

## PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO EN LA DIABETES (I)

### PRESCRIPTION OF PHYSICAL EXERCISE IN DIABETES (I)

#### INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus es enfermedad crónica que acontece cuando el páncreas no produce suficiente cantidad de insulina o cuando el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina producida<sup>1</sup>. Es la alteración endocrina más frecuente, y se presenta en dos formas básicas:

- Diabetes mellitus tipo 1. Se caracteriza por una ausencia total o casi total de la producción de insulina en el páncreas. Las personas con este tipo de diabetes necesitan inyecciones diarias de insulina para sobrevivir.
- Diabetes mellitus tipo 2. El organismo no puede utilizar la insulina con eficacia, en gran parte como consecuencia del exceso de peso y la falta de actividad física. Las personas con diabetes tipo 2 muchas veces pueden controlar su situación con sólo medidas encaminadas a mejorar su estilo de vida, como realizar dietas pobres en grasas y azúcares refinados, y ajustadas en calorías, y realizar ejercicio físico de forma regular. Otras veces necesitan medicación oral, y menos frecuentemente insulina, para lograr un buen estado metabólico.

Los criterios diagnósticos de la diabetes mellitus son<sup>2</sup>:

- Síntomas de diabetes (sed y/o hambre anormales, ganas de orinar frecuentemente, pérdida

de peso inexplicable, cansancio o somnolencia inusual, etc.) + concentración de glucosa sanguínea al azar (sin tener en cuenta el tiempo transcurrido desde la última toma de alimento)  $\geq 11.1$  mmol/L (200 mg/100 ml).

- Glucosa plasmática en ayunas (ausencia de ingesta calórica durante al menos 8 horas)  $\geq 7.0$  mmol/L (126 mg/100 ml).
- Glucosa plasmática a las 2 horas  $\geq 11.1$  mmol/L (200 mg/100 ml) durante una prueba de tolerancia a la glucosa.

La mayor parte de los diabéticos lo son del tipo 2, siendo destacable que haya más mujeres que hombres que padecen este tipo de diabetes. Aunque son características de la diabetes la excesiva micción, la sed y la fatiga, muchos diabéticos no tienen síntomas, y son diagnosticados tras años de haberse iniciado la enfermedad. Esto lleva a que casi la mitad de la población con diabetes tipo 2 no sea consciente de su situación.

Dado que los vasos sanguíneos y los nervios se ven especialmente afectados por la diabetes, la hiperglucemia y otras alteraciones metabólicas relacionadas pueden provocar serias alteraciones en muchos órganos y sistemas corporales. Las complicaciones más frecuentes son:

- Las enfermedades cardiovasculares. Son las responsables del 50% al 80% de las muertes en las personas diabéticas.

**José M. González Aramendi**

Centro Sanitario Virgen del Pilar San Sebastián Clínica de la Asunción Tolosa Fundación Oreki

#### CORRESPONDENCIA:

José M. González Aramendi. Itzurun 11. 20750 Zumaia. Guipúzkoa.  
E-mail: aramendi@infonegocio.com

**Aceptado:** 21.02.2007/ Revisión nº 205

- La neuropatía diabética. Más del 50% de los diabéticos se ven afectados por algún grado de neuropatía, que puede dar lugar a pérdida de sensibilidad, lesiones en los miembros e impotencia funcional.
- La retinopatía diabética. Tras 15 años de enfermedad, el 2% de los diabéticos sufre ceguera y el 10% problemas visuales graves.
- La nefropatía, que pueden desembocar en fallo renal.
- El pie de diabético. Las alteraciones en los vasos sanguíneos y en los nervios pueden producir úlceras e incluso llegar a la necesidad de realizar amputaciones (la diabetes es la causa más frecuente de amputaciones no traumáticas).

El control de la diabetes y de sus complicaciones supone un importante gasto en recursos sanitarios y sociales, a nivel mundial. Gastos que van en aumento y que se incrementarán entre un 2.5% y un 15%, dependiendo de la prevalencia local de la enfermedad y de la sofisticación de los tratamientos utilizados. Además, el progreso de la enfermedad conlleva importantes pérdidas en productividad que, en los países de renta baja llegan a ser de 5 veces los costos de los servicios de salud directos<sup>1</sup>. Las muertes anuales directamente atribuibles a la diabetes son, según la OMS, 3.200.000, esto es, 6 muertes por minuto<sup>1</sup>. El riesgo relativo de mortalidad por todas las causas va, en los hombres, desde 1 (mayores de 80 años de edad) hasta 4.1 (20-39 años de edad); y en las mujeres desde 1 (mayores de 80 años de edad) hasta 6.7 (20-39 años de edad). Son estimaciones derivadas de estudios realizados en países de renta alta, que se asumen igualmente en los de baja renta al no haber estudios específicos realizados en estos países<sup>3</sup>.

## UNA EPIDEMIA DESIGUAL

Según la OMS, en 1985 había un total de 30 millones de diabéticos en el mundo. Actualmente hay del orden de 171 millones de personas diabéticas (un 2.8% de la población mundial). Los segmentos poblacionales más afectados son distintos según sea el desarrollo socio-económico del país estudiado. En los países de renta alta la mayor prevalencia se da hacia la edad de la jubilación, mientras que en los países de baja renta la mayor prevalencia acontece en la edad media (entre los 35 y los 64 años), la etapa más productiva de la vida<sup>1</sup>.

En la Tabla 1, realizada con los datos de Wild *et al.*<sup>4</sup>, pueden apreciarse las estimaciones para el año 2000 y 2030 sobre el número de personas con diabetes, según grupos de edad, en países de alta renta y de baja renta. Las estimaciones publicadas por la OMS para el año 2030 son algo menores, calculando una prevalencia de 366 millones de personas, más del doble de la población actualmente afectada, y en torno al 4.4% del total de ciudadanos<sup>1</sup>. Gran parte de este incremento se producirá en los países de baja renta, debido al aumento de la población, el envejecimiento de la población, la extensión de las dietas no saludables, el aumento en los índices de obesidad y el establecimiento de un estilo de vida más sedentario.

¿Por qué estas diferencias en las prevalencias de los países de alta y baja renta?

Se baraja como más probable la teoría de la selección por adaptación al ambiente diabetogénico<sup>5-13</sup>. Según esta teoría, los europeos y los descendientes de europeos que viven en otras latitudes son más resistentes a la diabetes (prevalencia total del 5 al 10%) que los demás grupos étnicos que viven

**TABLA 1.**  
Estimación del número de personas con diabetes, según grupos de edad, en países de alta renta y de baja renta. Datos de Wild, *et al.*, 2002

	20-44 años de edad	45-64 años de edad	+ de 65 años de edad
Renta alta 2000	4.5 millones	24 millones	27 millones
Renta alta 2030	4.5 millones	32 millones	49 millones
Renta baja 2000	30 millones	60 millones	28 millones
Renta baja 2030	55 millones	144 millones	83 millones

en un entorno occidentalizado (prevalencia total del 30 al 40%). Es raro que la diabetes tipo 2 se desarrolle en los europeos antes de los 45 años pero no lo es que lo haga en hombres y mujeres jóvenes de países de baja renta.

Esto se debe a que los europeos se han visto expuestos a este ambiente “occidentalizado” durante mucho tiempo, y se ha ido produciendo entre la población una “selección” para prosperar en este ambiente de mayor abundancia. Por el contrario, la llegada a los países de baja renta de estilos de vida “occidentalizados” (mayor comodidad en el trabajo, en las labores domésticas y en el transporte, y mayor oferta de alimentos ricos en azúcares refinados y grasas) ha provocado la aparición brusca de nuevos entornos diabetogénicos sin haber dado tiempo al establecimiento de mecanismos genéticos adaptativos, lo que ha provocado una gran expansión de la diabetes en estas poblaciones.

En el año 2005 se diagnosticaron en los Estados Unidos alrededor de 202.000 nuevos casos de diabetes en la población de entre 20 y 39 años de edad, 727.000 nuevos casos en la población de entre 40 y 59 años de edad, y 575.000 nuevos casos en la población mayor de 60 años. Pero se observan con claridad diferentes prevalencias entre los distintos grupos étnicos. En la Tabla 2, realizada con los datos facilitados por *National Diabetes Statistics*<sup>14</sup>, se presenta la prevalencia total de diabetes en los Estados Unidos en 2005, en personas de 20 o más años de edad, según raza/etnia.

Por otro lado, las complicaciones de la diabetes en las mujeres en edad fértil (cardiopatías, muerte prematura, irregularidad ciclos menstruales, síndrome de ovario policístico) dan lugar a una disminución de su fertilidad. Se cree que este hecho va a provocar una nueva selección natural, que hará disminuir la prevalencia de la enfermedad es estos países. Estimando que la población diabética en estos países tenga un 10% menos de probabilidades de reproducirse, harán falta del orden de 12 a 25 generaciones para que la prevalencia en estos grupos caiga del 30-40% actualmente observado en las poblaciones aborí-

genes, al 5-10% de las poblaciones descendientes de los europeos<sup>5</sup>.

## LA TEORÍA DE LOS GENES AHORRADORES

El 99 % de nuestra existencia como especie ha estado dominada por la actividad física al aire libre. En nuestra época de cazadores y recolectores, el aporte alimentario nunca fue constante, y sufrimos, como especie, grandes períodos de hambre entre otros más breves e infrecuentes de cierta abundancia alimenticia. Estos ciclos de hambruna y de alimentación copiosa se vinculaban a los ciclos de obligada actividad física y a los de reposo.

La teoría de los genes ahorradores o “thrifty genes”, desarrollada por James Neel en 1962<sup>15</sup>, especula que los llamados “genes de la economía”, “genes ahorradores” o “genes de la prosperidad” evolucionaron para maximizar la eficiencia metabólica de organismo humano. Un máximo aprovechamiento de los ingresos alimentarios y una eficiente regulación en la utilización de los depósitos energéticos aseguraría la supervivencia de las poblaciones en los períodos de hambruna. Se cree que, a pesar de la introducción de la agricultura hace unos 10.000 años, hecho que propició un mayor sedentarismo y una mayor regularidad y abundancia en el aporte alimentario, estos genes han permanecido esencialmente inalterados.

En períodos de bonanza alimenticia, la abundancia de estos genes predispondría a sus portadores a la obesidad y la diabetes. Así, ciertos grupos étnicos que históricamente han sobrevivido en un ambiente de escasez de alimentos podrían haberse visto sometidos a contener más “genes

Raza/Etnia	Porcentaje de la población afectada
Indios americanos	18.3 %
Nativos de Alaska	
Negros no hispanos	14.8 %
Hispanos/Latino-americanos	14.2 %
Blancos no hispanos	7.9 %

**TABLA 2.**  
Prevalencia total de diabetes en los Estados Unidos en 2005, en personas de 20 o más años de edad, según raza/etnia. U.S. *National Diabetes Statistics*, 2005

ahorradores”, para sobrevivir en esas condiciones. La teoría de los “thrifty genes” explicaría la tendencia a la obesidad y la diabetes de los portadores de estos genes en tiempos de abundancia.

Aunque esto se ha estudiado en varios grupos étnicos<sup>6,7,10-13,16-31</sup>, los indios Pima de EE.UU. y de Méjico constituyen una de las pruebas más ilustrativas para reforzar esta teoría. Los indios Pima de Méjico han mantenido los hábitos de vida y alimentarios de antaño: una actividad laboral físicamente intensa y dietas bajas en grasa. En ellos, la obesidad la diabetes son prácticamente inexistentes. Sin embargo, los indios Pima que viven en los EE.UU. tienen desde hace unas décadas un estilo de vida mucho más sedentario, y acceso fácil a los alimentos. Éstos han desarrollado en poco tiempo (unos 30 años) una verdadera epidemia de obesidad y de diabetes, con prevalencias del 70% y del 50%, respectivamente, en la población adulta<sup>26,27</sup>.

Con todo, esta teoría del genotipo ahorrador ha sido puesta en cuestión por diversos autores, considerando algunos de ellos que las menores prevalencias encontradas en los europeos son debidas a una selección natural mediada por una adaptación genética al metabolismo de algunos alimentos diabetogénicos, hecho que no se ha producido en las etnias en las que la prevalencia de diabetes es mucho mayor<sup>8,12,32,33</sup>.

## **EL ESTILO DE VIDA PERSONAL. RELACIÓN INACTIVIDAD FÍSICA-OBESIDAD-DIABETES**

El estilo de vida personal condiciona el desarrollo o no de diabetes tipo 2. La caída de la actividad física laboral, doméstica y en el transporte, y el acceso fácil a una gran variedad de alimentos, muchos de ellos muy energéticos y ricos en azúcares y grasas saturadas, hace que, de entrada, el balance calórico sea positivo para gran parte de la población. Este desequilibrio entre los ingresos alimenticios y el gasto energético por actividad física ha provocado que las tasas de sobrepeso (IMC: 25-30), y obesidad (IMC > 30) sean ya alarmantemente altas.

Según la Organización Mundial de la Salud, en el año 2005 alrededor de 1.500 millones de adultos (mayores de 15 años) sufrían sobrepeso y 400 millones eran obesos; los niños menores de 5 años que padecían sobrepeso eran, al menos, 20 millones. Para el año 2015 se estima que 2.300 millones de adultos tendrán sobrepeso y 700 millones obesidad<sup>34</sup>. Este aumento de la obesidad y de la diabetes, que afecta a personas de ambos sexos, de todas las edades, de todas las razas y de todos los niveles educativos, está directamente asociado con varios de los factores de riesgo coronarios más importantes, con el resto de complicaciones ya citadas de la diabetes, y con otras, que suponen un deterioro en la calidad de vida y un aumento del gasto público en cuidados sanitarios y sociales.

La actividad física regular resulta fundamental para mantener un adecuado equilibrio metabólico. En una persona normal, no obesa y en moderada forma física, el músculo representa el 50% del peso corporal total. No así en una persona obesa. Es importante mantener esa proporción de tejido muscular ya que, desde el punto de vista metabólico, el tejido muscular es, ya en reposo, mucho más activo que el tejido graso; una diferencia que se hace mucho más acusada cuando hay actividad muscular, sobre todo si es intensa. Pero los beneficios de la actividad física regular van más allá del aspecto metabólico. En la Tabla 3 se presenta una recopilación de estos beneficios<sup>35</sup>.

Para lograr estos beneficios, la mayor parte de las organizaciones recomiendan dedicar una hora al día a un conjunto de actividades que conlleven un gasto energético de al menos 1000 calorías/semana, y que incluyan:

- Ejercicios de resistencia de moderada intensidad ( $\pm$  20 minutos).
- Labores domésticas o de jardín que requieran esfuerzo físico ( $\pm$  20 minutos).
- Estiramientos ( $\pm$  10 minutos).
- Ejercicios de fuerza ( $\pm$  10 minutos).

La bondad de la actividad física para la salud viene siendo resaltada desde hace años; y la oferta

**Salud física en la infancia y en la adolescencia**

La participación regular en actividades físicas durante la juventud y la adolescencia:

- Ayuda al crecimiento sano de músculos, huesos y articulaciones.
- Ayuda a controlar el peso, crear tejido muscular y reducir el tejido graso.
- Previene o retrasa el desarrollo de hipertensión arterial y ayuda a reducir la tensión arterial en algunos casos de hipertensión.
- Ayuda a controlar y reducir los niveles de colesterol en sangre.
- Reduce los sentimientos de ansiedad y depresión, y aumenta la auto-estima.
- Mejora la forma física.
- Facilita la adquisición de otros hábitos saludables.

**Salud física en la edad adulta joven**

En los adultos, la práctica regular de actividades físicas contribuye a prevenir y a reducir el impacto personal, familiar y social de las siguientes enfermedades crónicas no transmisibles:

- Las enfermedades cardiovasculares.
- La hipertensión.
- La osteoporosis.
- La diabetes.
- Algunos cánceres, como el cáncer de colon y el cáncer de mama.

**Salud física en la edad adulta mayor**

En la población mayor, a los efectos anteriores hay que sumar otros específicos y especialmente relevantes como:

- La prevención de lesiones y caídas.
- El mantenimiento de la autonomía y la independencia.

**Salud mental**

En todas las edades:

- Hay una relación directa entre duración del ejercicio y calidad de sueño (exceptuando los casos de ejercicio excesivamente intenso o prolongado).
- Reduce la ansiedad y la depresión.
- Aumenta la autoestima, especialmente en los discapacitados.

**Salud social**

En todas las edades:

- Facilita las relaciones sociales y la integración social.
- Mejora de las relaciones intergeneracionales.

**Economía**

El mantenimiento de una buena forma física, derivada de una actividad física regular, proporciona a cualquier comunidad beneficios económicos en base a:

- La reducción de los costos de atención sanitaria.
- La disminución del absentismo laboral.
- El aumento de la producción.

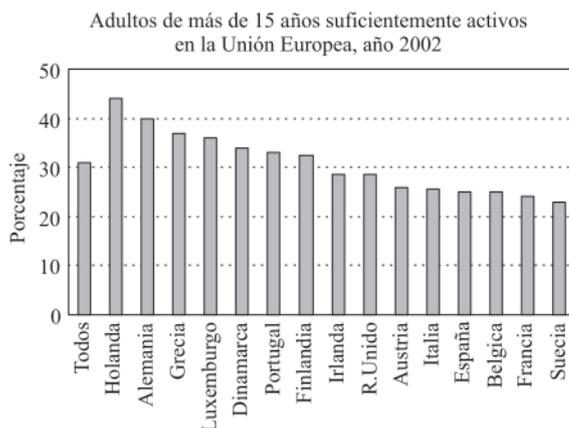
**TABLA 3.**  
Resumen de los beneficios derivados de la actividad física regular

de centros deportivos es ahora mayor que nunca. Con todo, la realidad es que la mayor parte de la población sigue siendo fundamentalmente sedentaria. La Figura 1 muestra el porcentaje de adultos de más de 15 años clasificados como suficientemente activos en la Unión Europea, en el año 2002<sup>36</sup>.

## **BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LOS DIABÉTICOS**

La evidencia de los beneficios del ejercicio físico regular en el tratamiento de la diabetes se remonta a los primeros años del siglo XX. Y los datos epidemiológicos sobre los efectos del ejercicio

**FIGURA 1.**  
Porcentaje de adultos de más de 15 años de edad clasificados como suficientemente activos en la Unión Europea, año 2002. Datos de Sjöström, et al., 2006



físico en la prevención de la diabetes tipo 2<sup>37-40</sup> indican que la actividad física es una herramienta poderosa para prevenir y retrasar la diabetes tipo 2 en la población de riesgo.

Los estudios randomizados se utilizan para evaluar la efectividad de intervenciones concretas en los indicadores de salud, y son herramientas extremadamente útiles, entre otras cosas, para evaluar el efecto de las intervenciones preventivas. La conclusión principal que puede extraerse de los resultados de estos estudios dirigidos a la prevención de la diabetes tipo 2<sup>41-44</sup> es que el estilo de vida juega un papel determinante. La actividad física moderada por sí misma, y en combinación con una dieta adecuada, resulta ser la intervención más efectiva para reducir la incidencia de diabetes en las personas de riesgo.

La adhesión al ejercicio físico es clave para la prevención de la diabetes, sobre todo para las personas que viven en entornos diabetogénicos. Y lo es más aún para el tratamiento de una diabetes ya establecida. Así, resulta imprescindible la promoción de la actividad física regular tanto en las sociedades de renta alta como en las de baja renta, donde los recursos de tratamiento están seriamente limitados. La prevención primaria pasa por llevar una dieta saludable, equilibrada en calorías y nutrientes, y realizar actividades físicas regulares. La prevención secundaria se asienta en:

- La detección temprana de la enfermedad.
- La instauración inmediata de un tratamiento en base a una dieta ajustada a las necesidades del paciente, actividad física regular diaria y tratamiento farmacológico por medio de antidiabéticos orales o insulina.
- El control de los niveles de glucosa plasmáticos, de los perfiles lipídicos y de la tensión arterial.

El objetivo es retardar la progresión de la enfermedad y disminuir de manera importante el riesgo de desarrollar complicaciones. Para ello, y también para prevenir la diabetes, es importante que la actividad física sea regular. Tras sólo dos días de inactividad disminuye en uso eficiente de la insulina, lo que puede ser el preludio de una resistencia a la insulina (incapacidad de los tejidos diana -músculo, hígado y tejido graso- para responder debidamente a las concentraciones normales de insulina presentes en la sangre), el mayor riesgo para el desarrollo de una diabetes, y de otros problemas asociados<sup>45</sup>. Así las cosas, las personas diabéticas necesitan hacer ejercicio físico de manera regular, como elemento de auto-cuidado general y como parte del tratamiento integral de la diabetes, ya que:

- El ejercicio regular ayuda a normalizar tanto la tolerancia a la glucosa como la sensibilidad de los tejidos a la insulina.
- Otras adaptaciones en el tejido muscular aumentan el depósito de glucógeno.
- El ejercicio físico puede mejorar el perfil de grasas en sangre y reducir la tensión arterial, con lo que se hacen menos probables las complicaciones cardiovasculares.
- En los pacientes insulino-dependientes, puede reducirse sustancialmente la necesidad de insulina o puede aliviarse el rigor de la dieta como consecuencia de la participación en programas de ejercicio regular con aumento del gasto calórico.

## REGULACIÓN DEL METABOLISMO DE LA GLUCOSA DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO

Para que el organismo pueda dar respuesta a las demandas energéticas del ejercicio, mayores cantidades de glucosa deben estar disponibles para su utilización en los músculos. La glucosa, depositada fundamentalmente en el hígado y en los propios músculos en forma de glucógeno, debe ser liberada, y para ello la glucogenolisis debe aumentar. Los niveles de glucosa plasmática pueden incrementarse también a través de la gluconeogénesis. Cuatro hormonas trabajan para aumentar la cantidad de glucosa circulante en plasma: el glucagón, la epinefrina, la nor-epinefrina y el cortisol. La insulina sigue siendo la hormona encargada de reducir los niveles plasmáticos de glucosa. En la Tabla 4 se presentan, a modo de resumen, los cambios hormonales más importantes que acontecen durante el ejercicio físico<sup>46</sup>.

A la vez que se asegura el aporte de glucosa al músculo, los niveles de glucemia deben mantenerse muy bien ajustados para conservar la función del sistema nervioso central.

En la persona no diabética, para aumentar de la producción hepática de glucosa durante el

comienzo del ejercicio, se reduce la concentración de insulina plasmática y aumenta la de glucagón. Avanzado el ejercicio, la glucemia se mantiene gracias al aumento de los niveles de glucagón y de catecolaminas. Pero estas adaptaciones funcionales se pierden en los pacientes diabéticos, sobre todo en los insulino- deficientes tipo 1. Un tratamiento insulínico incorrecto puede dar lugar a trastornos graves. Si la insulina administrada es insuficiente, esta falta de insulina, junto con la liberación durante el ejercicio de hormonas hiperglucemiantes, puede producir hiperglucemias severas y cetoacidosis diabética. Si, por el contrario, la administración exógena de insulina es excesiva, los altos niveles plasmáticos de insulina resultantes inducen una reducción de la glucosa circulante y una disminución de la movilización normal de la glucosa durante el ejercicio, provocando hipoglucemia. En los pacientes con diabetes tipo 2 bajo tratamiento con insulina o sulfonilureas pueden darse también estas circunstancias, aunque el riesgo de hipoglucemia es bastante menor. El ejercicio físico regular y continuado puede mejorar la sensibilidad a la insulina, facilitando la reducción de los niveles de glucosa plasmática hacia rangos normales<sup>45</sup>.

Hormona	Niveles plasmáticos en respuesta al ejercicio	Consideraciones	Significado
Catecolaminas	Elevación	En ejercicio intenso: >> aumento Tras entrenamiento: < aumento	Aumenta la glucemia
ACTH-Cortisol	Elevación	En ejercicio intenso: >> aumento Tras entrenamiento: < aumento	Aumenta la glucemia (por gluconeogénesis)
Glucagón	Elevación	Tras entrenamiento: < aumento	Aumenta la glucemia (por gluconeogénesis y glucogenolisis)
Insulina	Descenso	Tras entrenamiento: < disminución	Menor estímulo para utilizar la glucosa plasmática

**TABLA 4.** Cambios hormonales más importantes que acontecen durante el ejercicio físico. Adaptada de Willmore JH y Costill DL, 1994

La Bibliografía se encuentra en la segunda parte del artículo