

## Efecto del ejercicio físico sobre las prótesis articulares

J IBORRA URIOS<sup>a</sup>, E PAGÈS BOLIBAR<sup>b</sup>, A.B. ROMERO SILVA<sup>a</sup> Y A. CUXART FINA<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Novartis I+ D. <sup>b</sup>Sección Rehabilitación Osteoarticular. Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario de Traumatología y Rehabilitación. Vall d'Hebron Hospitals. Barcelona.

**Resumen.**—El individuo adulto que tiene una artrosis grave de rodilla o cadera presenta dolor e incapacidad para la actividad física, lo que puede interferir con las actividades de la vida diaria. En ocasiones el tratamiento conservador no es suficiente para mejorar esta patología, por lo que la cirugía puede proporcionar mejoras sustanciales en estos pacientes. La sustitución protésica de rodilla y cadera son los procedimientos quirúrgicos que se practican de forma más habitual en los hospitales de Cirugía Ortopédica y Traumatología en España. Representan una clara mejoría en la sintomatología y calidad de vida de estos pacientes. En general el éxito del resultado depende de la selección del paciente y de sus expectativas, de la técnica, del diseño de los componentes, de la rehabilitación y de la prevención de las complicaciones.

Los resultados de las artroplastias de sustitución se han estudiado utilizando parámetros o escalas que analizan el dolor, la función, los hallazgos radiológicos, la calidad de vida e incluso su coste-efectividad. Muy poco se ha analizado sobre el ejercicio y la actividad física tras una artroplastia de sustitución. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de las recomendaciones de ejercicio físico tras una prótesis total de cadera o rodilla y cuáles son esos conocimientos científicos y biomecánicos que justifican dichas recomendaciones.

**Palabras claves:** *Ejercicio. Prótesis. Cadera. Rodilla.*

### EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON ARTICULAR PROSTHESES

**Summary.**—The adult individual who has a serious arthrosis of the knee or hip presents pain and incapacity for physical activity, that may interfere with daily life activities. At times, conservative treatment is not sufficient to improve this disease so that surgery may provide substantial improvements in these patients. Prosthetic substitutions of the knee and hip are the surgical procedures most usually

practiced in orthopedic and traumatology surgery hospitals in Spain. They represent a clear improvement in the symptoms and quality of life of these patients. In general, the success of the results depends on the selection of the patient and their expectations, the technique, the design of the components, the rehabilitation and the prevention of complications.

The results of the substitution arthroplasties have been studied using parameters or scales that analyze pain, function, radiological findings, quality of life and even cost-effectiveness. Very few have analyzed exercise and physical exercise after a substitution arthroplasty. The objective of this study is to perform a revision on the recommendations of physical exercise after total hip or knee prosthesis and which scientific and biomechanical knowledge justifies these recommendations.

**Key words:** *Exercise. Prosthesis. Hip. Knee.*

### INTRODUCCIÓN

No es una sorpresa que el interés de la población general hacia las enfermedades musculoesqueléticas, y más concretamente hacia el tratamiento de las enfermedades óseas y articulares, esté aumentando, y ello es debido entre otras muchas cosas a que el aumento de la esperanza de vida está haciendo que incremente su prevalencia. En el mundo se implantan anualmente más de 700.000 prótesis totales de sustitución<sup>1</sup>. Representan una clara mejoría en la sintomatología y calidad de vida de estos pacientes (> 90 % de los pacientes tienen una función articular satisfactoria después de 10-20 años)<sup>2</sup>. En general, el éxito del resultado depende de la selección del paciente y de sus expectativas, de la técnica, del diseño de los componentes, de la rehabilitación y de la prevención de las complicaciones<sup>3-6</sup>.

TABLA 1. Recomendaciones de consenso para actividades deportivas después de una prótesis total de cadera (PTC) o una prótesis total de rodilla (PTR)<sup>8,9</sup>

Permitidos		Permitidos con experiencia		No recomendados		No conclusión	
PTC	PTR	PTC	PTR	PTC	PTR	PTC	PTR
Bicicleta estática	Aeróbic de bajo impacto	Aeróbic de bajo impacto	Ciclismo	Aeróbic de alto impacto	Squash	Concursos de Baile	Patinaje en línea
Croquet	Bicicleta estática	Ciclismo	Senderismo	Béisbol	Escalada	Patinaje hielo, en línea	Ski alpino (fuera pistas)
Baile salón	Hípica	Bolos	Remo	Baloncesto	Fútbol	Remo	Levantamiento de pesas
Golf	Bolos	Piragüismo	Ski alpino (pistas)	Fútbol	Tenis (individual)	Marcha rápida	
Petanca	Golf	Senderismo	Marcha rápida	Gimnasia	Balónvolea	Ski alpino (pistas)	
Tiro	Baile salón	Hípica	Tenis	Balónmano	Rugby	Ski alpino (fuera pistas)	
Natación	Petanca	Ski de fondo	Patinaje hielo	Hockey	Gimnasia		
Tenis (dobles)	Croquet		Pesas en máquinas	Jogging	Hockey	Levantamiento de pesas	
Paseo	Natación			Squash	Baloncesto	Pesas en máquinas	
	Paseo			Padel	Jogging		
	Tiro			Escalada	Balónmano		
				Rugby			
				Tenis (individual)			
				Balónvolea			

El objetivo principal tras una artroplastia total es conseguir maximizar la función de la articulación reemplazada, aunque la posibilidad de realizar o volver a realizar ejercicio físico o actividades deportivas recreativas puede ser la mejor manera de maximizar dicha función. Muchos pacientes utilizan la regla del “acierto-error” para reconocer qué y cómo una actividad física o deportiva determinada afectaba a la articulación reemplazada. Sin embargo, han de ser los médicos quienes sean capaces de aconsejar a sus pacientes sobre qué tipo de actividad y qué riesgos comporta la misma sobre su prótesis basándose en conocimientos científicos. Por todo ello, el objetivo de este trabajo es realizar una revisión de las recomendaciones de ejercicio físico tras una prótesis total de cadera (PTC) o rodilla (PTR) y cuáles son esos conocimientos científicos y biomecánicos que justifican dichas recomendaciones.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Con el objetivo de responder a las siguientes preguntas: ¿qué ejercicio o actividad física específica, tras una artroplastia de sustitución de cadera o rodilla, es la más saludable para cada caso? ¿de qué depende la elección del tipo de actividad? se realizó una revisión electrónica, utilizando las siguientes palabras clave *joint prosthesis, total joint replacement, physical activity, wear of total joint replacement, joint load, total hip arthroplasty, total knee arthroplasty*, en las fuentes de información: *Best Evidence: ACP Journal Club* (1991-febrero 2003) y *Evidence-Based Medicine* (1995-2003), *Cochrane*

*Database of Systematic Reviews* (CDSR) (Volumen 1, 2003), *Database of Abstracts of Reviews of effectiveness* (DARE) (Volumen 1, 2003), *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CCRCT) (Volumen 1, 2003), *EMBASE* (1980-9 semana 2003) *FEDRo* (*Physiotherapy Evidence Database*, 1999-2003) y *PubMed-MEDLINE* (1996-2003).

¿Qué ejercicio o actividad física específica, tras una artroplastia de sustitución de cadera o rodilla, es la más saludable para cada caso?

Como hasta la actualidad no existen estudios clínicos aleatorizados que analicen el efecto del ejercicio físico después de una prótesis total, las recomendaciones encontradas en la literatura están basadas en la opinión de distintos especialistas o en guías de consenso.

McGory et al<sup>7</sup> realizaron una encuesta a 52 cirujanos ortopédicos de su país con el objetivo de identificar la opinión de los especialistas sobre el tipo de ejercicio que podían realizar tras una artroplastia de sustitución. Los cirujanos a los que se les hizo la encuesta no encontraron diferencias entre las PTC y las PTR. No se recomendaban el atletismo, esquí acuático, fútbol, baloncesto, béisbol, jockey, balónmano, kárate y frontón. Sí, ciclismo, vela, bolos, buceo y golf. En este estudio los médicos encuestados no tenían ninguna opinión en el caso de las siguientes actividades: marcha rápida, senderismo, patinaje, tenis, ballet, aeróbic, esquí y balónvolea. En otro estudio<sup>8</sup> se categorizaron los deportes en bajo, moderado y alto impacto aunque no se describieron qué criterios se utilizaron para dicha

categorización. El pasear estaba clasificado como actividad de baja demanda, el *jogging* y el ciclismo de moderada demanda, y el senderismo se clasificó como de alta demanda. Para McGory et al<sup>7</sup>, el ciclismo está recomendado, el *jogging* no y sobre el senderismo y el paseo rápido no existe una opinión claramente definida. En 1999 se realizó una reunión de consenso en la que participaron 54 miembros de la *American Hip Society* and *American Knee Society* (tabla 1)<sup>9,10</sup>.

En muy raras ocasiones se ha utilizado el análisis biomecánico de las cargas que soportan las articulaciones sustituidas para justificar estas recomendaciones<sup>11</sup>. Como era lógico esperar los distintos autores recomiendan actividades de baja demanda como nadar, ciclismo o paseos a velocidad confortable, descartándose actividades de alta demanda como fútbol, balonmano, jockey, etc. Incluso en actividades como el paseo rápido, el ciclismo, el senderismo o el *jogging* no existe consenso. Además, la gran mayoría de autores no son capaces de distinguir entre prótesis total de cadera y prótesis total de rodilla<sup>9-11</sup>.

### ¿De qué dependen dichas recomendaciones?

Para cada paciente y para cada actividad deportiva es necesario analizar: desgaste de la artroplastia de sustitución, carga y momento articular durante la actividad, actividad y método utilizado para la fijación de la prótesis, tipo de actividad: ejercicio o actividad física y diferencias entre la artroplastia de cadera y de rodilla.

### Desgaste de la artroplastia de sustitución

La osteólisis es la reacción biológica del tejido frente a las partículas o a los fragmentos de metal y de polietileno desprendidos por desgaste en las prótesis articulares<sup>12</sup>. Con cada paso se desprenden 500.000 partículas de polietileno del tamaño de un submicrón. Estas partículas son capaces de activar a los macrófagos, los cuales producirán factores proinflamatorios como la prostaglandina E<sub>2</sub>, interleucina I (IL-1), y factores de necrosis tumoral (TNF) alfa y beta. La osteólisis es la causa más frecuente de aflojamiento aséptico de las prótesis. Es evidente que el problema más importante a largo plazo en las prótesis articulares es el desgaste del polietileno. Los factores que pueden reducir dicho desgaste se pueden clasificar en factores relacionados con la técnica quirúrgica, con el paciente y con el material y diseño de las prótesis<sup>11,12</sup>.

Esta revisión no pretende analizar los factores relacionados con la técnica quirúrgica ni con el material

y diseño de las prótesis. Sólo analizaremos el ejercicio o actividad física como factores relacionados con el paciente y que pueden ser modificados al aconsejar al paciente.

El volumen total de las partículas desprendidas depende de la distancia recorrida o de la cantidad de pasos (relación lineal), de las cargas aplicadas (relación exponencial) y de la rugosidad de las superficies (relación exponencial)<sup>8-11</sup>. Existe una amplia variedad de niveles de actividad entre todos los grupos de edad. El número de pasos/día varía entre 1.600 a 35.500 para los hombres y 1.200 a 32.600 para las mujeres. El número de pasos/año oscila entre 500.000 a casi 13 millones. La edad se correlaciona débilmente con el número de pasos o la distancia recorrida (sólo responsable del 16% de la variabilidad)<sup>11,13</sup>.

Los pacientes con PTC (947.905 pasos/año) son más activos que los pacientes con PTR (641.305 pasos/año). El nivel de actividad parece ser la variable más importante asociada con el aflojamiento aséptico, y la gran diferencia existente entre los niveles de actividad podría justificar las distintas tasas de aflojamiento aséptico. La baja correlación entre el nivel de marcha y la edad podría explicar porqué algunos estudios encuentran similares resultados en PTR en pacientes jóvenes y en pacientes mayores. Parece ser que el nivel de actividad es un parámetro mucho mejor que la edad para valorar los resultados de las artroplastias de sustitución. Para Schmalzried et al<sup>13</sup>, el desgaste está relacionado directamente con el uso y no con la edad. Estos autores encontraron que el volumen de desgaste por millón de ciclos era de 34 mm<sup>3</sup> para un peso medio de 79 kg. Si se ajusta a 70 kg, el volumen por millón de ciclos es de 30 mm<sup>3</sup>. Como en este estudio la actividad más frecuente era andar, se establece una correcta relación entre número de pasos y volumen de desgaste.

Además del número de pasos por día o por año (distancia de desplazamiento recorrida), la carga articular (determinada por el tipo de actividad) debe ser tenida en cuenta<sup>8-14</sup>. Si los pacientes reinician su actividad con altas cargas articulares, la cantidad de desgaste se incrementa exponencialmente. Otro estudio<sup>15</sup> analiza dos cohortes de 50 pacientes controladas después de una PTC y seguidas durante un período comprendido entre 5-10 años. Un grupo estaba constituido por pacientes muy activos, sus miembros realizaban esquí alpino y de forma regular senderismo, y el otro era más sedentario, realizaban ocasionalmente natación o senderismo pero no esquibaban. El grupo activo presentó un desgaste lineal de 2,42 mm después de un seguimiento medio de 6 años y el otro solamente un desgaste lineal de 1,16 mm después de seguirlos durante 7 años.

El desgaste en las PTC está relacionado con el número de pasos y con la carga articular, la cual viene determinada por el peso corporal y el tipo de

actividad<sup>16</sup>. No existen estudios en el caso de las PTR pero parece plausible que las mismas reglas aplicadas en el caso de las PTC pueden aplicarse para las PTR. Se ha demostrado que los pacientes que tienen aumento de los momentos de flexión tienen mayor riesgo de perder el componente tibial<sup>12</sup>.

#### *Cargas y momentos articulares durante distintas actividades*

El desgaste y la carga tienen una correlación exponencial, por lo que conocer las cargas que comportan distintas actividades sobre las articulaciones es importante para recomendar un ejercicio en concreto<sup>8-11,16</sup>.

Para evaluar las cargas articulares de la cadera y la rodilla se ha utilizado la velocidad mínima que provoca ganancia significativa en la salud cardiovascular (6-8 km/h). Los momentos y las cargas articulares durante la gran mayoría de actividades dependen de la velocidad. Paul<sup>17</sup> calculó las cargas articulares producidas a marcha lenta, normal y rápida. La velocidad normal media fue 5,3 km/h y la rápida 7,2 km/h. Las cargas articulares producidas fueron 2,8 peso corporal y 4,3 peso corporal respectivamente. Durante la marcha muy rápida la cadera y la rodilla alcanzan cargas de 4 a 4,5 peso corporal<sup>14</sup>. En el caso del ciclismo la carga que soporta la rodilla es de 1,2 peso corporal cuando el individuo pedalea a 60 r.p.m. y con una carga de 120 W<sup>11</sup>. La fuerza es la responsable de la carga sobre la rodilla y no la frecuencia del pedaleo. La carga sobre la rodilla disminuye al aumentar la altura del sillín. La carga articular sobre la cadera durante el ciclismo se mantiene por debajo de 1,5 peso corporal. En el caso del *jogging*, y a pesar de que la velocidad sea la de la marcha confortable (6-8 km/h), la carga sobre la cadera aumenta más de 5 veces el peso corporal (rango 7,5 a 9 peso corporal), y en el caso de que sea una carrera rápida las cargas aumentan hasta 10 veces el peso corporal. La marcha rápida tiene un aumento de la carga articular del 42,3%, el *jogging* del 130% comparada con la marcha normal, mientras el ciclismo reduce un 300% dicha carga.

En Suiza el 41% de los pacientes activos después de una PTC realiza senderismo<sup>11,15</sup>. La marcha rápida cuesta abajo aumenta la carga articular hasta 8 veces el peso corporal. La utilización de palos de esquí para bajar cuesta abajo reduce la carga hasta un 20%. Actividades como la natación, el *aqua-fit* o el remo no comportan cargas sobre la cadera o la rodilla.

Como regla general, durante las actividades de la vida diaria (AVD) las articulaciones soportan cargas de 3-4 veces el peso corporal, durante las actividades deportivas de 5-10 veces y durante actividades

extremas como el levantamiento de pesas 25 veces el peso corporal. A mayor velocidad mayor carga. Para actividades como el esquí, las cargas varían en función del estilo utilizado.

#### *Inactividad y fijación de la prótesis*

Existen datos que sugieren que los pacientes inactivos presentan menor desgaste de las prótesis que los activos<sup>8-13</sup>. Sin embargo, no parece prudente condenar a la inactividad a los pacientes después de una artroplastia de sustitución.

La inactividad está asociada a cambios funcionales como disminución de la salud aeróbica, pérdida de la coordinación y de los reflejos del equilibrio, y pérdida de masa muscular y ósea, mientras que la actividad física y el ejercicio físico reducen la mortalidad, la ansiedad y la depresión, mejora la coordinación muscular, la fuerza y la densidad ósea<sup>18</sup>. La actividad física tiene efectos beneficiosos para las artroplastias de sustitución. En estos casos, el ejercicio mejora la fuerza muscular y la coordinación, con lo que se previenen las caídas y las lesiones consecuencia de ellas. También el ejercicio aumenta la densidad ósea y la fijación de la prótesis. Los pacientes activos con PTC presentaban una regeneración ósea mejor en el lecho de la prótesis y unas tasas de aflojamiento menor. En su estudio, Gschwend et al<sup>15</sup> encontraron que a los 5 años de la artroplastia en el grupo activo no se había observado ningún aflojamiento por 5 del grupo menos activo. A los 10 años seguían control 30 del grupo activo y 27 del inactivo. De ellos dos del primer grupo presentaron aflojamiento por ninguno del grupo inactivo. Estos hallazgos son congruentes con los de Kilgus et al<sup>19</sup> que encontraban mayores tasas de aflojamiento por desgaste en los pacientes activos a partir de los 10 años. Por todo ello debe existir un equilibrio entre el poco ejercicio antes de los 10 años que facilitará la pérdida de densidad ósea y el aflojamiento precoz y el ejercicio demasiado intenso que facilitará el desgaste y el aflojamiento aséptico a largo plazo (> 10 años).

#### *Tipo de actividad: Recreativa o ejercicio*

Un importante tema a considerar es si una actividad específica es realizada con alta intensidad con el objetivo de obtener y mantener una buena salud física o si es una actividad recreativa. La actividad física puede influir en la tasa de desgaste de la prótesis articular hasta en 7 veces, lo que significa que puede influir en la supervivencia de la prótesis<sup>8-13,19</sup>. Los pacientes deben ser aconsejados a realizar actividades como el ciclismo, la natación, el *aqua-fit* y posiblemente la marcha rápida

para mantener la salud cardiovascular. Actividades como el senderismo, el *jogging*, tenis u otros ejercicios encaminados a mejorar la resistencia no deben ser realizados. Otro tema es si el paciente insiste en querer seguir realizando actividades recreativas de riesgo. Esquiar una o dos veces al año, jugar a tenis por placer (evitando competición, carreras rápidas o saltos), o el senderismo de fin de semana no añade demasiados pasos más y después de analizarlo conjuntamente con el médico responsable podrían estar bien aceptados. Existen maneras de reducir la carga articular como evitar los atajos y andar colina abajo en el senderismo, usar palos de esquí (puede reducir la carga articular hasta en un 20 %), evitar los saltos durante el esquí, y el esquí en nieve dura. Todos estos datos son útiles tanto para las PTC como las PTR.

### *Experiencia y riesgo de lesiones*

Otro factor importante es la experiencia que tenga un paciente en concreto en la actividad que desea desarrollar, así es desaconsejable que tras una artroplastia de sustitución un paciente realice cualquier actividad que requiera de elevada técnica como el senderismo de alta montaña, carreras a campo traviesa o colina abajo, hípica, ciclismo de montaña o tenis. El riesgo de lesión en general aumenta con la inexperiencia. Las cargas articulares son mayores en los casos en los que exista una manifiesta inexperiencia<sup>11,14</sup>.

### *Diferencias entre la artroplastia de cadera y de rodilla*

Mallon y Callaghan<sup>20</sup> investigaron el efecto del golf sobre las artroplastias de cadera (n = 115) y rodilla (n = 83) y encontraron que los pacientes con PTC mejoraron su hándicap después de la cirugía, presentaron menor dolor en la cadera y menos líneas radiolúcidas. El hándicap empeora en los casos de PTR, con mayor dolor y mayor número de líneas radiolúcidas.

En el ejercicio físico tras una PTR es necesario considerar la carga y el ángulo de flexión mientras que en la PTC sólo la carga articular<sup>7,12</sup>. Muchas prótesis de rodilla se han diseñado para presentar menores niveles de estrés en extensión que en flexión para la misma carga. El diseño de las PTC, cabeza femoral y acetábulo, es distinto de las PTR. Durante el senderismo o el *jogging* las cargas más altas se producen entre los 40-60° de flexión de la rodilla donde el diseño de muchas prótesis no está conformado para soportar estas cargas, lo que comporta un elevado estrés en la capa interna de polietileno y el consecuente peligro de delaminación y destrucción del mismo.

Basado en las diferencias entre el diseño de las PTC y PTR, para actividades que impliquen una elevada carga en flexión de rodilla, es más prudente ser más conservador después de una PTR que después de una PTC.

Los pacientes deben ser motivados para que realicen una actividad física después de una artroplastia total de sustitución para su salud en general, para prevenir problemas cardíacos y también para mejorar la calidad ósea y la fijación de la prótesis. La actividad recomendada debe ser individualizada para cada paciente. Los pacientes que quieran seguir mejorando su salud cardiovascular deben realizar ejercicio de 3-4 veces por semana durante 30-40 minutos. Estas actividades aeróbicas deben ser de bajo impacto, por ejemplo natación, ciclismo, *aqua-fit* o marcha rápida. Aquellos que quieren realizar actividades recreativas deben ser aconsejados acerca de las medidas que deben tomar para reducir la carga articular, por ejemplo: bastones, no bajar colinas, esquiar en plano y en diagonal, evitar hielo, subir el sillín de la bicicleta, y no iniciar actividades que requieran técnicas de alta demanda.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Voelker R. Rheumatic Disease Burden. JAMA 2000;283:1816.
2. Recommendations for the Medical Management of Osteoarthritis of the Hip and Knee. American College of Rheumatology Subcommittee On Osteoarthritis Guidelines. Arthritis & Rheumatism 2000;9:1905-15.
3. Pagès E, Iborra J, Rodríguez S, Ju N, Cuxart A. Prótesis total de rodilla. Evolución del tratamiento rehabilitador durante el decenio 1988-1998. Rehabilitación (Madr) 2000;34:347-53.
4. Pagès E, Iborra J, Cuxart A. Prótesis total de rodilla. Valoración funcional e impresión subjetiva a los 5 años. Rehabilitación (Madr) 2001;35:3-8.
5. García F, Flórez MT. Sistemas de valoración de resultados tras prótesis de rodilla. Rehabilitación (Madr) 1995;29:304-14.
6. Martínez A, García MC. Escalas de valoración funcional de la articulación de la cadera. Rehabilitación (Madr) 1994;28:448-55.
7. McGory BJ, Stuart MJ, Sim FH. Participation in sports after hip and knee arthroplasty: review of literature and survey of surgeon preferences. Mayo Clinic Proc 1995;70:342-8.
8. Nicholls MA, Selby JB, Hartford JM. Athletic activity after total joint replacement. Orthopedics 2002;25:1283-7.
9. Healy WL, Iorio R, Lemos MJ. Athletic activity after joint replacement. Am J Sports Med 2001;29:377-88.
10. Healy WL, Iorio R, Lemos MJ. Athletic activity after total knee arthroplasty. Clin Orthop 2000;380:65-71.
11. Kuster MS. Exercise recommendations after total joint replacement: a review of the current literature and pro-

posals of scientifically based guidelines. *Sports Med.* 2002;32:433-45.

12. Archibeck MJ, Ayers DC, Berger RA, Buly R, Garvin KL, Otterberg ET, et al. Lower Extremity Knee Reconstruction. En: Koval KJ editor. *Orthopaedic Knowledge Update 7*. Rosemont, IL. American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2002: p. 513-36.
13. Schmalzried TP, Shepherd EF, Dorey FJ, Jackson WO, de la Rosa M, Fa'vae F, et al. The John Charnley Award: wear is a function of use, not time. *Clin Orthop* 2000; 381:36-46.
14. Van den Bogert AJ, Read L, Nigg BM. An analysis of hip joint loading during walking, running and skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:131-42.
15. Gschwend N, Frei T, Morscher E, Nigg B, Loehr J. Alpine and cross country skiing after total hip replacement: 2 cohorts of 50 patients each, one active, the other inactive in skiing, followed for 5-10 years. *Acta Orthop Scand* 2000; 71:243-9.
16. Cirincione RJ. Sports after total joint replacement. *Med J* 1996;45:644-7.
17. Paul JP. Force actions transmitted by joints in human body. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1976; 192:163-72.
18. Walker DJ, Heslop PS, Chandler C, Pinder IM. Measured ambulation and self-reported health status following total joint replacement for the osteoarthritic knee. *Rheumatology* 2002; 41:755-8.
19. Kilgus DJ, Dorey FJ, Finerman GA, Amstutz HC. Patient activity, sports participation, and impact loading on the durability of cemented total hip replacements. *Clin Orthop* 1991; 269:25-31.
20. Mallon WJ, Callaghan JJ. Total hip arthroplasty in active golfers. *J Arthroplasty* 1993; 8:299-306.

*Correspondencia:*

Jordi Iborra  
C/ Marina 206  
Novartis Farmacéutica, SA  
08013 Barcelona