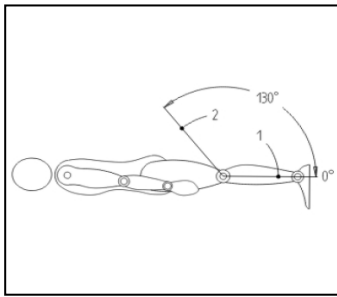
- Ajustar el ángulo entre asiento y respaldo a 85°.
- Posicionar el dinamómetro en el lado seleccionado para la prueba.
- Se acopla el adaptador base al dinamómetro.
- Instalar el adaptador de rodilla en el adaptador base.

Posicionamiento

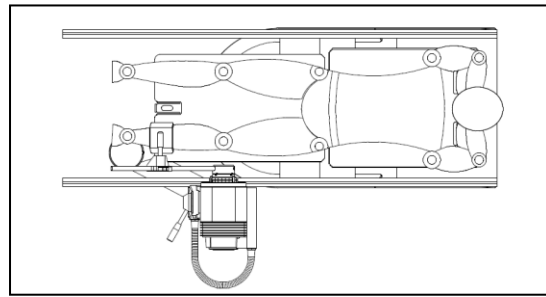
- Colocar al paciente en posición sentada.
- Ajustar las longitudes de asiento y respaldo de tal manera que los muslos estén completamente encima del asiento y el respaldo tenga contacto directo con la cadera. Se Coloca el cojín de lordosis en una posición cómoda.
- Alinear la posición del dinamómetro haciendo coincidir los dos ejes de rotación (dinamómetro y articulación).
- Instalar la fijación mediante adaptador de cadera y soporte bicilíndrico de rodillas o mediante soporte monocilíndrico y correa de velcro.
- Abrochar los cinturones de seguridad y fijar al paciente.



Rodilla: Ext/Flex, Prono (Código de prueba: 22x)



1 = Extensión
2 = Flexión



Ajuste y posicionamiento

Ajuste

- Mover el respaldo a la posición horizontal.
- Posicionar el dinamómetro en el lado seleccionado para la prueba.
- Al acoplar el adaptador base al dinamómetro.
- Colocar el adaptador de rodilla.

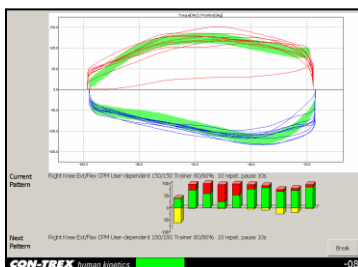
Posicionamiento

- Se colocará al paciente en posición prona, con la parte inferior de las piernas sobresaliendo un tercio por encima del canto de la cama. Los brazos, preferiblemente cruzados, dan soporte a la cabeza; los pies libres.
- Alinear la posición del dinamómetro haciendo coincidir los dos ejes de rotación (dinamómetro y articulación).
- Fijar la pierna contralateral al final de la cama.
- Abrochar los cinturones de seguridad y fijar al paciente.



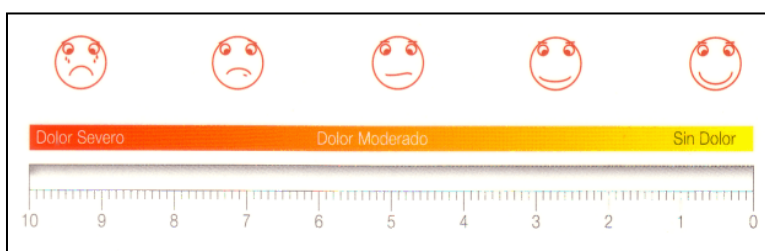
Para la evaluación de pacientes es necesario iniciar el programa de entrenamiento ubicado en el menú principal de la pantalla, una vez que se han ingresado los datos generales del paciente. Para esta modalidad es necesario valorar e ingresar en forma inicial el rango de movimiento por medio del ajuste del mismo en el dinamómetro (ya posicionado el paciente); se determina un movimiento Concéntrico-Concéntrico para rodilla e indica la posición del paciente con respecto a la silla del aparato (decúbito ventral o sedente). En la pantalla patrón se selecciona la opción de usar valor para cuantificar par/fuerza; se realiza una medición de referencia para establecer límites de fuerza y velocidad, y se procede a iniciar la valoración.

El paciente solo necesita realizar 5 movimientos de flexión-extensión, de los cuales se sacará la media aritmética para ambos movimientos [41].



- ESCALA VISUAL ANALÓGICA:

Se ha utilizado una escala visual analógica (EVA) en centímetros para la valoración global del paciente.



La Escala Visual Analógica (EVA) permite medir la intensidad del dolor que describe el paciente con la máxima reproductibilidad entre los observadores. Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma. En el izquierdo se ubica la ausencia o menor intensidad y en el derecho la mayor intensidad. Se pide al paciente que marque en la línea el punto que indique la intensidad y se mide con una regla milimetrada. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros.

Sin dolor _____ Máximo dolor

La Escala numérica es el conjunto de números de cero a diez, donde cero es la ausencia del síntoma a evaluar y diez su mayor intensidad. Se pide al paciente que seleccione el número que mejor indique la intensidad del síntoma que se está evaluando. Es el método más sencillo de interpretar y el más utilizado [42].

- ÍNDICE WOMAC

El Western Ontario and McMaster Universities index (WOMAC) es un índice que se usa principalmente para la valoración de la capacidad funcional e intensidad del dolor en pacientes con osteoartrosis de rodilla y cadera basándose en el análisis de 24 parámetros. Este índice sirve para monitorizar la evolución de la enfermedad, pero también se usa para la valoración de la efectividad de los diferentes procedimientos terapéuticos.

Los 24 parámetros de que consta el WOMAC se subdividen en tres grandes grupos, uno que valora la intensidad del dolor a través de 5 parámetros, otro que valora la rigidez mediante 2

parámetros y otro que valora la función física a través de 17 parámetros, cada uno se califica del 0 al 4 dependiendo del grado de sintomatología que presenta el paciente (Ninguno: 0 puntos, Ligeramente: 1 punto, Moderado: 2 puntos, Intenso: 3 puntos, Muy intenso: 4 puntos.).

1) Dolor:

- Al caminar por una superficie plana
- Al subir o bajar escaleras
- Por la noche en la cama que le altere o interfiera el sueño
- Al estar sentado o acostado
- Al estar de pie

2) Rigidez:

- Rigidez tras el descanso nocturno
- Rigidez en las últimas horas de la tarde

3) Función física:

- Dificultad para bajar las escaleras
- Dificultad para subir las escaleras
- Dificultad para levantarse de una silla
- Dificultad al estar de pie
- Dificultad al agacharse para recoger algo del suelo
- Dificultad al caminar sobre un terreno plano
- Dificultad al subir o bajar de un coche o autobús
- Dificultad al ir de compras
- Dificultad al ponerse los calcetines o las medias
- Dificultad al levantarse de la cama
- Dificultad al quitarse los calcetines o las medias
- Dificultad cuando está acostado en la cama
- Dificultad al entrar o salir de la ducha o de la bañera
- Dificultad al estar sentado
- Dificultad al sentarse o levantarse del retrete
- Dificultad al hacer las tareas domésticas pesadas
- Dificultad al hacer las tareas domésticas ligeras

Al final se suman todos los puntos siendo la puntuación mínima de 0 puntos y la máxima de 96 puntos [43].

ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Análisis de datos

Tabla 4. Variables

Variable		Tipo de variable	Instrumento de medición
Dependiente	Torque muscular	Cuantitativa continua	“U” de Mann-Withney
	Rango de movimiento	Cuantitativa continua	“U” de Mann-Withney
Independiente	Dolor (EVA)	Cualitativa ordinal	“U” de Mann-Withney
	Índice WOMAC	Cualitativa ordinal	“U” de Mann-Withney
	Género	Cualitativa nominal	Estadística descriptiva
	Edad	Cualitativa nominal	Estadística descriptiva

RECURSOS

Humanos

- Dr. Ángel Oscar Sánchez Ortiz, Subdirector médico del H.R. 1º de Octubre del ISSSTE, Jefe del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Médico especialista en Medicina de Rehabilitación.
- Dr. Iván José Quintero Gómez, Encargado del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Médico especialista en Medicina de Rehabilitación.
- Dr. Gustavo Adolfo Ramírez Leyva, Médico residente en Medicina de Rehabilitación.

Físicos y materiales

- Consultorio para evaluación médica inicial (1)
- Área de Terapia física:
 - Colchón para realizar los ejercicios (1)
 - Compresero (1)
 - Compresa húmedo caliente por paciente (8)
 - Toalla para envolver la compresa (8)
 - Hoja guía de la rutina de ejercicios
- Evaluación del paciente:
 - CONTREX-MJ en modalidad para rodilla (1)
 - Cédula de recolección de datos (Escala Visual Análoga e Índice WOMAC)
- Papel
- Pluma

Financiamiento

Costo de la Investigación

La presente investigación será financiada con recursos del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado.

Aspectos éticos

De acuerdo con los artículos 20, 21 y 22 de la Declaración de Helsinki (que establece el derecho del paciente a la autodeterminación y el derecho a tomar decisiones informadas a través de un consentimiento informado) y al artículo 1 del código de Núremberg (el cual estipula que absolutamente esencial el consentimiento voluntario del sujeto humano), se elabora la carta de Consentimiento informado.

RESULTADOS

Se logaron identificar un total de 66 pacientes que reunieron los criterios de inclusión, posteriormente se conformaron el grupo Control y el Experimental con 33 pacientes cada uno.

El grupo fue conformado en gran mayoría por mujeres, la diferencia respecto al IMC que fue menor en el grupo experimental con diferencia estadísticamente significativa, esto puede deberse al tamaño de la muestra (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Características generales de los pacientes al ingreso por grupo de tratamiento.*

Característica	Grupo control (n=33)	Grupo experimental (n=33)
Edad (años cumplidos)	47.4±7.6	48.9±7.3
Sexo [†]		
Masculino	10 (30.3)	6 (18.2)
Femenino	23 (69.7)	27 (81.8)
Rodillas afectadas	7 (21.2)	2 (22.2)
Derecha	4 (12.1)	5 (55.6)
Izquierda	22 (66.7)	26 (54.2)
Ambas		
Tiempo de evolución (meses)	15.03±7.5	16.15±7.0
IMC (Kg/m ²)	27.8±1.9	26.7±2.3 [†]
Peso	0 (0)	2 (6.1)
Recomendado	9 (27.3)	13 (39.4)
Sobrepeso	24 (72.7)	18 (54.5)
Obesidad		

* En variables cualitativas se reporta frecuencia y porcentaje en cuantitativas promedio y DE.

[†] p ≤ 0.05 con U de Mann Whitney.

Posteriormente se dio inicio a las modalidades terapéuticas, la adherencia al tratamiento fue de 10 sesiones en 56 pacientes (85%) en ambos grupos, de 9 sesiones en 7 (11%) y de 8 sesiones en 3 pacientes (4%).

Se cuantificó la fuerza muscular en cada grupo de tratamiento, la inicial y la final, sin diferencia significativa entre ambos (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Fuerza muscular*

Fuerza muscular (Newtons)	Grupo control	Grupo experimental
Inicial	124.58±26.9	138.42±24.1
Final	138.52±27.1	145.30±25.8

* Se reporta promedio y DE.

Con respecto al rango de movimiento, cada grupo de tratamiento fue evaluado antes y después de la aplicación de las rutinas de ejercicio, apreciándose una ligera mejoría en ambos grupos, pero sin ser estadísticamente significativa (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Arco de Movimiento*

Arco de movimiento (grados)	Grupo control	Grupo experimental
Inicial	120.58±10.8	121.26±8.95
Final	126.70±9.20	127.18±7.31

* Se reporta promedio y DE.

Los datos obtenidos anteriormente se clasificaron en rango Funcional (90° a 129°) e Ideal ($\geq 130^\circ$) y agruparon de acuerdo a la medición inicial o final, encontrando en ambos grupos un incremento en el número pacientes con rango ideal al término del tratamiento, sin diferencia estadísticamente significativa (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Tipo de Arco de Movimiento*

Arco de movimiento (grados)	Grupo control	Grupo experimental
Inicial		
Funcional	24 (72.7)	28 (84.8)
Ideal	9 (27.3)	5 (15.2)
Final		
Funcional	20 (60.6)	23 (69.7)
Ideal	13 (39.4)	10 (30.3)

* Se reporta frecuencia y porcentaje.

En cuanto al dolor referido por los pacientes, se calificó con la Escala Visual Análoga en milímetros. El resultado reportado fue el previo y posterior al tratamiento, y se aprecia una mayor reducción al final en el grupo experimental con respecto al control; sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Escala Visual Análoga

EVA (mm)	Grupo control	Grupo experimental
Inicial	70.4±10.6	70.0±
Final	38.6±6.9	32.7±10.9

* Se reporta promedio y DE.

La evaluación funcional en los grupos de tratamiento se llevó a cabo mediante el cuestionario WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities), que reporta una calificación menor entre los resultados finales del grupo experimental con respecto al control (diferencia estadísticamente significativa), traduciéndose en menor compromiso funcional en el último grupo (ver cuadro 6).

Cuadro 6. WOMAC*

WOMAC (puntaje)	Grupo control	Grupo experimental
Inicial	31.39±9.05	35.30±7.05
Final	20.06±9.48	13.52±6.97 [†]

* Se reporta promedio y DE.

[†] $p \leq 0.05$ con U de Mann Whitney.

Los resultados del cuestionario WOMAC se dividieron en 3 áreas: Dolor, Rigidez y Función. La calificación final del grupo experimental en el área de función fue menor con respecto al grupo control (una diferencia estadísticamente significativa); en las otras áreas, la calificación final fue similar en ambos grupos (ver cuadro 7).

Cuadro 7. WOMAC por áreas*

Áreas (puntaje)	Grupo Control	Grupo experimental
Dolor		
Inicial	8.24±2.56	10.12±2.20
Final	5.03±2.68	3.08±1.72
Rigidez		
Inicial	1.48±1.32	1.70±1.0
Final	0.82±0.91	0.79±1.29
Función		
Inicial	21.67±6.52	22.86±6.22
Final	14.24±7.23	11.53±6.74 [†]

* Se reporta promedio y DE.

[†] p ≤ 0.05 con U de Mann Whitney.

Lo anterior, se corrobora con los hallazgos de acuerdo al puntaje dividido en áreas del cuestionario WOMAC y por clasificación de intensidad (ver cuadro 8).

Cuadro 8. WOMAC*

Áreas a evaluar (puntaje)	Grupo control		Grupo experimental	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Dolor				
Sin dolor	2 (6.1)	16 (48.5)	0 (0)	23 (69.7)
Dolor ligero	22 (66.7)	13 (39.4)	12 (36.4)	10 (30.3)
Dolor moderado	9 (27.3)	4 (12.1)	21 (63.6)	0 (0)
Dolor severo	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Dolor muy severo	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Rigidez				
Sin Rigidez	27 (81.8)	20 (58.8)	29 (87.9)	14 (42.4)
Rigidez ligera	5 (15.2)	10 (30.3)	3 (9.1)	19 (57.6)
Rigidez moderada	1 (3.0)	3 (9.1)	0 (0)	0 (0)
Rigidez severa	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Rigidez muy severa	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Función				
Sin limitación	9 (27.3)	21 (63.6)	1 (3.0) [†]	30 (90.9) [†]
Limitación ligera	23 (69.7)	11 (33.3)	30 (90.9) [†]	3 (21.4) [†]
Limitación moderada	1 (3.0)	1 (3.0)	2 (6.1)	0 (0)
Limitación severa	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Limitación muy severa	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

* Se reporta frecuencia y porcentaje, [†] p ≤ 0.05 con U de Mann Whitney.

DISCUSIÓN

A la vista de los resultados del estudio se aprecia como la propuesta de tratamiento para pacientes con gonartrosis grado II provoca una disminución en la puntuación del índice WOMAC.

También se observa cómo se produjo una mejoría en el componente álgico de la EVA, aunque no llegó a ser significativa la diferencia; no así en el Torque de los músculos flexores y extensores de rodilla, así como en el incremento del rango de movimiento, que reportaron resultados similares en ambos tratamientos.

Como podemos comprobar por los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de los parámetros cuantificados del grupo experimental con respecto al grupo de pacientes tratado con la rutina convencional.

En el estudio, al analizar las características basales de las variables según el tipo de tratamiento, se encontró que existían diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento en algunas de ellas como el índice de masa corporal, puntuación del WOMAC basal así como en la puntuación de EVA (mm), esto a priori podría ser interpretado como un sesgo de clasificación. No obstante, garantizando la asignación aleatorizada de los pacientes a los dos grupos de tratamiento, se puede decir que las diferencias encontradas han sido fruto de la casualidad.

Es importante saber en los pacientes con Gonartrosis el motivo de la disminución de fuerza del músculo cuádriceps, al respecto está demostrado que la información de los receptores de presión que se distribuyen ampliamente en la sinovial articular pueden sufrir alteración por la propia enfermedad e informan a la médula, lo que implica un mecanismo de inhibición para las motoneuronas alfa del músculo cuádriceps [44], por otra parte, la información que procede del órgano tendinoso de Golgi, localizado en la unión músculo tendinosa es otro de los mecanismos implicados para la inhibición del cuádriceps llevando propiamente a una atrofia por desuso [45], si a esto agregamos los cambios propios de la edad en donde el paciente se va autolimitando al no efectuar mayor ejercicio y permanece en posición sedente por más tiempo, los cambios lógicos son debilidad del mecanismo extensor de la rodilla y la presencia de contractura de sus antagonistas, esto es en los músculos isquiotibiales; si por último, agregamos la presencia de enfermedad articular degenerativa sea por edad, sobrepeso, desalineación articular etc., los cambios en el músculo en el sentido de decremento de su fuerza serán mayores.

Existen varias controversias con respecto al ejercicio más adecuado para el fortalecimiento del músculo cuádriceps en pacientes con Gonartrosis, si éstos deben ser: isocinéticos, isométricos o dinámicos (isotónicos), por ejemplo, en el caso de las contracciones isométricas existe un mayor reclutamiento de las fibras musculares (en el caso del músculo cuádriceps se reporta que una sola motoneurona brinda información a más de 3,000 fibras) [46], por otra parte el mantener la contracción por un lapso de 5 segundos a lo largo de 10 contracciones contra el 80% o más de la carga máxima lleva a las fibras musculares a la fatiga, situación que favorece el fortalecimiento y la hipertrofia de manera más tardía [47, 48] tiene la ventaja de no dañar al cartílago articular, ya que no existe movimiento de fricción al efectuar este tipo de contracción, el lapso corto de tiempo (5 segundos) evita que exista una lesión por reperusión, este tipo de lesión se presenta cuando en la rodilla existe derrame

articular (en situación normal la rodilla presenta una presión intraarticular discretamente inferior a la atmosférica) y al efectuar una contracción prolongada la presión intraarticular se incrementa llegando a ser mayor que la presión de perfusión capilar, lo que podría implicar isquemia transitoria de la membrana sinovial, para al momento de cesar la contracción se presente la reperfusión y liberación de radicales libres de oxígeno que pueden prolongar e incrementar el daño a la articulación como lo demuestra el estudio clásico de Blake [49].

Por otra parte el ejercicio dinámico (isotónico) tiene la ventaja de parecerse más a las contracciones efectuadas de manera natural al efectuar la marcha [50], puede mejorar la resistencia, sin embargo generalmente no llega a la fatiga, lo que implica que no existe el mecanismo disparador para que se lleve a efecto la hipertrofia muscular [51], puede tener el inconveniente de que exista fricción en algunas áreas de la articulación dañando al cartílago articular, por ejemplo el subir o bajar una escalera implica el cambio de ángulo de la rodilla de 0 a 40 grados de flexión, que al efectuarse con carga, si la rodilla ya está lesionada, ocasione presencia de dolor y/o inhibición del músculo cuádriceps vía los receptores del órgano tendinoso de Golgi [52]. Por último los ejercicios de tipo isocinético en donde podemos controlar la velocidad angular de movimiento y la carga se distribuye de manera más uniforme en todo el músculo de acuerdo al ángulo en que se proyecta la contracción y el movimiento [53], sin embargo, estas técnicas dejan de ser prácticas por la necesidad de aparatos sofisticados para llevarlos a efecto y no todos los pacientes pueden llegar a adquirirlos.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se concluye que:

1. El incremento en la proporción de ejercicios de estiramiento en la rutina convencional de tratamiento demostró mayor ganancia funcional en los pacientes con Gonartrosis grado II.
2. En cuanto al Arco de movimiento, los resultados fueron similares tanto en los pacientes con la propuesta de tratamiento, como en los pacientes con el tratamiento convencional.
3. La ganancia de fuerza muscular en ambas propuestas de tratamiento no presentó diferencia estadísticamente significativa.
4. La intensidad del dolor presentó una reducción importante, sin tener diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y el grupo experimental.
5. Los pacientes manejados con la propuesta de tratamiento experimentaron una ganancia funcional clínicamente significativa con respecto a los pacientes con la rutina convencional de tratamiento calificado con el cuestionario WOMAC, que corresponde con los hallazgos estadísticos.

BIBLIOGRAFIA

1. Samson DJ, Grant MD, Ratko TA, Bonnell CJ, Ziegler KM, Aronson N. Treatment of primary and secondary osteoarthritis of the knee. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)*. 2007 Sep;(157):1-157.
2. H. ROUVIERE. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo III. Miembros y Sistema Nervioso central. 2005. Masson.
3. Roy K. Aaron, Adam H. Skolnick, Steven E. Reinert and Deborah McK. Ciombor. Arthroscopic Débridement for Osteoarthritis of the Knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:936-943.
4. Gail D Deyle, Stephen C Allison, Robert L Matekel. Physical Therapy Treatment Effectiveness for Osteoarthritis of the Knee: A Randomized Comparison of Supervised Clinical Exercise and Manual Therapy Procedures Versus a Home Exercise Program. *Phys Ther*. 2005;85:1301–1317.
5. Kapandji. Fisiología Articular. Tomo 2 Miembro inferior. 6a ed. Panamericana. 2006.
6. Martínez M, Pastor J, Sendra F. Manual de Medicina Física. Madrid, España: Ed. Harcourt. 2004.
7. Zuluaga, M., Castillo, G., Velasco, M. Artrodesis de rodilla y alargamiento óseo simultáneo. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, Volumen 22 - No. 1, marzo de 2008.
8. Rene Cailliet, Síndromes dolorosos de Rodilla, 3º Ed. Manual Moderno. 1994.
9. Licht, S., Johnson, E.: Terapéutica por el ejercicio. 2ª edición. Edit Salvat. 1970
10. Kottke, F.J., LEHMANN, J. F.: Medicina Física y Rehabilitación. Krusen. 4ed. Argentina: Editorial Medica Panamericana, 1994
11. Jesús E. Friol, Javier N Porro, Edith M Rodríguez. Gonartrosis, enfoque multidisciplinario. *Revista Cubana de Reumatología*. Volumen IV, Num 1, 2002.
12. EULAR recommendations for the management of knee osteoarthritis: report of a task force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials. *Ann Rheumat Dis* 2003; 62: 1145-55.
13. Gladys Pech Moguel, Roberto Coronado Zarco, María del Pilar Diez García. Valoración funcional en pacientes con osteoartrosis de rodilla tratados con glucosamina y un programa de rehabilitación. *Acta Ortopédica Mexicana* 2003; 17(4): Jul.-Ago: 179-183.

14. Reichenbach S., Sterchi R., Scherer M., Trella S., Burgi E., Burgi U, Dioppe P. Juni P. Meta-analysis: Chondroitin for Osteoarthritis of the knee or hip. *Ann Intern Med.* 2007;146:580-590.
15. E. de Miguel Mendieta. *Revista Española de Reumatología* 2005. Vol. 32 – Núm. 01 p. 37 – 41
16. Roxana Burgos Portillo, Oscar Telleira, Teresa Telleira. Gonartrosis, *Revista Paceyña de Medicina Familiar, España*, 2006.
17. Felson D. An update on the pathogenesis and epidemiology of osteoarthritis. *Radiol Clin N Am.* 2004;42:1–9.
18. Klippel J.H, Dieppe Paul. *Osteoarthritis and related disorders in Rheumatology.* (2^a edition) Ed. Mosby-Doyma. London. 2004.
19. Manek NJ, Lane NE. Osteoarthritis: Current concepts in diagnosis and management. *Am Fam Phys* 2000; 61:1795-804.
20. Scott D., Kowalczyk A., *Osteoarthritis of the knee.* BMJ Clinical Evidence. BMJ Publishing Group Ltd; 2007.
21. Herrera Lara M. Estructura y función de las articulaciones. *Enfermedades del Aparato Locomotor.* Madrid Editorial Aran. 2008. Vol. 1. P.p. 55-73.
22. Alexandra Kirkley, Trevor B. Birmingham, Robert B. Litchfield. A Randomized Trial of Arthroscopic Surgery for Osteoarthritis of the Knee. *N Engl J Med* 2008;359:1097-107.
23. François Desmeules, Clermont E Dionne, Étienne Belzile. Waiting for total knee replacement surgery: factors associated with pain, stiffness, function and quality of life. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2009, 10:52.
24. Blanco F.J., Fernández-Sueiro J.L. Artrosis: Concepto, Clasificación, Epidemiología y Patogenia en Reumatología. *Enfermedades del Aparato Locomotor.* Madrid. Editorial Aran. 2008. Vol 1. P.p. 1609-1642.
25. Ibarra Ponce , Cabrales Pontigo M., Crisostomo Martínez J.F. Resultados obtenidos con la limpieza articular artroscópica de rodilla en pacientes con osteoartritis. *Acta Ortop Mex.* 2009 Mar-Apr;23(2):85-9.
26. Giraldo M. Efecto de imagenes guiadas mediante relajacion sobre la calidad de vida relacionada con la salud en mujeres mayores con osteoartritis. *Enferm Clin.* 2007 Mar-Apr;17(2):102-3.
27. Fontbote R., Nemtala U., Contreras O., Guerrero R. Proyeccion de Rosenberg en la evaluacion radiologica de la osteoartrosis de rodilla. *Rev Med Chil.* 2008 Jul;136(7):880-4.
28. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteoarthritis . *Ann Rheum Dis* 1957: 16: 494-501.

29. Roy D. Altman et al. Guidelines for the medical management of osteoarthritis. Recommendations for the Medical Management of Osteoarthritis of the Hip and Knee. American College of Rheumatology. *Arthritis Rheum.* 2000;43: 1905–15.
30. Domínguez, L. Fortalecimiento del cuádriceps en gonartrosis. *Acta Médica Grupo Ángeles.* Volumen 2, No. 2, abril-junio 2004.
31. Hanada, E.Y.: “Efficacy of rehabilitative therapy in regional musculoskeletal conditions”. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2003; 17(1): 151-66.
32. E. Roddy, W. Zhang, M. Doherty. Evidence based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee—the MOVE consensus. *Rheumatology* 2005;44:67–73.
33. Caroline B. Terwee, Rienk M.A. van der Slikke, Rob C. van Lummel, et. al. Self-reported physical functioning was more influenced by pain than performance-based physical functioning in knee-osteoarthritis patients. *Journal of Clinical Epidemiology* 59 (2006) 724–731.
34. K L Bennell, R S Hinman, B R Metcalf. Efficacy of physiotherapy management of knee joint osteoarthritis: a randomised, double blind, placebo controlled trial. *Ann Rheum Dis* 2005;64:906–912.
35. Petrella RJ. Is exercise effective treatment for osteoarthritis of the knee? *Br J Sport Med* 2000; 34: 326-31.
36. O’Reilly S, Muir K, Doherty M. Effectiveness of home exercise on pain and disability from osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial. *Ann Rheum Dis* 1999; 58: 15-9.
37. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006.
38. De Pavia-Mota, Larios González, Briceño-Cortés. Manejo de la osteoartrosis en Medicina Familiar y ortopedia. *Archivos en Medicina Familiar.* México, 2005, Vol. 7, 003: 93-98.
39. Erlich E.G. The rise of osteoarthritis. *Bull World Health Organ.* 2003; 81 (9): 630.
40. Loyola Sánchez, A., Ramirez Wakamatzu, M., Vazquez Zamudio, J. Efecto del ultrasonido terapéutico pulsátil de baja intensidad sobre la regeneración del cartílago articular en pacientes con gonartrosis de segundo y tercer grado. *ReumatolClin.* 2009;5(4):163–167.
41. CMV AG, CON-TREX MJ Sistema Multiarticulación. Manual de Usuario [CD-ROM]. Zürich, SWITZERLAND. 2006.

42. E. Mongil, I. Sánchez, F. Torre, A. Callejo, A. Arizaga. Farmacos de acción lenta (Sysadoa) en el tratamiento de la osteoartrosis. *Rev. Soc. Esp. Dolor* 7: 485-496; 2006.
43. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 1988;15:1833-40.
44. Hutton RS, Atwater SW. Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. *Sport Med* 1992; 14:406-21.
45. Hakkinen K, Kallinen M, Izquierdo M et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA and force during resistance training in middle aged and older people. *J Appl Physiol* 1998; 84: 1341-9.
46. Marks R. The effect of isometric quadriceps resistance training in mid range for osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res* 1993; 6: 52-6.
47. Chamberlain MA, Care G, Harfield B. Physiotherapy in osteoarthritis of the knee. A controlled trial of hospital versus home exercises. *Int Rehabil Med* 1982; 4: 101-6.
48. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, Calkins E. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 367-74.
49. Blake DR, Merry P, Unsworth J et al. Lesión por hipoxia-reperfusión en la articulación humana inflamada. *The Lancet* 1989; 1: 289-292.
50. Meuleman JR, Brechue WF, Kubilis PS, Lowenthal DT. Exercise training in the debilitated aged: strength and functional outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 312-8.
51. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988; 64: 1038-44.
52. Barret DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73: 53-5.
53. Steiner LA, Harris BA, Krebs DE. Reliability of isokinetic knee flexion and extension measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 1327-35.

ANEXO 1
ISSSTE

HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE

Servicio de Medicina Física y Rehabilitación

“Comparación de dos estrategias de tratamiento Rehabilitatorio para pacientes con Gonartrosis grado II a base de ejercicios de fortalecimiento y estiramiento”

CÉDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nombre:								Género:		M	F						
Rodilla (s):		Der.	Izq.	Amb.		Edad:		años									
Tiempo evol.:		meses		años		Grupo:		IMC:									
EVA	Inicial	mm				Final	mm										
Fuerza	Inicial	N				Final	N										
Rango de Movimiento		Inicial	°				Final	°									
Asistencia								Ninguno 0	Ligero 1	Moderado 2	Intenso 3	Muy Intenso 4					
WOMAC Items																	
Dolor:																	
Al caminar por una superficie plana																	
Al subir o bajar escaleras																	
Por la noche en la cama que le altere o interfiera el sueño																	
Al estar sentado o acostado																	
Al estar de pie																	
Rigidez:																	
Rigidez tras el descanso nocturno																	
Rigidez en las últimas horas de la tarde																	
Función física:																	
Dificultad para bajar las escaleras																	
Dificultad para subir las escaleras																	
Dificultad para levantarse de una silla																	
Dificultad al estar de pie																	
Dificultad al agacharse para recoger algo del suelo																	
Dificultad al caminar sobre un terreno plano																	
Dificultad al subir o bajar de un coche o autobús																	
Dificultad al ir de compras																	
Dificultad al ponerse los calcetines o las medias																	
Dificultad al levantarse de la cama																	
Dificultad al quitarse los calcetines o las medias																	
Dificultad cuando está acostado en la cama																	
Dificultad al entrar o salir de la ducha o de la bañera																	
Dificultad al estar sentado																	
Dificultad al sentarse o levantarse del retrete																	
Dificultad al hacer las tareas domésticas pesadas																	
Dificultad al hacer las tareas domésticas ligeras																	
								I	F	I	F	I	F	I	F	I	F

ANEXO 2

Rutina de ejercicios para rodilla



Colocar una compresa en ambas rodillas por 20 minutos.



Colocar una toalla hecha rollo bajo los tobillos y tratar de presionar la rodilla contra el colchón.



Colocar el rollo de toalla debajo de las rodillas, flexionándolas un poco, y estirarlas manteniendo la punta del pie hacia el cuerpo.



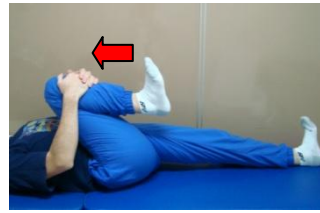
Llevar el rollo en medio de las rodillas y presionarlo evitando que se caiga.



Doblando un poco ambas rodillas, estirar cada una sin rebasar la rodilla doblada



Llevar una rodilla al pecho con las manos desde la posición de rodillas dobladas



Llevar una rodilla al pecho con las manos y después la otra desde la posición de las piernas estiradas



Jalar ambas rodillas al pecho desde la posición de rodillas dobladas.



Boca abajo, apretar las nalgas, muslos y piernas



Doblando la rodilla a 90°, levantar toda la pierna desde la cintura



Doblar ambas rodillas intentando tocar las nalgas con los talones



Acostado de lado, levantar la pierna estirada con la punta hacia el cuerpo



Con la toalla, jalar la punta del pie hacia el cuerpo manteniendo la rodilla estirada.



Con la rodilla estirada, tratar de tocar la punta de los dedos, dirigiendo la punta del pie hacia el cuerpo.



Sobre un escalón, apoyando solo las puntas de los pies, tratar de tocar el suelo con los talones.



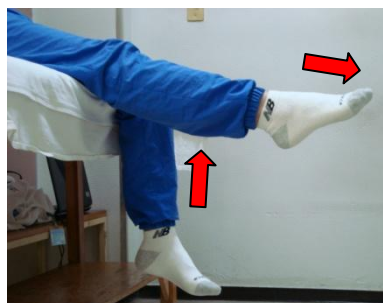
Cruzando una pierna sobre otra, y manteniendo las rodillas estiradas, tratar de tocar la punta de los pies.



Parado, con una mano apoyada en la pared, jalar con la otra mano el pie doblando la rodilla.



De pie, hacer un desplante, doblando la rodilla de adelante y manteniendo estirada la de atrás.



Estando sentado con las piernas colgando, estirar y doblar la rodilla manteniendo la punta del pie hacia abajo.



Sentado con las piernas colgando, estirar y doblar la rodilla llevando la punta del pie hacia arriba.



Sentado, estirar y doblar la rodilla dirigiendo la punta del pie hacia adentro.



Sentado, dirigir la punta del pie hacia afuera y estirar y doblar la rodilla manteniendo así el pie.



Pasar de sentado a de pie sin apoyarse con las manos.

Realizar 10 repeticiones de cada ejercicio, tratando de mantener la posición por 3 a 5 segundos.

