

REPERCUSIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO EN EL AMPUTADO

IMPACT OF EXERCISE ON THE AMPUTEE

INTRODUCCIÓN

La actividad física ha estado implícita en la vida cotidiana del ser humano, desde sus orígenes hasta nuestros días; su refinamiento ha sido compañero inseparable de la evolución y preservación biológica y psicológica que el propio hombre ha experimentado desde su existencia en la tierra.

Hipócrates, 400 años a.c., en su libro *De las articulaciones*, ya hacía referencia al uso médico que podía tener el ejercicio físico, quedando de manifiesto en sus Tratados Hipocráticos el importante papel que la actividad física y los ejercicios físicos revestían en sus teorías.

El ejercicio es probablemente el agente físico más identificado con la rehabilitación, el más utilizado y el más eficaz en muchas patologías, según los resultados de múltiples ensayos clínicos publicados. En una encuesta¹ realizada a 100 rehabilitadores y 100 reumatólogos, sobre su percepción del valor atribuido por todos ellos a las diversas modalidades de terapias físicas en las enfermedades musculoesqueléticas, el ejercicio físico figuró en primer lugar, por delante de todas las formas de electrotermoterapia y otros tratamientos físicos pasivos, siendo la modali-

dad más efectiva, no farmacológica, para disminuir el dolor y la discapacidad.

Y si el ejercicio físico es el principal agente físico con el que nos identifican en fisioterapia, es porque sus efectos saludables son múltiples y probados. El objetivo fundamental en el área de la rehabilitación y la fisioterapia es recuperar la movilidad e independencia funcional, casi siempre y principalmente, aunque no sólo, conseguido a través del ejercicio terapéutico. Así, al prescribirlo en un paciente, no sólo intentamos rehabilitar la afección concreta que lo trajo, sino que también estamos promoviendo su salud global. De hecho, la práctica de actividad física, entendida como la realización de un ejercicio físico de forma regular, junto con la alimentación y un estilo de vida reglado, es el principal medio de promoción de la salud.

Sabemos que la calidad de vida está directamente relacionada con el estado funcional e independencia. La actividad física mejora la salud global, el bienestar psicológico y la función física incluso en personas con mediocre condición general por diversas afecciones². Conn, *et al*³ han publicado recientemente un meta-análisis (n=7291 sujetos) sobre el efecto, concluyen que positivo, de diferentes intervenciones que incluyen la actividad física, sobre la calidad de vida.

**Isabel M^a
Alguacil Diego¹**

**Francisco Molina
Rueda²**

**Miguel Gómez
Conches³**

¹Licenciada en Medicina y Cirugía. Especialista en Rehabilitación. Doctora en Medicina. Técnico ortopédico. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física.
²Diplomado en Fisioterapia. Máster Oficial en Patología Neurológica: actuaciones en fisioterapia. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física
³Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física.

CORRESPONDENCIA:

Francisco Molina Rueda
Edificio Departamental II. Facultad de Ciencias de la Salud.
Universidad Rey Juan Carlos. Avd. Atenas s/n. 28914 (Alcorcón)
E-mail: molinafisio@hotmail.com

Aceptado: 22.04.2010 / **Revisión n°** 224

La población mundial, salvo en aquellas zonas afectadas por el VIH, aumenta en número, edad y lamentablemente también en hábitos sedentarios. Cada vez se adoptan más hábitos perjudiciales para la salud (tabaco, mayor ingesta de proteínas animales...) que resultan en una mayor prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas que causan discapacidad y muerte prematura⁴. Cada vez es mayor la implantación de tecnologías que reducen la “necesidad de movernos” (Internet, consolas, coches...) favoreciendo lo que algunos llaman “hypokinetic diseases” (coronariopatías, ictus, hipertensión arterial, diabetes, osteoporosis, cánceres) y que en la persona mayor supone la principal razón de pérdida de independencia física y merma en su calidad de vida. La falta de uso, más que el propio proceso involutivo, supone la mitad de las pérdidas funcionales asociadas al envejecimiento, aumentando el riesgo de padecer numerosas enfermedades y discapacidades derivadas⁴. A pesar de conocerse estos datos, alrededor del 46% de la población española no practican ejercicio en su tiempo libre, siendo menor el número de personas con discapacidad que realizan algún tipo de ejercicio respecto a las que no tienen ningún tipo de limitación².

Es frecuente que la persona con amputación llegue a presentar un proceso de discapacidad influido, entre otros, por la comorbilidad, los hábitos de salud, las conductas personales, los estilos de vida, las características psicológicas, las interacciones sociales y las relaciones. Cada uno de estos factores puede modificarse por medio de la prevención y la promoción de la salud, el bienestar y la buena forma física. En este sentido, el efecto del ejercicio físico resulta profiláctico y terapéutico, además de sobre la salud global, sobre cada uno de los demás sistemas del organismo⁵.

El objetivo del presente trabajo es examinar el papel del ejercicio físico en la persona que ha sufrido una amputación. Para ello se han revisado las bases de datos Pubmed, Embase, IME y Cochrane, durante el periodo 1987 a 2009. Las palabras clave utilizadas fueron ejercicio físico, actividad física, deporte, fisioterapia, rehabilitación y amputación. Se incluyeron en un principio

sólo los metanálisis y las revisiones sistemáticas, ampliándose posteriormente la búsqueda a artículos sin aleatorización.

REPERCUSIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA PERSONA AMPUTADA

EFFECTOS PSICOLÓGICOS

En el sujeto con amputación el ejercicio físico se muestra como una herramienta primordial y, no sólo porque, prescrito adecuadamente, es útil para la prevención de la mayoría de las patologías que se asocian a la pérdida (metabólicas, cardiovasculares, osteoarticulares, etcétera), sino por el efecto positivo que a nivel psicológico presenta.

La amputación conlleva un hito en la vida cotidiana y la estabilidad emocional de la persona que la sufre. No sólo hay una pérdida anatómico-funcional; la imagen corporal modificada exigirá la puesta en marcha de unos mecanismos de reparación central en la vida del individuo, adquiriendo nuevos aprendizajes en el orden corporal, sexual, familiar o profesional, entre otros⁵.

En 2002, Wetterhahn, *et al.*⁶ publicaban un artículo sobre el efecto de la participación en una actividad física sobre la imagen corporal de 56 amputados de miembro inferior, 24 de los cuales eran activos y 32 sedentarios. Los autores encontraron una relación positiva entre la realización de actividad física y una adecuada percepción de la imagen corporal. Comentan los autores que los esfuerzos de la rehabilitación en el amputado de miembro inferior deben dirigirse no solo a restaurar y entrenar la marcha con los diferentes dispositivos protésicos existentes en el mercado, sino a realizar un abordaje más amplio contemplando la respuesta de la persona a la amputación, en especial ante su nueva imagen corporal y cómo ello influye en su “funcionalidad”. La alteración anatómica del cuerpo lógicamente distorsiona la imagen corporal, independientemente de la edad. Explican cómo cuando la percepción de uno sobre su cuerpo está alterada, hay una interferencia con los movimientos corporales necesarios para

la realización de las actividades diarias. Señalan además, que si una persona acepta con dificultad su imagen corporal, difícilmente aceptará el uso de una prótesis limitando su participación en la comunidad. El amputado, por otro lado, debe “conjugarse” con la imagen corporal intacta preamputación, la imagen con la extremidad perdida y con la imagen con la prótesis. Ante estas situaciones la actividad física se presenta dentro de la rehabilitación como una útil herramienta. Concluyen que la satisfacción por el uso y el dominio de la extremidad artificial, conseguido a través de la actividad física, con una mejora de la propiocepción de las extremidades que facilita el manejo de la prótesis, podría mitigar estos problemas y restaurar la imagen corporal.

En este mismo sentido se manifiestan Fisher K, *et al.*⁷, indicando que aquellos amputados moderadamente satisfechos con su extremidad artificial, presentan menor distorsión de su imagen corporal y mayor movilidad. Puntualizan, además, que los jóvenes amputados, especialmente si la causa ha sido traumática, son más susceptibles de presentar alteraciones de la imagen corporal, ansiedad y depresión.

El ejercicio físico y la actividad deportiva en los individuos con compromiso de la movilidad, a través de la competitividad, el afán de superación, el establecimiento de nuevas relaciones sociales y la mayor confianza en sí mismos, supondrán un estímulo para la mejora física y psicológica que se traducirá, a su vez, en una situación de seguridad y entusiasmo para la realización de cualquier tipo de actividad⁸.

Shephard⁹, por su parte, recomienda la actividad física al considerar que ésta supone un incentivo para reconducir sus vidas en la dirección adecuada. Señala que el ejercicio reduce sentimientos de ansiedad y depresión y ayuda a dormir mejor. Disminuye la fatiga. Favorece el control del estrés y la tensión emocional. Eleva la autoestima, el humor. Aumenta la confianza en uno mismo. Facilita las relaciones sociales, de gran interés en el contexto general de la mayoría de los amputados, con tendencia al aislamiento, ayudando a no realizar comportamientos de evitación.

El deporte crearía un campo adecuado y sencillo para la autosuperación, estableciéndose objetivos para superar día a día según Carvalho, *et al.*¹⁰, discurriendo de la mano de los beneficios psicológicos los sociales, primer paso hacia la integración.

El ejercicio físico, realizado como actividad física o deporte adaptado, se ha demostrado clave en la percepción que el amputado posee de su calidad de vida, familiar, social y laboral, si bien es cierto, como comentan Groff, *et al.*¹¹ que a mayor discapacidad menor influencia del deporte adaptado en dicha calidad.

Se sabe además, que el ejercicio contribuye a mejorar las funciones intelectuales, en especial el ejercicio aeróbico, reduciendo el tiempo de reacción para tareas mentales memorísticas o cognitivas¹², si bien los efectos son dependientes de la edad y de la intensidad del ejercicio¹³.

EFFECTOS METABÓLICOS

El ejercicio físico tiene efectos sobre el metabolismo. Mejora el control de la glucosa, lo que favorece la sensibilidad a la insulina y previene la aparición de la diabetes tipo II. Este hecho resulta importante en la persona con amputación, en la que se ha descrito una resistencia a la insulina, con niveles habitualmente más altos en plasma¹⁴⁻¹⁶.

Naschitz, *et al.*¹⁴ describen un mayor contenido medio en grasa en el amputado por encima de rodilla frente a controles. El efecto que el ejercicio físico posee sobre las lipoproteínas, descendiendo las de baja densidad y aumentando las de alta densidad¹⁷, produciría efectos favorables en el control del colesterol sanguíneo y sobre la aterogénesis en este colectivo, lo que supondrá la prevención de procesos cardiovasculares¹⁸.

Además, la actuación sobre la composición corporal, a través de la reducción del tejido adiposo y el aumento de los tejidos no grasos, principalmente músculo y hueso, derivará en un positivo efecto cosmético, con repercusiones no sólo físicas sino también psicológicas, de mejora

de la imagen corporal y sensación de bienestar aspecto este, como se ha comentado en párrafos anteriores, clave en el amputado¹⁴.

EFECTOS VASCULARES

Son numerosos los autores que han demostrado que la actividad física mejora los factores hemostáticos relacionados con la trombosis venosa, la cual hace aún más improbable al activar mecánicamente la circulación sanguínea^{19,20}.

En las personas sanas disminuye la presión arterial, tanto sistólica como diastólica, preservando las paredes vasculares. En sujetos hipertensos ayuda a reducir las cifras tensionales con lo que estos presentan menores probabilidades de morir que los hipertensos sedentarios²¹. De hecho, es más determinante sobre el riesgo de muerte, en sentido contrario, el ejercicio físico que la hipertensión, la hipercolesterolemia o el tabaquismo^{14,22}.

Gran número de estudios^{2,23-25} han encontrado una relación favorable entre la práctica de actividad física y la prevención de episodios coronarios, con reducciones del 35% en sujetos sedentarios si estos llevasen a cabo una actividad siquiera moderada. En relación a este punto, cabe reseñar el hecho de que numerosos trabajos^{26,27} algunos de reciente publicación¹⁴, muestran un riesgo incrementado de enfermedad cardiovascular en el amputado, especialmente en la amputación traumática de miembro inferior. En 1976, el Congreso Americano encarga a la Administración de Veteranos dos investigaciones¹⁴ para determinar si las amputaciones pueden considerarse factor de riesgo cardiovascular. Una revisión de las posibles alteraciones cardiovasculares tras la amputación traumática de miembro inferior, que incluyó estudios de Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Finlandia y un estudio epidemiológico de los supervivientes amputados veteranos de la II Guerra Mundial. En el primer caso sólo el estudio finlandés reveló un riesgo aumentado de morbilidad cardiovascular. Ninguno de los artículos consideró un grupo control.

El estudio epidemiológico, según cita Naschitz¹⁴ realizado por Hrubec y Ryder hasta 1977, incluyó

3887 veteranos varones con amputaciones proximales de las extremidades, 3890 con alteraciones musculoesqueléticas pero sin amputación, y 2917 con amputaciones distales de miembro. El riesgo relativo de muerte por cardiopatía fue de 1.58 veces superior en los amputados unilaterales, y de 3.5 en los doble amputados por encima de la rodilla frente a los no amputados. Este ha sido el mayor estudio controlado realizado sobre la esperanza de vida en el amputado.

Estudios posteriores han corroborado esta asociación entre la amputación traumática por encima de la rodilla y el incremento en la morbimortalidad cardiaca a largo plazo. Modan, *et al*¹⁵ observaron en 101 amputados por encima y debajo de rodilla, tras un seguimiento de 24 años, un riesgo relativo de muerte por causa cardiaca del 2.2 frente a sujetos sanos. Por su parte, Yekutiel²⁸ reseña en 26 amputados unilaterales transfemorales, un riesgo de cardiopatía isquémica del 3.3 versus individuos sanos y Vollmar, *et al*²⁹, en un estudio en el que participaron 329 veteranos de guerra amputados unilaterales por encima de rodilla, seguidos tras 43 años, describieron en ellos un riesgo relativo de presentar un aneurisma de la aorta abdominal 5.1 mayor que en los veteranos sin amputación.

Las causas de ello, sin embargo, no son aún bien conocidas. Se barajan entre otros los cambios hemodinámicos regionales²⁶, alteraciones en el flujo arterial proximal a la amputación, la resistencia a la insulina³⁰, la hipertensión y obesidad, el estrés psicológico, y determinados comportamientos del sujeto con amputación y el descrito anteriormente contenido medio en grasa mayor en el amputado frente a controles¹⁴, que junto a la resistencia a la insulina favorecería la elevación de la presión diastólica.

Los niveles más altos de insulina en plasma junto a un mayor índice de coagulabilidad sanguínea¹⁵ y una incrementada respuesta de la actividad nerviosa simpática, favorecería la lesión endotelial, la formación de ateromas y, por ende, la trombosis¹⁴.

Entre los factores psicológicos, el estrés post-traumático junto con la depresión, la hostilidad

o la ansiedad son algunos de los que aparecen relacionados con la cardiopatía. Estudios como el INTERHEART³¹ así lo avalan. La proteína C reactiva o las interleuquinas-6, mediadores inflamatorios, se encuentran elevados en aquellos casos de estrés crónico. Además, factores psicosociales como el aislamiento social y las barreras ambientales pueden determinar los comportamientos del individuo con amputación (tabaquismo, alcohol, inactividad física) que influenciarán en su salud³². Se ha publicado^{33,34} que el consumo de alcohol y el abuso de sustancias son frecuentes entre los amputados con estrés postraumático.

La práctica de una actividad física regular ha demostrado ser capaz de disminuir además de la enfermedad cardíaca, otras muchas causas de mortalidad, incluso en edades avanzadas. Myers, *et al.*²², en un estudio retrospectivo de 12 años de duración, llevado a cabo entre alumnos de la Universidad de Harvard, encontraron que la muestra que practicaba deporte moderadamente vigoroso presentaba un 23% menos de riesgo de muerte, en general.

EFFECTOS SOBRE EL APARATO LOCOMOTOR

La amputación significa con frecuencia una sobrecarga de estructuras musculoesqueléticas por sobreutilización, con aparición precoz de procesos osteoarticulares degenerativos, principalmente a nivel de columna vertebral y miembro contralateral^{35,36}.

El ejercicio puede mejorar la nutrición, el remodelado y el aporte sanguíneo sinovial del cartílago. El desuso articular lleva a un descenso en la síntesis de proteoglicanos, con adelgazamiento del cartílago articular³⁷. Se ha comprobado *in vitro* que algunas moléculas permiten la transducción de la señal mecánica en señal biológica intracelular, con modulación del balance síntesis/degradación de la matriz extracelular del condrocito. Así pues, los estímulos cíclicos aplicados al cartílago o a los condrocitos con el ejercicio, tienen probablemente un efecto anabólico sobre la matriz extracelular. Aminora la formación de

osteofitos a través de la atenuación del impacto por aumento de la fuerza muscular, aumentando la elasticidad de los tejidos conjuntivos periarticulares, repercutiendo todo ello de manera positiva en el proceso degenerativo articular³⁸.

Desde los viejos maestros de la osteología³⁸ (Mayer, Volkman, Delpech) sabemos que los huesos sometidos a diferentes cargas modifican su arquitectura y la calidad de su tejido. Las presiones adecuadas estimulan la formación y la remodelación, induciendo el estrés mecánico un efecto osteogénico por, entre otros mecanismos, la formación de corrientes eléctricas, generadas por la deformación del material óseo microcristalino, lo que se denomina piezoelectricidad. Esta induce la formación y depósito de nuevas sales de apatita cálcica en el hueso. Otros estímulos osteogénicos se derivan de la alteración de los fluidos que discurren por los capilares óseos y por la formación de factores locales de crecimiento óseos, bioquímicos y humorales estimulantes de los osteoblastos, por los estímulos mecánicos que el ejercicio produce³⁹.

También conocemos que el efecto osteogénico de una fuerza se produce sobre el sitio específico de su aplicación y que es directamente proporcional a su cuantía⁴⁰. La intensidad debe exceder a los picos normales de fuerza de las actividades diarias. Sin embargo, las cargas excesivas pueden producir fracturas al romper la resistencia del hueso. En consecuencia, el ejercicio debería ser dirigido hacia las áreas del esqueleto más influidas negativamente por la enfermedad o en este caso por la amputación (muñón), debiendo ser la intensidad la mayor posible, teniendo en cuenta las circunstancias personales de cada sujeto, sin sobrepasar su presumiblemente inferior umbral de resistencia.

Sherk, *et al.*⁴⁰ indican que la mayor pérdida ósea en el amputado de miembro inferior se observa en la cadera y la zona más distal del miembro residual, lo que predispone a un mayor riesgo de osteoporosis y de fracturas de cadera. Kulkarni³⁵ describe además, una mayor pérdida de masa ósea en el amputado por encima de rodilla respecto a la amputación por debajo de la misma.

Parece ser que la desmineralización del esqueleto se produce mediante una rápida caída, que puede llegar hasta el 40% en un año, lo que podría evitarse manteniendo la bipedestación tan solo 30min cada día⁴¹. Sin embargo, las ganancias mediante la actividad física moderada son solo del orden del 1-2%, pudiendo triplicarse si el ejercicio es muy intenso y prolongado. Lamentablemente³⁸, estas ganancias conseguidas se desvanecen en 6 meses al dejar la actividad física.

De forma indirecta, el ejercicio se ha mostrado capaz de controlar el dolor en el miembro residual que muchos amputados presentan, al favorecer la producción de masa ósea, masa ósea que autores como Yazicioglu, *et al*⁴² han relacionado con ese dolor. Describen como factores implicados en el desarrollo de la osteoporosis regional observada, un patrón de marcha alterado, una menor carga, la atrofia por desuso y la falta de actividad muscular y encuentran una relación entre el dolor residual y la densidad de masa ósea, siendo más frecuente la osteoporosis en los sujetos con dolor.

EFFECTOS SOBRE EL EQUILIBRIO

El ejercicio físico puede mejorar no solo la densidad mineral ósea y la fuerza muscular, sino también el equilibrio (mediante la práctica de ejercicios como el Tai Chi), la marcha, la coordinación, las respuestas de protección y el tiempo de reacción, factores todos ellos capaces de reducir el riesgo de caídas⁴³. El ejercicio físico es una intervención que ha demostrado ser más eficaz en la reducción de caídas que la adaptación del domicilio o de la agudeza visual, con un grado B de recomendación basado en la evidencia disponible (existe evidencia razonable para recomendarla) no conociéndose el tipo óptimo, la duración necesaria y la intensidad más recomendable.

Aunque puede resultar obvio que la población de amputados presente mayor riesgo de caídas por alteraciones del equilibrio⁴⁴ (entre otros por un cambio en la asimetría corporal y la alteración en la información somatosensorial), del patrón de la marcha⁴⁵ o de la pérdida de fuerza, existe poca

información al respecto en la literatura científica. El miedo a caer entre esta población es, en mayores y sobre todo si la causa de amputación fue vascular, cercano al 60%, y aumenta si ha existido una caída previa (el 52% de los amputados transtibiales refieren una caída en el último año) o si se es mujer⁴⁶. Las consecuencias son la restricción en las actividades con el consecuente deterioro a nivel muscular, óseo, neurológico, etcétera⁴⁷.

Buckley, *et al*⁴⁸ muestran que los amputados de miembro inferior presentan en situación estática mayores desplazamientos de su centro de gravedad que los controles, dependiendo en mayor medida de la información visual. En equilibrio estático, la estrategia de tobillo es la encargada de controlar los desplazamientos en el eje anteroposterior, modulando la cantidad de “torque” desarrollada por los flexores plantares y dorsiflexores de tobillo⁴⁹. En los amputados, la capacidad para utilizar una estrategia de tobillo está severamente afectada, lo que explicaría la inestabilidad referida en esa dirección^{48,50}. Sin embargo, en situaciones de mayores perturbaciones, dinámicas, más cerca de los límites de estabilidad del individuo, un amputado sano con las articulaciones de cadera intactas, podría controlar mejor los desplazamientos de su centro de gravedad, al no estar comprometida la estrategia de cadera, y todo ello a pesar de tener reducido el “input” propioceptivo (receptores cutáneos de pie y pierna)⁴⁸. Como la deambulación requiere movimientos del cuerpo fundamentalmente en el plano sagital, se ha de presuponer que el amputado de miembro inferior manifestará mayor dificultad para controlar y mantener el equilibrio durante la marcha, hecho que deberá tenerse en cuenta en los programas de rehabilitación, sobre manera en los amputados recientes por encima de rodilla y en los desarticulados, con un incrementado riesgo de caída, mayor aún (hasta 1.96 veces) si aparece asociado el dolor articular y lumbar por el consiguiente patrón anómalo de la marcha⁴⁶.

EFFECTOS CARDIOPULMONARES

Otros efectos del ejercicio, descritos tanto en amputados como en personas sin amputación,

son la mejora de la función pulmonar y la capacidad aeróbica.

Bosser, *et al*¹⁷ describen la condición física como un factor predictivo de la capacidad de marcha del individuo tras la amputación. Otros factores predictivos serían la comorbilidad, el buen equilibrio unipodal y la motivación.

Se sabe que el gasto energético para la realización de la marcha en el amputado, independientemente de la edad, es mayor que para el no amputado y que este coste aumenta con niveles más altos de amputación⁵¹. Pitetti, *et al*⁵² han mostrado que los sujetos con amputación de extremidad inferior consumen en la marcha entre un 20 y un 100% más de energía por kilogramo de peso corporal frente al no amputado. Chin, *et al*⁵³ muestran cifras de un 16-25% en la amputación transtibial, un 56-65% en la transfemoral y un 280% en el doble amputado transfemoral.

La práctica de ejercicio físico puede mejorar no solo la capacidad aeróbica del amputado sino reducir su gasto energético (entendido como una reducción en la frecuencia cardiaca y en el consumo de oxígeno). Chin, *et al*⁵³ indican que la realización de un ejercicio físico a una intensidad superior o igual al 50% del consumo máximo de oxígeno, debería ser considerado el “valor umbral” requerido para la deambulación de al menos 100m con el uso de una prótesis, en el amputado mayor o de causa vascular.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte⁵⁴ recomienda practicar al menos 30min de actividad física moderadamente intensa la mayoría de los días de la semana, pero considera que se pueden obtener beneficios con al menos 2 sesiones de 15 a 20min por semana; o mejor de 3 a 5 días por semana a un 60-80% de la frecuencia cardiaca máxima, durante 20 a 60min de actividad aeróbica, debiendo añadirse de 8 a 10 repeticiones, 2-3 días a la semana, de ejercicios de fuerza de los principales grupos musculares, así como estiramientos de estos, para ganar no sólo resistencia sino también fuerza y flexibilidad. En el caso de considerar un programa vigoroso de ejercicios en sujetos sedentarios, mayores de 40

años, es necesario realizar pruebas de esfuerzo. Pitetti, *et al*⁵² consideran que estas recomendaciones pueden aplicarse de igual manera en la amputación.

Otro factor a tener en cuenta es el peso de la prótesis. Aunque algunos investigadores⁵⁵ opinan que el coste metabólico durante la marcha no varía con la adición de 1,5Kg de peso para el caso de una prótesis transfemoral, poco se sabe del efecto metabólico del peso del miembro artificial en actividades con una mayor demanda energética, como pudiera ser la carrera.

En el individuo con amputación deben recomendarse además de ejercicios de equilibrio (en los que deban desplazar rápidamente el centro de gravedad hacia la extremidad intacta en respuesta a perturbaciones posturales), ejercicios de flexibilidad, ya que un adecuado arco de movimiento articular es fundamental para la comodidad, la seguridad y la función; ejercicios de fuerza, aumentando la potencia de los músculos que soportan las articulaciones de carga, que en el miembro protetizado presentan atrofia (músculatura glútea, Rector Femoral, Tensor de la Fascia Lata y Sartorio)⁵⁶, y los de la extremidad residual, ya que el músculo constituye un significativo mecanismo de absorción de impactos. Si bien no hay un consenso sobre qué tipo de ejercicios de fuerza funcionan mejor, algunos autores⁵⁷ refieren ser más eficaces los realizados en cadena cerrada, aproximándose el nivel de fuerza a la resistencia máxima; y ejercicios de resistencia para el acondicionamiento cardiopulmonar^{17,58,59}.

Entre los ejercicios generales aeróbicos podemos recomendar desde la marcha, los ejercicios acuáticos (con aumentos del 24% de la capacidad aeróbica)⁶⁰ o la bicicleta. Debemos tener en cuenta, no obstante, que muchos de los individuos amputados por razones estéticas, de accesibilidad o problemas en la piel del muñón, no podrán beneficiarse del ejercicio en el agua.

La bicicleta resulta un medio fácil y excelente de realizar ejercicios de miembros inferiores. Utiliza grandes grupos musculares, especialmente vasto medial y lateral, recto femoral, musculatura de

la pata de ganso, glúteo mayor, psoasílico y triceps sural. Los ensayos clínicos⁶¹ muestran resultados significativos a corto plazo sobre la capacidad aeróbica del 35%.

Lo anteriormente expuesto debe llevarnos a todos los profesionales sanitarios a recomendar a nuestros pacientes con amputación la práctica de ejercicio físico progresivo, al nivel de las condiciones de cada cual. Sin embargo, en la decisión de mantenerse activos no solo influye el consejo médico razonado y convincente sino también factores sociodemográficos, económicos, biológicos, de salud, conductas saludables aprendidas, psiquismo, falta de tiempo, aburrimiento o diversión con el ejercicio, entorno social favorecedor, clima, instalaciones y accesibilidad^{62,63}. Van der Ploeg, *et al.*⁶⁴ refieren la necesidad de identificar estos factores determinantes, de forma individualizada, antes de recomendar o prescribir la práctica de la actividad física. El resultado final dependerá de la concienciación y participación del sujeto en su autocuidado³⁷.

EFFECTOS SOBRE EL DOLOR

La sensación de miembro fantasma doloroso constituye una de las principales complicaciones derivadas de la amputación de una extremidad, dificultando la adaptación del paciente a la prótesis y deteriorando su calidad de vida⁶⁵. El ejercicio físico y la marcha con carga del paciente amputado mejora la sensación de dolor fantasma. Weis T, *et al.*, en un estudio en 1999 estudiaron este proceso en dos series de protetizados, una con prótesis estética sin apoyo y otra con prótesis funcional; los resultados fueron de mejoría significativa en la segunda serie⁶⁶.

OTROS EFECTOS

El ejercicio ha demostrado un efecto protector sobre la enfermedad tumoral, con una menor incidencia de cánceres como el de mama, colon o próstata por su efecto en el descenso de la grasa corporal, del nivel de estrógenos y del tiempo de tránsito gastrointestinal, así como por el aumento de las prostaglandinas F2 y otras células inmunitarias⁶⁷.

Si bien no hemos encontrado estudios sobre la incidencia de neoplasias a largo plazo en sujetos amputados, sabemos que en individuos moderadamente entrenados existen mayores niveles de interleucina 1 (IL-1). Esta última podría intervenir en la estimulación de la actividad de las células Natural Killer (NK), bien directa o indirectamente. La IL-1 (principalmente a través de su receptor IL-2 β) activa a los Linfocito T helper y los induce a la producción y liberación de interleucina 2 (IL-2), factor estimulante de las células NK⁶⁸. Shephard y Shek⁶⁹ observaron cómo el sujeto moderadamente entrenado presentaba mayor expresión del receptor IL-2 β versus el sedentario. Este mismo hecho fue descrito también por Rhind, *et al.*⁷⁰, lo que conduce a un mayor incremento con el ejercicio en el número de células NK en el sujeto entrenado. Este refuerzo de la actividad citotóxica aumentaría la resistencia a infecciones virales y contribuiría a la eliminación de células preneoplásicas.

La repercusión del ejercicio físico sobre la enfermedad tumoral podría extrapolarse a sujetos con discapacidad, como los pacientes con amputación de la extremidad inferior.

CONCLUSIONES

Tras el trabajo realizado podemos concluir que el ejercicio físico en la persona con amputación:

- Resulta una herramienta clave como medio para restituir la imagen corporal alterada por la pérdida.
- Favorece la participación social, evitando conductas y hábitos nocivos para la salud.
- Mejora los controles de glucemia y de lipoproteínas.
- Presenta un efecto beneficioso a nivel cardiovascular, que podría incidir en el riesgo incrementado que este colectivo presenta de muerte por cardiopatía.

- Previene la aparición de osteoporosis y procesos osteoarticulares degenerativos a nivel general y local (muñón).
- Mejora las alteraciones del equilibrio y la marcha presentes en la amputación.
- Posee capacidad de reducir el elevado gasto energético necesario para la movilización del miembro artificial y compensar las alteraciones de la marcha.
- Ayuda en el control del dolor y la sensación de miembro fantasma.

RESUMEN

El ejercicio es probablemente el agente físico más identificado con la rehabilitación, el más utilizado y el más eficaz en muchas patologías, según los resultados de múltiples ensayos clínicos publicados.

La comorbilidad, los hábitos de salud, las conductas personales, los estilos de vida, las características psicológicas, las interacciones sociales y las relaciones influyen en el proceso de la discapacidad que una persona con amputación puede llegar a presentar.

El objetivo del presente trabajo es examinar el papel del ejercicio físico en la persona que ha sufrido una amputación. Para ello se han revisado las bases de datos Pubmed, Embase, IME y Cochrane, durante el periodo 1987 a 2009.

El ejercicio físico en la persona con amputación constituye una herramienta clave como medio para restituir la imagen corporal alterada por la pérdida. Además, favorece la participación social, evitando conductas y hábitos nocivos para la salud. A nivel fisiológico, mejora los con-

troles de glucemia y de lipoproteínas, presenta un efecto beneficioso a nivel cardiovascular, previene la aparición de osteoporosis y procesos osteoarticulares degenerativos, mejora las alteraciones del equilibrio y la marcha presentes en la amputación y ayuda en el control del dolor y la sensación de miembro fantasma.

Palabras clave: Fisioterapia. Ejercicio físico. Ejercicio terapéutico. Amputados.

SUMMARY

The exercise is the actor most identified with physical rehabilitation, the most used and most effective in many diseases, according to results of multiple clinical trials published.

Comorbidity, health habits, personal behaviors, lifestyles, psychological characteristics, social interactions and relationships influence the process of disability a person with amputation can pose.

The aim of this paper is to examine the role of exercise in person who has suffered an amputation. To this end, we have reviewed the databases Pubmed, Embase, and Cochrane EMI from 1987 to 2009.

Exercise in the amputee is an essential tool to restore body image altered by the loss. In addition, exercise promotes social participation and avoids harmful behaviors and health habits. A physiological level, physical activity improves glucose control and lipoprotein, has a beneficial effect on cardiovascular level, prevents the development of osteoporosis and degenerative bone and joint processes, improves balance and abnormalities present at the amputation up and help in the control of pain and phantom limb sensation.

Key words: Physical Therapy. Exercise Therapy. Physical Activity. Amputees.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Rush PJ, Shore A.** Physician perceptions of the value of physical modalities in the treatment of musculoskeletal disease. *Brit J Rheumatol* 1994;33:566-8.
2. **Peña Arrebola A.** Ejercicio y rehabilitación. Editorial. *Rehabilitación (Madr)* 2003;37:303-6
3. **Conn VS, Hafdahl AR, Brown LM.** Meta-analysis of quality-of-life outcomes from physical activity interventions. *Nurs Res* 2009;58:175-83.
4. **Haskell WL.** Sports, exercise and health. On the way into a new century. *Der Orthoäde* 2000;29: 930-5.
5. **Rimmer JH, Braddock D, Pitetti KH.** Research on physical activity and disability: An emerging national priority. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:1366-72.
6. **Wetterhahn KA, Hanson C, Levy CE.** Effect of participation in physical activity on body image of amputees. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:194-201.
7. **Fisher K, Hanspal R.** Body image and patients with amputations: Does the prosthesis maintain the balance? *Int J Rehabil Res* 1998;21:355-63.
8. **Stensman R.** Body image among 22 persons with acquired and congenital severe mobility impairment. *Paraplegia* 1989;27:27-35.
9. **Shephard RJ.** Benefits of sport and physical activity for the disabled: implications for the individual and for society. *Scand J Rehabil Med* 1991;23:51-9.
10. **Carvalho J, Farkas A.** Essay Rehabilitation through sport-pilot project with amputees in Angola. *Lancet* 2005;366:S5-S6.
11. **Groff DG, Lundberg NR, Zabriskie RB.** Influence of adapted sport on quality of life: perceptions of athletes with cerebral palsy. *Disabil Rehabil* 2009;31:318-26.
12. **Kamijo K, Hayashi Y, Sakai T, Yahiro T, Tanaka K, Nishihira Y.** Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2009;64:356-63.
13. **Chang YK, Etnier JL.** Exploring the dose-response relationship between resistance exercise intensity and cognitive function. *J Sports Exerc Psychol* 2009;31:640-56.
14. **Naschitz JE, Lenger R.** Why traumatic leg amputees are at increased risk for cardiovascular diseases. *Q J Med* 2008;101 251-59.
15. **Modan M, Peles E, Halkin H, Nitzan H, Azaria M, Gitel S y cols.** Increased cardiovascular disease mortality rates in traumatic lower limb amputees. *Am J Cardiol* 1998;82:1242-7.
16. **Chacón-Borrego F.** Repercusiones del ejercicio en la diabetes Mellitus Insulín-Dependiente (DMID). *Arch Med Deporte* 1998;26:313.
17. **Bosser G, Martinet N, Rumilly E, Paysant J, André JM.** Le réentraînement à l'effort chez l'amputé de member inférieur. *Annales de réadaptation et de médecine physique* 2008;51:50-6.
18. **Aspiroz-Sancho MT, Nuviala-Mateo RJ.** Lípidos y Ejercicio Físico. *Arch Med Deporte* 2002;19:317-29.
19. **Burke B, Kumar R, Vickers V, Grant E, Scremin E.** Deep vein thrombosis after lower limb amputation. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79:145-9.
20. **Yeager RA, Moneta GL, Edwards JM, Taylor LM Jr, McConnell DB, Porter JM.** Deep vein thrombosis associated with lower extremity amputation. *J Vasc Surg* 1995;22:612-5.
21. **Amaral A, Camilo P, Hoeger B.** Efecto de un programa de ejercicio físico sobre la capacidad funcional y el control metabólico en personas mayores de 50 años con diabetes tipo 2 y/o hipertensión arterial. *Arch Med Deporte* 2007;24: 412.
22. **Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE.** Exercise capacity and mortality among referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346:793-801.
23. **Blair SN, Kampert JB, Kolh HW, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS, et al.** Influence of cardio-respiratory fitness and other precursor son cardiovascular disease and all causes of mortality in men and women. *JAMA* 1996;276:205-10.
24. **Blair SN, Kolh HW, Barlow CE, Paffenbarger RS, Gibbons LW, Macera CA.** Changes in physical fitness and all cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273:1093-8.
25. **Sosa V.** El ejercicio físico y el deporte en la prevención y rehabilitación de las cardiopatías. *Arch Med Deporte* 1992;9:147-150.

26. Lorenz M, Panitz K, Grosse-Furtner C, Meyer J, Lorenz R. Lower-limb amputation, prevalence of abdominal aortic aneurysm and atherosclerotic risk factors. *Br J Surg* 1994;81:839-40.
27. Paes E, Schmid-Schonbein H. Pathogenesis of arteriosclerosis and aneurysm development of the infrarenal aorta and pelvic circulation after unilateral leg amputation. *Vasa* 1999;28:215.
28. Yekutieli M, Brooks ME, Ohry A, Yarom J, Carel R. The prevalence of hypertension, ischaemic heart disease and diabetes in traumatic spinal cord injured patients and amputees. *Paraplegia* 1989;27:58-62.
29. Vollmar JF, Paes E, Pauschinger P, Henze E, Friesch A. Aortic aneurysms as late sequelae of above-knee amputation. *Lancet* 1989;2:834-5.
30. Peles E, Akselrod S, Goldstein DS, Nitzan H, Azaria M, Almog S, et al. Insulin resistance and autonomic function in traumatic lower limb amputees. *Clin Auton Res* 1995;5:279-88.
31. Rosengren A, Hawken S, Ounpuu S, Sliwa K, Zubaid M, Almahmeed WA, et al. INTERHEART investigators. Association of psychosocial risk factors with risk of acute myocardial infarction in 11119 cases and 13648 controls from 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet* 2004;364:953-62.
32. Ephraim PL, MacKenzie EJ, Wegener ST, Dillingham TR, Pezzin LE. Environmental barriers experienced by amputees: the Craig Hospital Inventory of Environmental Factors-Short Form. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:328-33.
33. Gunawardena N, Senevirathne RA, Athauda T. Mental health outcome of unilateral lower limb amputee soldiers in two districts of Sri Lanka. *Int J Soc Psychiatry* 2007;53:135-47.
34. Bedi US, Arora R. Cardiovascular manifestations of posttraumatic stress disorder. *J Natl Med Assoc* 2007;99:642-9.
35. Kulkarni J, Adams J, Thomas E, Silman A. Association between amputation, arthritis and osteopenia in British male war veterans with major lower limb amputations. *Clin Rehabil* 1998;12:348-53.
36. Melzer I, Yekutieli M, Sukenik S. Comparative study of osteoarthritis of the contralateral knee joint of male amputees who do and do not play volleyball. *J Rheumatol* 2001;28:169-72.
37. Peña Arrebola A. Papel del ejercicio físico en el paciente con artrosis. *Rehabilitación (Madr)* 2003;37:307-22.
38. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación (Madr)* 2003;37:339-53.
39. Ferragut C, Torres-Luque G, Alacid-Cárceles F, Sainz de Baranda P. Masa ósea y ejercicio físico. *Arch Med Deporte* 2009;129:46-60.
40. Sherk VD, Bembem MG, Bembem DA. BMD and bone geometry in transtibial and transfemoral amputees. *J Bone Miner Res* 2008; 23: 1449-57.
41. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am* 2001;27:131-41.
42. Yazicioglu K, Tugcu I, Yilmaz B, Goktepe AS, Mohur H. Osteoporosis: A factor on residual limb pain in traumatic trans-tibial amputations. *Prosthet Orthop Int* 2008;32:172-8.
43. Lázaro M, León A, Montiel M, Sánchez C, Feijóo R. Prevención de caídas y fracturas. En Ribera JM y Gil P, editores. Prevención en geriatría: ¿Es posible? Madrid: Editores Médicos S.A., 2003;167-80.
44. Isakov E, Mizrahi J, Susak Z, Ona I, Hakim N. Influence of prosthesis alignment on the standing balance of below-knee amputees. *Clin Biomech* 1994;9:258-62.
45. Hermodsson Y, Ekdahl C, Persson BM, Roxendal G. Gait in male trans-tibial amputees: a comparative study with healthy subjects in relation to walking speed. *Prosthet Orthot Int* 1994; 18:68-77.
46. Miller W, Speechley M, Deathe B. The prevalence and risk factors of falling and fear of falling among lower extremity amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1031-37.
47. Vanicek N, Strike S, McNaughton L, Polman R. Postural responses to dynamic perturbations in amputee fallers versus nonfallers: a comparative study with able-bodied subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1018-25.
48. Buckley JG, O'Driscoll D, Bennett SJ. Postural sway and active balance performance in highly active lower-limb amputees. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:13-20.
49. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995; 3:193-214.

50. Hermodsson Y, Ekdahl C, Persson BM, Roxendal G. Standing balance in trans-tibial amputees following vascular-disease or trauma: a comparative study with healthy subject. *Prosthet Orthot Intact* 1994;18:150-8.
51. Gailey RS, Wenger MA, Raya M, Kirk N, Erbs K, Spyropoulos P, et al. Energy expenditure of trans-tibial amputees during ambulation at self-selected pace. *Prosthet Orthop Int* 1994;18:84-91.
52. Pitetti KH, Snell PG, Stray-Gundersen J, Gottschalk FA. Aerobic training exercises for individuals who had amputation of the lower limb. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69:914-21.
53. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Oyabu H, Nagakura Y y cols. Physical Fitness of Lower Limb Amputees. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81:321-25.
54. American College of Sports Medicine. Physical Activity & Public Health Guidelines 2007.
55. Webster JB, Levy CE, Bryant PR, Prusakowski PE. Sports and recreation for persons with limb deficiency. *Arch Phys Med Rehabil* 2001 82(S1):S38-S44.
56. González Viejo MA, Cordón Huerta MJ. Causas y consecuencias de la atrofia muscular y desmineralización en los amputados de la extremidad inferior. *Rehabil* 2000;34:285-93.
57. Lewis C, Sterenfeld E, Danzinger S. Osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:553-6.
58. Ward KH, Meyers MC. Exercise performance of lower-extremity amputees. *Sports Med* 1995;20:207-14.
59. Heath GW, Fentem PH. Physical activity among persons with disabilities. A public health perspective. *Exerc Sport Sci Rev* 1997;25:195-234.
60. Minor MA, Hewet JE, Webel RR, Anderson SK, Kay DR. Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Arthr Rheum* 1989;11:1396-403.
61. Wozniak-Timmer CA. Cycling biomechanics: a literature review. *J Ortho Sports Phys Ther* 1991;14:106-13.
62. Rimmer JH, Riley B, Wang E, Rauworth A, Jurkowski J. Physical activity participation among persons with disabilities: Barriers and facilitators. *Am J Prev Med* 2004;26:419-25.
63. Rimmer JH, Rubin SS, Braddock D. Barriers to exercise in African American women with physical disabilities. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:182-88.
64. Van der Ploeg HP, Streppel KR, Van der Beek AJ, Van der Woude LH, Van Harten WH, Van Mechelen W. Underlying mechanisms of improving physical activity behavior after rehabilitation. *Int J Behav Med* 2008;15:101-8.
65. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edward WT, Jensen MP, Robinson LR. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;2481:1039-44.
66. Weiss T, Miltner W, Adler T, Brückner L, Taub E. Decrease in phantom limb pain associated with prosthesis-induced increased use of an amputation stump in humans. *Neuroscience Lett* 1999;272:131-4.
67. Wannamethese SG, Sharper AG, Walker M. Physical activity and risk of cancer in middle-age men. *British J Cancer* 2001;85:1311-16.
68. Barriga C, Ortega E. Influencia de la actividad física sobre las células K y NK. *Arch Med Deporte* 1993;X:153-8.
69. Shephard RJ, Shek PN. Exercise training and immune function In: Hoffman-Goetz L. Exercise and immune function. Boca Ratón (Florida); CRC Press, 1996;Cap6.93-120.
70. Rhind SG, Shek PN, Shinkai S, Shephard RJ. Effects of moderate endurance exercise and training on in vitro lymphocyte proliferation, interleukin-2 (IL-2) production, and IL-2 receptor expression. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;74:348-60.