

## Traumatología del Deporte

# Prescripción del ejercicio en pacientes con artrosis. Recomendaciones actuales

J. J. Ramos Álvarez, F. J. López-Silvarrey Varela, J. C. Segovia Martínez, J. J. Montoya Miñano,  
J. C. Legido Arce

## Exercise prescription for patients with osteoarthritis. Current recommendations

### Resumen

*La artrosis alcanza una alta incidencia y prevalencia en todo el mundo, por lo que esta enfermedad representa un problema sanitario de primer orden.*

*Actualmente el tratamiento no farmacológico se considera de primera elección en el manejo de los pacientes con artrosis. Jugando un papel esencial la práctica del ejercicio físico.*

*En el presente trabajo realizamos una revisión a los artículos más relevantes publicados en los últimos años que relacionan ejercicio físico y artrosis.*

*Elaboramos unas tablas de prescripción de ejercicio en dichos pacientes, recomendando aquellos deportes que supongan una menor sobrecarga articular como son la marcha, la carrera, el ciclismo y la natación.*

Selección, 2006; 15 (3):144-153

### Summary

*Osteoarthritis has a high incidence and prevalence in the world, therefore this illness is an important health problem.*

*Nowadays the non-pharmacological treatment is considered the first choice for patients suffering from arthrosis. Physical exercise plays a key role.*

*In this work we review the most important papers published in the last years related to physical exercise and osteoarthritis.*

*We have prepared some tables for the exercise prescription for these patients, recommending those sports that imply a less joint overload such as walking, running, cycling and swimming.*

**Key words:** Osteoarthritis. Exercise prescription. Osteoarthritis treatment. Joint damage.

### Introducción

Los procesos reumáticos, en general, presentan una alta incidencia y prevalencia en todo el mundo (1-5). En concreto la Artrosis afecta a millones de personas anualmente, siendo la causa más frecuente de artritis en los Estados Unidos (2), llegando a padecerla en distintos grados, el 60% de los mayores de 50 años (4), cifra que alcanza el 70-90% por encima de los 75 años (6).

Estos datos convierten a las enfermedades reumáticas y en concreto a la artrosis en un problema sanitario de primer orden, con implicaciones sociales y económicas evidentes. (Absentismo laboral, aumento del gasto farmacéutico, incremento del gasto social...) (7, 8).

Actualmente, en el manejo de los pacientes con artrosis, se considera de primera elección el tratamiento no farmacológico, jugando un papel esencial la práctica de ejercicio físico (9). Por tanto, el ejercicio físico, al mostrarse efectivo en el control de diversos procesos patológicos relacionados con el daño articular, se nos ofrece como una alternativa terapéutica complementaria eficaz, barata y accesible en el tratamiento y prevención de dicha enfermedad (10).

No obstante, es importante tener en cuenta, a la hora de utilizar el ejercicio en el manejo de los pacientes, que la práctica del mismo puede contribuir, en mayor o menor grado, a desencadenar o empeorar el proceso reumático.

En consecuencia, si queremos obtener unos efectos beneficiosos, el ejercicio físico debe prescribirse individualmente, estudiando la afectación articular en concreto y las condiciones físicas de cada individuo. En la prescripción de ejercicio en la artrosis, tenemos que tener en cuenta el tipo de ejercicio, la forma de realizarlo, la intensidad, la frecuencia, las articulaciones y grupos musculares implicados y otros factores secundarios, pero importantes, como puede ser la superficie a utilizar.

Es imprescindible, previo a la participación deportiva un exhaustivo reconocimiento médico-deportivo, que evalúe el estado articular y la capacidad física del paciente, para poder prescribir el ejercicio más adecuado, para cada caso en concreto.

En el presente capítulo vamos a revisar los riesgos y beneficios sobre los enfermos con artrosis, de las actividades deportivas más comúnmente practicadas, con el objetivo de establecer unas pautas generales y específicas de prescripción de ejercicio en función de la afección estudiada, tras una revisión de los artículos más relevantes publicados hasta la fecha.

## Definición y aspectos generales

La Artrosis (OA) es un proceso multifactorial que conduce a cambios en la estructura y en la función articular (11). Derivando en una serie de síntomas y signos en la articulación que tradicionalmente están asociados a un defecto del cartílago articular y cambios en el hueso subcondral y márgenes articulares (12). Actualmente se considera que en la OA está implicada toda la articulación, incluyendo las estructuras intraarticulares, ligamentos, musculatura periarticular, cápsula y membrana sinovial (9).

La OA no es una enfermedad sistémica, aunque puedan estar involucradas varias articulaciones (13), es el resultado de una combinación de factores (13)

que conducen a la degeneración articular: por un lado la presencia de determinadas condiciones previas que puedan producir un trastorno sobre la articulación (alteraciones estructurales, historia de lesión, mala recuperación) y por otro el estrés significativo sobre la misma (aumento de las cargas, frecuencia, posición), aunque raramente, alguna de estas condiciones por si misma puedan desarrollar el proceso (14). El conjunto de ambas circunstancias asociado a cambios bioquímicos en el cartílago articular y membrana sinovial (15) y a factores genéticos (16, 17) conllevan al desarrollo y a la evolución de la enfermedad.

Algunos autores han llegado a postular el porcentaje de contribución de los diferentes factores de riesgo en el desarrollo de la enfermedad, atribuyendo un 40% a la carga de trabajo, un 55% a la participación deportiva y un 15% al sobrepeso corporal (13, 14).

Es importante tener en cuenta que la OA es un proceso evolutivo, no es un proceso adquirido (18), por tanto, toda actuación sobre los factores de riesgo puede modificar el curso de la enfermedad. El ejercicio físico puede contribuir a mejorarla o empeorarla.

## Clasificación

La Artrosis (OA) ha sido clasificada en primaria y secundaria. La OA primaria ocurre en ausencia de factores predisponentes o etiológicos conocidos. La OA secundaria es el resultado de algunas condiciones o enfermedades previas y se han dividido en ocho categorías: Alteraciones metabólicas, endocrinas, estructurales (congénita), traumatismos articulares, otras enfermedades óseas y articulares (localizadas y difusas), neuropática, endémica y otras (congelación, enfermedad de Caisson, hemoglobinopatías) (19, 20).

## Clínica y su correlación con técnicas de diagnóstico por imagen

El dolor y la inflamación articular son los síntomas principales de la enfermedad, aunque el dolor no tiene una buena correlación con las imágenes radiológicas (21). Los signos característicos radiográficos clásicamente descritos de la OA son: disminución de la interlinea articular, esclerosis ósea subcondral, formación de osteofitos marginales y formaciones quísticas (geodas) (22). Hay estudios recientes que sitúan las zonas dolorosas en los lugares que se objetiva edema óseo (23) y con el grado de hipertrofia sinovial (24).

Recientemente la gammagrafía ósea positiva y la valoración de los grados de sinovitis por artroscopia,

han situado el papel de la inflamación en un signo que tiene una gran importancia en el proceso de la OA y puede ser utilizado para predecir la progresión de la enfermedad (25, 26).

El cartílago juega un importante papel en el desarrollo de la OA. Posiblemente los hallazgos radiológicos pueden venir precedidos de lesión en el cartílago (18, 27). Clásicamente se han clasificado cuatro grados en la lesión del cartílago: grado I: disminución de la consistencia, grado II: fibrilación, grado III: fisura y grado IV: exposición de hueso subcondral (28).

No obstante, hay que tener en cuenta que en esta enfermedad participan todos los tejidos articulares (9). El tejido sinovial y el hueso subcondral juegan un papel importante en el proceso de la enfermedad (29). La Resonancia Nuclear Magnética al estudiar los tejidos blandos, el cartílago y el hueso pueden servir para predecir el desarrollo de la OA (27).

Las articulaciones más frecuentemente afectadas en la OA son la interfalángica proximal, la interfalángica distal, la trapezometacarpiana, la columna vertebral, la rodilla y la cadera (30).

### Factores de riesgo (Tabla I)

Los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de la OA incluyen: La edad avanzada (13, 31). Un bajo nivel de estrógenos (menopausia, histerectomía...). Factores genéticos (14, 31, 32). Padecer una enfermedad articular inflamatoria previa (19, 20, 25, 31). Padecer trastornos metabólicos o endocrinos (19, 20, 31), recientemente se ha establecido una relación entre osteoartritis y déficit de vitamina K (33).

TABLA I
Artrosis
<p><i>Factores de riesgo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Bajo nivel de estrógenos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menopausia</li> <li>- Histerectomía</li> </ul> </li> <li>• Factores genéticos</li> <li>• Enfermedad articular inflamatoria previa</li> <li>• Trastornos metabólicos, endocrinos</li> <li>• Traumatismos articulares</li> <li>• Obesidad</li> <li>• Defectos estructurales</li> <li>• Estrés repetidos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deporte</li> <li>- Profesión</li> </ul> </li> </ul>

Antecedentes de traumatismos articulares (19, 20, 27, 31). El exceso de peso (27, 31, 35, 36). Determinados defectos estructurales (19, 20, 27, 31, 32). Finalmente, todas aquellas circunstancias que supongan estrés repetidos sobre las articulaciones, como son la practica deportiva (13, 31, 34) y la actividad profesional (12, 32, 34).

### El deporte como factor de riesgo (Tablas II)

El deporte o la actividad física está incluido en todos los estudios epidemiológicos como un factor de riesgo en el desarrollo de la OA (13, 19, 20, 27, 31, 34, 37), esto es debido a diversos mecanismos relacionados con su practica: por un lado el significativo aumento y repetición de las cargas y por otro el aumento de los traumatismos articulares y las consecuencias que pueden derivarse de la lesión, como son la cirugía articular, la mala rehabilitación o el reintegro prematuro a la práctica deportiva (34, 37-44). No obstante el riesgo de osteoartritis va asociado al alto nivel de competición (18, 44-49) y depende de la frecuencia, el tipo y la intensidad del ejercicio (13, 18, 44-51).

De acuerdo con los trabajos revisados en la literatura podemos enumerar todos aquellos factores de riesgo en relación con la practica de ejercicio físico que, en mayor o menor medida, contribuyen al desarrollo de la OA: Alto nivel de competición (18, 44-49). Deformidad articular (27, 44, 52, 53). Historia de lesión previa (39, 44, 48, 50, 52, 54-57), incluyendo la rotura meniscal, la menisectomía (39, 44, 52) y la rotura y reconstrucción del ligamento cruzado anterior (39, 43, 44). Rehabilitación insuficiente o el reintegro prematuro a la practica deportiva (34, 37, 38, 44). Finalmente, comenzar tardíamente la práctica de un deporte de riesgo (44).

No se han encontrado diferencias entre hombres y mujeres, entre el riesgo de padecer osteoartritis y la práctica deportiva intensiva (38, 45, 51).

TABLA II
El deporte como factor de riesgo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto nivel de competición</li> <li>• Deformidad articular</li> <li>• Historia de lesión previa               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotura meniscal y menisectomía</li> <li>- Rotura del L.C.A. y reconstrucción</li> </ul> </li> <li>• Rehabilitación insuficiente o reintegro prematuro</li> <li>• Comenzar tardíamente la práctica de un deporte de riesgo (40-50 años).</li> </ul>

No obstante, es preciso destacar que, aunque en los diversos estudios reseñados, se establece una relación entre el deporte y los factores de riesgo mencionados, algunos autores no han encontrado una relación tan clara, si se estudian conjuntamente otros factores de riesgo no directamente relacionados con la practica deportiva, como son la edad, la masa corporal, la ocupación y los años de practica (44, 58-63).

El riesgo de padecer OA con el ejercicio, además de la intensidad, depende también del tipo de ejercicio a realizar, los deportes que soportan más cargas tienen más riesgo de padecer OA (38, 44, 47, 48), los deportes de equipo y pista (baloncesto, balonmano, fútbol, rugby, tenis), presentan más riesgo cuando se practican intensamente, presentando, por tanto, menos riesgo su practica recreacional (38, 44, 46, 48-51).

Los deportes que presentan menos riesgo de padecer OA son la carrera, el ciclismo y la natación (38, 44, 45, 47, 64-67), riesgo que también aumenta con su practica intensa (38, 44, 45, 47, 64). De todos ellos, la natación es el deporte con menos riesgo (63, 65, 67, 68).

La afectación articular depende de las articulaciones que soportan las cargas en el deporte que realizan. En los deportes de fuerza como la halterofilia, las articulaciones más afectadas son la columna y las rodillas. En el rugby se afecta la rodilla principalmente (50). En el fútbol y en la carrera de fondo las articulaciones más afectadas son la cadera, la rodilla y el tobillo (46, 48, 49, 51, 69-71). En la gimnasia se afectan principalmente el hombro, el codo, la cadera y la muñeca. En el boxeo las articulaciones afectadas son las carpo-metacarpianas y las metacarpo-falángicas. Finalmente en el ciclismo las articulaciones más susceptibles son el tobillo y la rodilla (65, 66) (Tabla III).

TABLA III	
Articulaciones afectadas según el deporte	
• Atletismo	- Cadera, rodilla y tobillo
• Boxeo	- Carpo-metacarpiana y metacarpo-falángica
• Ciclismo	- Rodilla y tobillo
• Fútbol	- Cadera, rodilla y tobillo
• Gimnasia	- Hombro, codo, muñeca y cadera
• Halterofilia	- Columna y rodilla
• Rugby	- Rodilla

### El ejercicio como prevención y tratamiento (Tabla IV)

El ejercicio físico se ha mostrado efectivo en el control de diversos procesos patológicos relacionados con el daño articular: mejora la nutrición del cartílago, estimulando su remodelación y reparación (2, 72). Disminuye la inflamación (10). Mejora la flexibilidad, aumentando el rango de movimiento articular (ROM) (73-75). Incrementa la fuerza (74-77). Disminuye el dolor (73-79).

TABLA IV	
El deporte como prevención y tratamiento en la osteoartritis	
• Mejora la nutrición del cartílago	- Estimula remodelación y reparación
• Disminuye la inflamación	
• Mejora la flexibilidad	- Aumenta el rango de movimiento articular
• Incrementa la fuerza	
• Disminuye el dolor	
• Beneficios generales	- Mejora la función cardiovascular
	- Reduce los factores de riesgo coronario
	- Reduce la morbilidad y mortalidad
	- Beneficios psicológicos
• Depresión, ansiedad, autoestima	

Por otro lado, independientemente al beneficio articular, el ejercicio físico proporciona otra serie de beneficios relacionados con la salud en general, que mejoran sustancialmente la calidad de vida de los pacientes: Mejora de la función cardiovascular. Reducción de los factores de riesgo de la enfermedad coronaria. Reducción de la morbilidad y mortalidad. Beneficios psicológicos (disminución de la ansiedad, el estrés y mejora de la autoestima) (73, 78-80).

Los objetivos del ejercicio físico en la osteoartritis son favorecer la nutrición del cartílago articular, mantener la musculatura en condiciones óptimas, conservar la amplitud de movimientos y controlar el dolor.

Conforme estudiamos en el apartado anterior, la recomendación general sobre el ejercicio en los pacientes reumáticos es realizar deportes aeróbicos, dichos deportes comprenden principalmente la marcha, la carrera, el ciclismo y la natación (38, 44, 45, 47, 64, 81).

En la carrera, las fuerzas de compresión articular son mayores sobre la cadera, la rodilla y el tobillo (69, 71), dependiendo de la velocidad, la amplitud de la zancada y el terreno. Las fuerzas de compresión arti-

cular y los rangos de movimiento aumentan al aumentar el ritmo de carrera (65, 71, 82-85).

Las superficies artificiales (asfalto, tartán, cemento, madera) aumentan el riesgo al aumentar las fuerzas de tracción, siendo más favorables las superficies naturales. (césped, tierra) (86-92), aunque este punto es algo controvertido en la literatura, ya que no hay evidencias que los terrenos duros aumenten el riesgo de lesión por sobrecarga (93-96). En cualquier caso, es importante que la superficie sea lisa, el desnivel del terreno (subir y bajar cuestas) aumenta la carga de impacto sobre las articulaciones (97-98) y los terrenos irregulares aumentan el riesgo de lesión (93).

Aunque se ha postulado que las modernas zapatillas pueden aumentar el riesgo de lesión, ya que al moderar los impactos, atenúan la sensibilidad propioceptiva (91). En los pacientes con artritis, se recomienda utilizar un calzado con poco peso y una óptima capacidad para absorber impactos (99). Es aconsejable cambiar las zapatillas cada 500 a 700 Km (100) e incluso alrededor de los 400 Km, ya que se ha comunicado que por encima de esa distancia la capacidad de absorción del calzado se reduce en un 60% (101), dependiendo del tipo de calzado utilizado, del tipo de terreno y del peso del paciente (101).

En el ciclismo las fuerzas de compresión articular son menores que en la carrera (66), por tanto el ciclismo es un deporte muy recomendable a los pacientes con OA, ya que tiene un bajo impacto articular (65, 68), sobretodo la bicicleta estática, ya que podemos regular las cargas y adaptarla individualmente. Se ha calculado que las fuerzas de compresión patelar se reducen con una cadencia de pedaleo de 70-90 r.p.m. con velocidad constante y una colocación idónea del pie y la pierna con respecto al pedal (102, 103).

Finalmente, como venimos comentando, la natación es un medio excelente para los pacientes con OA, las fuerzas de compresión articular son mínimas (104), permite el ejercicio sin dolor y por tanto mejora la coordinación, la postura y el rango de movimiento articular (67, 68).

No hay trabajos concluyentes sobre la distancia a recorrer ni la intensidad en pacientes con artritis (65), no obstante se sugiere que no deben incrementar la distancia más de un 5% por semana (105).

En el programa de ejercicio físico para pacientes con OA es importante incluir el trabajo de potenciación y de estiramiento muscular al objeto de mantener y mejorar el rango de movimiento articular y la fuerza muscular (10, 81, 106, 107).

La atrofia del cuádriceps se ha postulado como un factor de riesgo para la aparición de OA de rodilla (108, 109). El trabajo de fuerza muscular comenzará

con contracciones isométricas, continuando con isométricos en cadena cinética abierta, posteriormente en cadena cinética cerrada e iremos aumentando progresivamente las cargas (106). Es importante combinar con ejercicios propioceptivos para mejorar la coordinación y la estabilidad articular (106, 110-112).

### Programa preventivo (Tabla V)

El conocer los factores de riesgo relacionados con la OA nos permite elaborar un programa de prevención desde la *infancia* que incluiría el ejercicio físico habitual, la educación postural y la rehabilitación de las alteraciones estático-mecánicas que pudiéramos objetivar. Por lo que se hace necesario un reconocimiento exhaustivo previo a la participación deportiva.

En el *adulto* es importante mantener el peso adecuado, realizar un programa de ejercicio específico habitual y utilizar protectores o vendajes funcionales (113, 114).

En los *deportistas* es importante insistir en el trabajo de fuerza y flexibilidad (81, 106, 107, 115, 116), realizar un sistemático calentamiento y enfriamiento (10, 13), usar protectores o vendajes funcionales y un adecuado equipamiento (13, 113, 114), entrenamiento de la técnica correcta, una técnica adecuada previene la aparición de osteoartritis (30). En caso de lesión articular es importante una adecuado diagnóstico y reha-

TABLA V

#### Prevención

- **Infancia**
  - Ejercicio físico habitual
  - Educación postural
  - Rehabilitación de las alteraciones estático-mecánicas
- **Adulto**
  - Mantener el peso adecuado
  - Ejercicio adecuado de todas las articulaciones
  - Uso de protectores y vendajes funcionales
- **Deportista**
  - Trabajo de fuerza y flexibilidad
  - Adecuado calentamiento y enfriamiento
  - Uso de protectores y vendajes funcionales
  - Adecuado equipamiento
  - Entrenar la técnica correcta
  - Adecuado diagnóstico y rehabilitación
- **Deportista aficionado**
  - Recomendar actividades deportivas de bajo riesgo

bilitación de la misma (106, 117). Para minimizar los riesgos de OA después de una lesión articular hay que realizar un programa sistemático de rehabilitación. Debemos ir cubriendo fases de recuperación según el rango de movimiento articular, para aumentar progresivamente las cargas y los ejercicios de vuelta a la actividad, manteniéndolos, incluso, hasta después de su incorporación al deporte (106).

En los *deportistas recreacionales*, incluimos las medidas preventivas reseñadas y recomendamos actividades deportivas que supongan un menor riesgo de daño articular (13, 37).

### Conclusiones

De acuerdo con los trabajos revisados en el presente artículo, podemos elaborar unas pautas generales de prescripción del ejercicio en los pacientes con artrosis, insistiendo en la importancia de un programa individualizado, que pueda modificar dichas pautas en función del paciente.

### Recomendaciones para pacientes con artrosis (Tabla VI)

En general las recomendaciones para los pacientes con artrosis incluirían medidas higiénicas y medidas generales.

#### Medidas higiénicas:

Perder peso.

Sedestación en ángulo de 90° de flexión de cadera con respaldo que permita todo el apoyo de la columna.

Decúbito con piernas flexionadas

Bipedestación erguido cambiando los apoyos y no permanecer de pie sin caminar.

Si hay afectación vertebral agacharse doblando las rodillas, si la afectación es de la articulación patelo-femoral, agacharse flexionando la espalda.

Evitar el ejercicio en cuestas.

Utilizar terrenos blandos y lisos que absorban mejor las fuerzas de reacción (hierba y tierra húmeda).

TABLA VI

### Recomendaciones de ejercicio en pacientes con artrosis

#### • Medidas higiénicas

- Perder peso
- Sedestación en ángulo de 90° de flexión de cadera con respaldo que permita el apoyo de toda la columna
- Decúbito con piernas flexionadas
- Bipedestación cambiando los apoyos y no permanecer de pie sin caminar
- Agacharse doblando las rodillas (columna) evitar la flexión (rodillas)
- Evitar cuestas
- Terreno blando (hierba, tierra húmeda)
- Utilizar prendas cómodas y amplias
- Utilizar calzado ligero, cómodo y flexible con capacidad de absorción de las cargas. Cambiar el calzado a partir de los 400 Km.

#### • Consejos generales

- El dolor se usará como guía (evitar ejercicio que provoque dolor)
- Evitar previo al ejercicio la ingesta de analgésicos que enmascaran el dolor
- Evitar el ejercicio que provoque un incremento en la actividad de la enfermedad (inflamación, derrame articular, marcadores de actividad...)
- Mínimo estrés articular sobre la superficie (impacto, torsión..)
- Permitir una postura correcta y buen alineamiento articular
- Usar medidas de protección articular (tape...)
- Comenzar el trabajo de fuerza con ejercicios en descarga, isométricos
- Adecuado calentamiento y enfriamiento para minimizar el riesgo de lesión
- El calor puede aplicarse al comienzo del ejercicio
- En algunos casos aplicar frío después del ejercicio (15-20')
- El ejercicio físico debe ser regular (parte de la rutina diaria)
- Reconocimiento médico deportivo que pauté la intensidad del ejercicio
- Programa individualizado de ejercicios
- Promover la socialización en el ejercicio

Utilizar prendas cómodas y amplias.  
 Utilizar calzado cómodo y flexible con capacidad de absorción de cargas.  
 Cambiar las zapatillas cada 500 a 700 Km.

#### Medidas generales:

El dolor se usara como guía (evitar ejercicio que provoque dolor).

Evitar el uso de analgésicos o antiinflamatorios antes o durante el ejercicio, ya que puedan enmascarar el dolor.

Evitar el ejercicio que provoque un incremento en la actividad de la enfermedad (inflamación, derrame articular, marcadores de la actividad).

Mínimo estrés articular sobre la superficie (impacto, torsión).

Permitir una postura correcta y una buena alineación articular.

Usar medidas de protección articular si fuera preciso (tape, protectores).

Comenzar el trabajo de fuerza con ejercicios en descarga e isométricos.

Adecuado calentamiento y enfriamiento para minimizar el riesgo de lesión.

El calor puede aplicarse al comienzo del ejercicio y en algunos casos aplicar frío después del mismo.

El ejercicio debe ser regular, formar parte de la rutina diaria.

Realizar un reconocimiento médico-deportivo previo a la actividad que pauté la intensidad del ejercicio.

Realizar un programa individualizado de ejercicios.  
 Promover la socialización del ejercicio.

#### Prescripción de ejercicio en la artrosis (Tabla VII)

Una sesión-tipo recomendada a los pacientes con artrosis comenzaría con un calentamiento donde se realizan movilizaciones articulares y estiramientos musculares al límite del dolor.

Se continuaría con la fase de acondicionamiento aeróbico. Al 60-75% de su capacidad aeróbica (umbral aeróbico individual, determinado por una prueba de esfuerzo) (82, 118). Alternativamente se puede aplicar una sencilla formula para determinar la frecuencia cardiaca de ejercicio de una manera indirecta (82):

FCE:  $FCR + 50-75\%$  (FCMT-FCR)

En la que FCE es la frecuencia cardiaca de ejercicio. FCR es la frecuencia cardiaca basal y FCMT es la frecuencia cardiaca máxima teórica.

El deporte recomendado para el acondicionamiento

TABLA VII

#### Sesión tipo

- **Calentamiento**
  - Movilización articular y estiramientos al límite del dolor
- **Fortalecimiento muscular**
  - Isométricos, propioceptivos, isotónicos e isocinéticos de todos los grupos musculares al 50-70%.RM (dependiendo de la fase de rehabilitación)
- **Acondicionamiento aeróbico**
  - 60-80% capacidad aeróbica (intensidad umbral aeróbico. Prueba de esfuerzo)
  - Frecuencia cardiaca: FCR +50-75% (FCMT-FCR)
  - Bicicleta estática o llano entre 70-90 r.p.m. Ritmo constante
  - Natación (espalda, crol)
  - Terreno blando (amplitud de zancada, ritmo constante)
- **Enfriamiento aeróbico y estiramientos**
  - 3 a 5 días por semana
  - 30-60' en total (20-30' acondicionamiento aeróbico)
  - Se pueden dividir las sesiones
  - 2 semanales acondicionamiento muscular
  - 3 semanales acondicionamiento aeróbico

aeróbico incluye la bicicleta, preferiblemente estática o en terreno llano a una cadencia de pedaleo de 70-90 RPM, a ritmo constante.

La natación estilos espalda y crol.

La marcha y la carrera sobre terreno llano y blando, manteniendo un ritmo y una amplitud de zancada constante.

Posteriormente se realizaría una sesión de fortalecimiento muscular con ejercicios isométricos, propioceptivos, isotónicos e isocinéticos de todos los grupos musculares al 50-70% de la máxima carga soportada en una repetición (50-70%RM).

La sesión debe terminarse con una progresiva vuelta a la calma y estiramientos de todos los grupos musculares.

La frecuencia será de tres a cinco días en semana, en sesiones de treinta a sesenta minutos.

Un mínimo de dos sesiones semanales serán de acondicionamiento muscular y tres sesiones de acondicionamiento aeróbico.

Correspondencia:  
 Dr. J. J. Ramos Álvarez  
 Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte  
 Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid  
 Pabellón VI. 5ª Planta  
 Ciudad Universitaria, s/n  
 E-28040 Madrid

## Bibliografía

- Balint G, Szebenyi B. Diagnosis of osteoarthritis. *Drugs* 1996; 52(Suppl 3): 1-13.
- Lawrence RC, Helmick CG, Arnett FC, Deyo RA, Felson DT, Gianunni EH et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the U.S. *Arthritis Rheum* 1998; 41:778-799.
- Flynn B. Rheumatoid arthritis and osteoarthritis: current and future therapies. *Am Pharmacy* 1994; 34:31-42
- Buckwalter JA. Osteoarthritis and articular cartilage: use, disuse and abuse: Experimental Studies. *J Rheumatol* 1984; 22 (Suppl 43): 13-15.
- Hochberg MC. Adult and juvenile rheumatoid arthritis: current epidemiologic concepts. *Epidemiol Rev* 1981; 3:27-44.
- Hinton R, Moody RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *Am Fam Physician* 2002; 65(5): 841-848.
- Allaire SL, Prashker M, Meenan R. The cost of rheumatoid arthritis. *Pharmoeconomics* 1994; 6:513-22.
- Cooper NJ. Economic burden of rheumatoid arthritis: a systematic review. *Rheumatology (Oxford)* 2000; 39:28-33.
- Hunter DJ, David T. Osteoarthritis (Clinical review). *BMJ* 2006; 332 (7542): 639-642.
- Minor MA. Exercise in the treatment of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999; 25(2): 397-406.
- Martin JA, Buckwalter JA. Roles of articular cartilage aging and chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis. *Iowa Orthop J* 2001; 21: 1-7.
- Panush RS, Lane RE. Exercise and the musculoskeletal system. *Baillieres Clin Rheum* 1994; 8(1):79-102.
- Saxon L, Finch C, Bass S. Sports participation, sports injuries and Osteoarthritis. Implications for prevention. *Sports Med* 1999; 28(2): 123-35.
- Moskowitz RW, Howell DS, Goldberg VM. Osteoarthritis: diagnosis and management. Philadelphia: MB Sanders Company, 1984
- Poole AR. Imbalances of anabolism and catabolism of cartilage matrix components in osteoarthritis. In Kuettner KE, Goldberg VM, editors. *Osteoarthritic disorders*. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1995; 247-60.
- Holderbaum D, Haqqi TM, Moskowitz RW. Genetics and osteoarthritis: exposing the iceberg. *Arthritis Rheum* 1999; 42:397-405.
- Lanyon P, Muir K, Doherty S, Doherty M. Assessment of a genetic contribution to osteoarthritis of the hip: sibling study. *BMJ* 2000; 321:1179-83.
- Conaghan PG. Update on osteoarthritis part 1: current concepts and the relation to exercise. *Br J Sports Med* 2002; 36:330-3.
- Dieppe P. Introduction. In Klippel JH, Dieppe PA, editors. *Rheumatology*. St Louis (MO): Mosby 2, 1994;:1-2.
- Markin HP, Brandt KD. Pathogenesis of osteoarthritis". In *Textbook of Rheumatology*. 6<sup>th</sup> Ed. WN Kelle et al (ed). Philadelphia. Saunders, 2000
- Hannan MT, Felson DT, Pincus T. Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 2000; 27:1513-7.
- Chester V, Oddis A. New perspectives on osteoarthritis. *JAMA* 1996; 26;100(suppl 2A):10S-5.
- Felson DT, Chaisson CE, Hill CL et al. The association of bone marrow lesions with pain in knee osteoarthritis. *Ann Intern Med* 2001; 134:541-549.
- Hill CL, Gale DG, Chaisson CE et al. Knee effusions, popliteal cysts and synovial thickening: association with knee pain in osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2001; 43:995-1000.
- Kirwan JR, Elson CJ. Is the progression of osteoarthritis phasic? Evidence and implications. *J Rheumatol* 2000; 27:834-836.
- Ayral X, Ravaud P, Bonvarlet JP et al. Arthroscopic evaluation of post-traumatic patellofemoral chondropaty. *J Rheumatol* 1999; 26:1140-1147.
- Krampla W, Mayrhofer R, Malcher J et al. MR imaging of the knee in marathon runners before and aft competition. *Skeletal Radiol* 2001; 30:72-76.
- Ourterbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg* 1961; 43B:752-767.
- Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA et al. Osteoarthritis:new insights.Part 1. The disease and its risk factors. *Am Intern Med* 2000;133:635-646.
- Panush RS, Brown DG. Exercise and osteoarthritis. *Sports Med* 1987; 1:199-213.
- Brandt KD. Osteoarthritis. In: Harrison. Principles of Internal Medicine. XV Ed. Vol 2. Braunwald et al. editors. Ed McGraw-Hill. (Modificado de Hochberg. *J Rheumatol* 1991;18: 1438.), 2001.
- Cooper C. Epidemiology. In: Klippel JH, Dieppe PA editors. *Rheumatology*. St Louis (MO); Mosby, 1994; 3: 1-4
- Neogi T, Booth SL, Zhang Quing Y, Jacques PF, Terkeltaub R, Alibadi P, Felson DT. Low vitamin K status is associated with osteoarthritis in hand and knee. *Arthritis Rheum* 2006; 54 (4): 1255-1261
- Lane NE, Buckwalter JA. Exercise a cause of osteoarthritis? *Rheum Dis Clin North Am* 1993; 19(3):617-633.
- Anderson J, Felson DT. Factors associated with osteoarthritis of the knee in the First National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 1988; 128:179-189.
- Hoffman DF. Arthritis and exercise. *Prim Care* 1993; 20(4):895-910.
- Buckwalter JA, Lane NE. Athletics and osteoarthritis. *Am J Sports Med* 1997; 25(6):873-881.
- Vingard E, Alfredson L, Goldie E. Sport and osteoarthritis of the hip: An Epidemiological study. *Am J Sports Med* 1993; 21:195-200.
- Neyret P, Donell ST, Dejour D et al. Partial meniscectomy and anterior cruciate ligament rupture in soccer players: a study with a minimum 20 years follow up. *Am J Sports Med* 1993; 21:455-60.
- Honkonen SE. Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 1995; 9:273-277.
- Lindberg M, Messner K. Ten years prognosis of isolated and combined medial collateral ligament ruptures; a matched comparison in 40 patients using clinical and radiographic evaluations. *Am J Sports Med* 1997; 25:2-6.
- Roos H, Lauren M, Adalberth T et al. Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographics changes after twenty-one years, compared with matched controls. *Arthritis Rheum* 1998; 41:687-693.
- Gillquist J, Messner K. Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of gonarthrosis. *Sports Med* 1999; 27:143-56.
- Lane NE. Exercise a cause of osteoarthritis. *J Rheumatol* 1995; 22(suppl 43):3-6.
- Spector TD, Harris PA, Hart DJ et al. Risk de osteoarthritis associated with long-term weight-bearing sports. *Arthritis Rheum* 1996; 39(6): 988-995
- Lindberg H, Roos H, Gardsell P. Prevalence of coxarthrosis in former soccer players. *Acta Orthop Scand* 1993; 64(2): 165-167.
- Kujala UM, Kaprio J, Sarna S. Osteoarthritis of weight bearing joints of lower limbs in former elite male athletes. *BMJ* 1994; 308(22): 231-234
- Kujala Um, Kettunen J, Paanemen H et al. Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters and shooters. *Arthritis Rheum* 1995; 38(4):539-546.
- Kettunen JA, Kujala UM, Kaprio J et al. Lower-limb function among former elite male athletes. *Am J Sports Med* 2001; 29:2-8
- Meir RA, McDonald KN, Russel R. Injury consequences from par-



- icipation in professional rugby league: a preliminary investigation. *Br J Sports Med* 1997; 31(2):132-4
51. Vingard E, Alfredsson L, Malchau H. Osteoarthritis of the hip in women and its relationship to physical load from sports. *Am J Sports Med* 1998; 26:78-82
  52. Chantraine A. Knee joint in soccer players: osteoarthritis and axis deviation. *Med Sci Sport Exerc* 1985;17(4): 4434-4439.
  53. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahne S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA* 2001; 286(2):188-195.
  54. Moretz JA, Harlan SD, Goodrich J et al. Long-term Follow-up of knee injuries in high school football players. *Am J Sports Med* 1984;12(4):298-300.
  55. Cooper C, Snow S, McAlindon TE et al. Risk factor for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2000;43: 995-1000.
  56. Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA et al. Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Ann Intern Med* 2000;133: 321-328.
  57. Deacon A, Bennell K, Kiss ZS et al. Osteoarthritis of the knee in retired elite Australian rules footballers. *Med J Aust* 1997;166: 187-90.
  58. Lane NE, Bloch DA, Jones HH et al. Long-distance running, bone density and osteoarthritis. *JAMA* 1986;255: 1147-1151
  59. Lane NE, Michel B, Bjorkengren A et al. The risk of osteoarthritis with running and aging: a 5 years longitudinal study. *J Rheumatol* 1993; 20:461-468
  60. Lane NE, Oehlert JW, Bloch DA et al. The relationship of running to osteoarthritis of the knee and hip and bone mineral density of the lumbar spine: a 9 year longitudinal study. *J Rheumatol* 1998; 25:334-341
  61. Konradsen L, Hansen EM, Sondergaard L. Long distance running and osteoarthritis. *Am J Sports Med* 1990;18: 379-381
  62. Panush RS, Schmidt C, Caldwell J et al. Is running associated with degenerative joint disease? *JAMA* 1986; 255(9):1152-1154
  63. Vingard E, Alfredsson L, Malchau H. Osteoarthrosis of the hip in women and its relationship to physical load from sports activities. *Am J Sports Med* 1998; 26(1):78-82.
  64. Marti B, Knobloch M, Tschopp A et al. Is excessive running predictive of degenerative hip disease. Controlled study of former elite athletes. *BMJ* 1989;299: 91-93
  65. Westby MD. A health professional's guide to exercise prescription for people with arthritis: a review of aerobic fitness activities. *Arthritis Care Res* 2001; 45:501-511.
  66. Ericson MO, Nisell R, Nemeth G. Joint motions of the lower limb during ergometer cycling. *J Ortho Sports Phys Ther* 1988; 9: 273-278.
  67. McNeal RL. Aquatic therapy for patients with rheumatic disease. *Rheum Dis North Am* 1990; 16:915-929.
  68. Thein Brody L. Aquatic physical therapy. In Hall CM, Thein Brody L, editors. *Therapeutic exercise: moving toward function*. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 1999
  69. Burdett RG. Forces predicted at the ankle during running. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 13:308-316.
  70. Scott SH, Winter DA. Internal forces at chronic running injury sites. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 357-369.
  71. Van Der Bogert AJ, Read L, Nigg BM. An analysis of hip joint loading during walking, running and skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:131-142.
  72. Bland JH, Cooper SM. Osteoarthritis: a review of the cell biology involved and evidence for reversibility. Management rationally related to known genesis and pathophysiology. *Semin Arthritis Rheum* 1984; 14:106-132
  73. Minor MA, Hewett JE, Webel RR et al. Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis or osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 1989; 32: 1397-1405.
  74. Schilke JM, Jhonson GD, Housh TJ et al. Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of knee joint. *Nurs Res* 1996; 45: 68-72.
  75. Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE et al. Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 367-374.
  76. Fisher NM, Gresham GE, Abrams M et al. Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 840-847.
  77. Brandt KD. Nonsurgical management of osteoarthritis, with an emphasis on nopharmacologic measures. *Arch Fam Med* 1995; 4:1057-1064.
  78. Kovar PA, Allegrante JP, MacKenzie CR, Peterson MGE, Gutin B, Charlson ME. Supervised fitness walking in patients with osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med* 1992; 116:529-534.
  79. Peloquin L, Bravo G, Gauthier P, Lacombe G, Billiars JS. Effects of cross-training exercise program in persons with osteoarthritis of the knee. A randomized controlled trial. *J Clin Rheumatol* 1999; 5:126-136.
  80. American College of Sports Medicine (ACSM). Guidelines for exercise testing and prescription. 5<sup>th</sup> Ed. Kenney WL et al (ed). Ed Williams and Wilkins. Baltimore, 1995.
  81. American College of Rheumatology Subcommittee on Osteoarthritis Guidelines. Recommendations for the medical Management of Osteoarthritis of the hip and knee. *Arthritis Rheum* 2000; 43(9): 1905-1915.
  82. Pink M, Perry J, Houglum PA, Devine DJ. Lower extremity range of motion in the recreational sport runner. *Am J Sports Med* 1994; 22:541-549.
  83. Cavanagh PR, LaFortune MA. Ground reaction forces in distance running. *J Biomech* 1980; 13:397-406.
  84. Burdett RG. Forces predicted at the ankle during running. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14:308-316.
  85. Scott SH, Winter DA. Internal forces at chronic running injury sites. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22:357-369.
  86. Nigg BM. External force measurements with sport shoes and playing surfaces. In Nigg BM, Kerr BA (eds). *Biomechanical aspects of sports shoes and playing surfaces*. Calgary, AB University of Calgary, 1983.
  87. McCarthy P. Artificial turf: does it cause more injuries? *Physician Sportsmed* 1989; 17:76-86.
  88. Torg JS, Quedensfeld TC, Landau S. The shoe surface interface and its relationship to football knee injuries. *J Sports Med* 1974; 2(5):261-269.
  89. Nicholl JP. *Injuries in sports and exercise-main report*. London. The Sports Council, 1993.
  90. Torg JS, Stilwell G, Rogers K. The effect of ambient temperature surface on the shoe-surface interface reluse coefficient. *Am J Sports Med* 1996; 24(1):79-82.
  91. Robbins SE, Gouw GJ. Athletic footwear and chronic overloading: a brief review. *Sports Med* 1990; 9:76-85.
  92. James SL, Bates BT, Osteerning LR. Injuries to runners. *Am J Sports Med* 1978; 6:40-50.
  93. Hoeberrigs JH. Factors related to the incidence of running injuries: a review. *Sports Med* 1992; 13:408-422.
  94. Macera CA. Lower extremity injuries in runners: advances in prediction. *Sports Med* 1992; 13: 50-57.
  95. Marti B. Health effects of recreational running in women: some epidemiological and preventive aspects. *Sports Med* 1991; 11:20-51.
  96. Van Mechelen W. Running injuries: a review of the epidemiological literature. *Sports Med* 1992; 14:320-335.
  97. Kim W, Voloshin AS. Dynamic loading during running on various surfaces. *Hum Mov Sci* 1992; 11:675-689.
  98. Brody D. Running injuries. *CIBA Clinical Symposium* 1980; 32(4):2-36.

99. Beck BR. Tibial stress injuries. An aetiological review for the purpose of guiding management. *Sports Med* 1998; 26(4):265-279.
100. Fredericson M. Common injuries in runners. Diagnosis, rehabilitation and prevention. *Sports Med* 1996; 21:49-72.
101. Cook SD, Kesyster MA, Brunet MA. Shock absorption characteristics of running shoes. *Am J Sports Med* 1985; 14(4):248-253.
102. Ericson MO, Nisell R. Tibiofemoral joint forces during ergometer cycling. *J Ortho Phys Ther* 1987; 67:1365-1369.
103. Ericson MO, Nisell R, Nemeth G. Joint motions of the lower limb during ergometer cycling. *J Ortho Sports Phys Ther* 1988; 9:273-278.
104. Harrison RA, Hillman M, Bulstrode S. Loading of the lower limb when walking partially immersed implications for clinical practice. *Physioterapy* 1992; 78:164-166.
105. Allen M. Arthritis ad adaptative walking and running. *Rheum Dis Clin North Am* 1990; 16:887-914.
106. Vad V, Hong HM, Zazzali m, Agi N, Basrai D. Exercise recommendations in athletes with early osteoarthritis of the knee. *Sports Med* 2002; 32(11):729-739.
107. Van Baar ME, Dekker J, Oostendorp RAB, Bijl D, Voorn TB, Lemmens JAM et al. The effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a randomized clinical trial. *J Rheumatol* 1998; 25:2432-2439.
108. Hurley MV. The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 1999; 25:283-298.
109. Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, Katz BD, Mazuca SA, Braunstein EM, et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women. *Arthritis Rheum* 1998; 41:1951-1959.
110. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1997; 56:641-648.
111. Sharma L, Pai Y-C, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 1997; 40:1518-1525.
112. Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheumatol* 1998; 37:1181-1187.
113. Kirkley A, Webster-Bogaert S, Lichfield R, Amendola A, McDonald S, McCalden R, et al. The effect of bracing on varus gonarthrosis. *J Bone Joint Surg* 1998; 81: 539-548.
114. Maillefert JF, Hurdy-C, Baron G, Kieffert P, Bourgeois P, Lechevalier D, et al. Laterally elevated wedged insoles in the treatment of medial knee osteoarthritis: a prospective randomized controlled study. *Osteoarthritis Cartilage* 2001; 9:738-745.
115. Dieppe P. Management. In Klippel JH, Dieppe PA, editors. *Rheumatology*. St Louis(MO): Mosby:8-18, 1994.
116. O'Reilly S, Jones A, Doherty M. Muscle weakness and osteoarthritis. *Rheumatology* 1997; 9:259-262.
117. Salter RB. The biological concept of continuous motion of synovial joints: the first 18 years of basic research and its application: In Ewing JW editor. *Articular cartilage and knee joint function: basic science and arthroscopy*. New York: Raven Press, 1990: 335-353.
118. Pate RR, Prat M, Blair SN et al. Physical activity and public health. A recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports medicine. *JAMA* 1995; 273: 402-407.