

Acerca de la prescripción de ejercicio en el paciente diabético

Leonel Villa-Caballero,^{*,***} Alberto Frati-Munari,^{**} Héctor Ponce-Monter,^{***}
Sofía M. Hernández Rodríguez-de León,^{****} Ana Rosa Becerra-Pérez^{****}

Recepción versión modificada: 7 de junio de 2000

aceptación: 5 de septiembre de 2000

Resumen

En todo el mundo, existe una amplia evidencia epidemiológica sobre el incremento en la incidencia y prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2, principalmente en poblaciones occidentales, con cifras de proporciones que se han considerado epidémicas. La diabetes mellitus tiene como los eventos más importantes de su morbimortalidad a la enfermedad coronaria y la vascular cerebral, las cuales tienen un elevado impacto social y económico.

El tratamiento en esta enfermedad está orientado principalmente a obtener el control metabólico, disminuir la co-morbilidad, así como reducir la presencia de complicaciones agudas y crónicas que la caracterizan esta enfermedad. Esto se desea conseguir a través del control dietético, medicamentos hipoglucemiantes orales o insulina y la indicación de programas de actividad física.

El presente documento plantea algunas reflexiones en torno a la problemática de la prescripción de la actividad física en el grupo de diabéticos, así como una propuesta para facilitar su indicación y realización, debido a la relevancia que tiene como instrumento que coadyuva al control metabólico de estos pacientes.

Palabras clave: Diabetes mellitus, ejercicio, consumo Máximo de Oxígeno ($VO_{2MÁX}$)

Summary

There a broad epidemiologic evidence related with the increase of the incidence and prevalence of diabetes mellitus type 2 throughout the world, especially in Western populations, at rates considered epidemic. Cerebrovascular disease and myocardial infarction are two of the most important complications of this disease and they have very high social and economic consequences.

Treatment of this disease is directed good metabolic control, diminishing toward obtain co-morbidity, and reducing acute and chronic diabetic complications. Diet, hypoglycemic drugs or insulin, and programs of physical activity are used for this purpose.

This document presents some thoughts on the difficulties related with the prescription of physical exercise in the diabetic patient and a brief proposal to solve those problems in the clinical practice.

Key words: Diabetes mellitus, physical exercise, maximal oxygen consumption ($VO_{2MÁX}$)

*Medicina Interna, Hospital General, Centro Médico Nacional LaRaza IMSS

**Director de Control de Medicamentos, Dirección General de Insumos para la salud, SSA.

***Unidad de Investigación Médica en Farmacología, Centro Médico Nacional, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional SigloXXI, IMSS.

****Subdirección de Investigación en Medicina del Deporte, UNAM.

Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Leonel Villa Caballero, Unidad de Investigación Médica en Farmacología, Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional, IMSS

Beneficios del ejercicio en el paciente diabético

Existe amplia evidencia epidemiológica actual sobre el incremento en la incidencia y prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2 en todo el mundo, principalmente en poblaciones occidentales, con cifras de proporciones que se han considerado epidémicas.¹ En México, la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, mostró un incremento en la prevalencia de esta patología.² La diabetes mellitus tiene como los eventos más importantes de su morbimortalidad a la enfermedad coronaria y la vascular cerebral^{3,4} las cuales tienen un elevado impacto social y económico. El tratamiento en esta enfermedad está orientado principalmente a obtener el control metabólico, disminuir la comorbilidad, así como reducir la presencia de complicaciones agudas y crónicas que caracterizan esta enfermedad. Lo anterior se intenta conseguir a través del control dietético, medicamentos hipoglucemiantes orales o insulina y la indicación de programas de actividad física.⁵

Aunque la indicación del ejercicio como instrumento terapéutico en el paciente diabético es en general bien aceptada, la prescripción adecuada y precisa de la actividad física, así como las recomendaciones respecto al tipo de ejercicio, intensidad y duración de éste, son aspectos que en la práctica clínica diaria, resultan difíciles de precisar adecuadamente por el médico general y aun por el endocrinólogo o internista, no experto en las cien-

cias del deporte. Esto puede contribuir en algunas ocasiones a la falta de éxito de esta medida, provocando desinterés y abandono por parte del paciente.⁶

Los cambios favorables secundarios a la realización de ejercicio físico que se observan en los pacientes con diabetes, se deben a modificaciones en las áreas cardiopulmonar, osteoarticular, psicológica y metabólica, ya que provocan una mejoría en las cifras de tensión arterial y gasto cardiaco, tono muscular, elasticidad y flexibilidad del tejido conectivo de ligamentos y articulaciones, sensación de bienestar, calidad de vida y muy claramente en el control glucémico.⁷ (Cuadro I)

Los cambios en el perfil de la glucosa sanguínea se deben a un doble efecto, primero, por el aumento en la sensibilidad a la insulina de la célula muscular debido a mecanismos como el aumento en el número de transportadores GLUT-4 celulares y, por la disminución en la resistencia a la insulina por aumento en la captación de glucosa sanguínea y disminución de su síntesis hepática.^{8,9}

Además de estas modificaciones en el control de la glucosa sanguínea en el paciente diabético que realiza ejercicio, existe evidencia de reducción de algunos de los factores conocidos como de cardiovascular,¹⁰ en especial, el perfil de lípidos presenta disminución en la cifras totales de colesterol y triglicéridos con elevación en las concentraciones de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y reducción de las de muy baja y baja densidad (VLDL y LDL).⁶

Cuadro I. Beneficios del ejercicio en el paciente diabético

- Disminución en la concentración de glucosa en sangre
- Mejoría en la sensibilidad a la insulina plasmática
- Reducción del peso corporal
- Disminución de las concentraciones de colesterol total y LDI con aumento de las VLDL Y HDL
- Reducción de las cifras de tensión arterial
- Mejoría de actividad fibrinolítica
- Mejoría en actividad osteomioarticular
- Aumento en la sensación de bienestar y calidad de vida

Estos cambios dependen del tiempo de realización del ejercicio físico, entre otros factores, ya que cuando éste no es continuo, el efecto residual que se observa es muy breve, y a partir de las 48 horas posteriores de haber llevado a cabo una sesión de actividad física, se percibe disminución en los beneficios obtenidos. Respecto a los efectos a largo plazo, como la modificación en el metabolismo, en la composición corporal con reducción de la masa grasa, la mejora funcional de diversos aparatos y sistemas, se presentan después de varias semanas de entrenamientos.

Weinstock y cols, estudiaron durante 48 semanas a una población de sujetos obesos no diabéticos divididos en tres grupos y los sometieron a: 1) dieta, 2) dieta y ejercicio aeróbico y 3) dieta y ejercicio anaerobio (fuerza). Los resultados mostraron reducción ponderal media de 13.8 kg para los tres grupos en la semana 16 y disminución en los niveles de insulina de 61.8% con respecto a sus cifras basales previas.¹¹ No se encontraron diferencias en el índice de masa corporal o los niveles de tolerancia a la glucosa entre los tres grupos ni un efecto positivo adicional por el ejercicio, debido a que realizaron tres sesiones de ejercicio por semana en lugar de las cinco o seis semanas que serían deseables para observar tales efectos.

Holloszy y cols,¹² encontraron en sujetos con intolerancia a la glucosa o diabetes tipo 2, mejoría en la tolerancia a la glucosa con disminución de la insulina plasmática después de 12 meses de entrenamiento vigoroso llevado a cabo 3 a 4 veces por semana. Según el estudio de Young y cols,¹³ los efectos "residuales" después de una sesión de ejercicio pueden observarse hasta 40 horas después de haberlo realizado, por lo que es más deseable el efecto acumulativo debido a la suma de cargas secuenciales de actividad física adecuadamente dosificada, en lugar de una sola, aunque esta sea de mayor intensidad.

Existe una serie de cambios morfofuncionales particulares que explican los efectos metabólicos que suceden durante el ejercicio en el diabético, como la hipertrofia de fibras rojas musculares tipo I sensibles a insulina, el aumento en el número de capilares sanguíneos, así como el número y tamaño de mitocondrias, una producción mayor de enzimas oxidativas y disminución del tejido adipo-

so, que resulta de la realización de ejercicio continuo en días consecutivos.⁸

El incremento del flujo sanguíneo en los capilares que rodean a las fibras musculares, así como en la capacidad vasodilatadora de los vasos sanguíneos, son mecanismos que favorecen el aumento en la sensibilidad a la insulina. En un estudio donde a sujetos no diabéticos se les realizó clamp euglucémico-hiperinsulinémico para determinar la sensibilidad a la insulina y pletismografía de antebrazo para medir el flujo sanguíneo, y biopsia de músculo para caracterizar el tipo de fibras musculares involucradas, se mostró un incremento en el número de capilares y en el flujo sanguíneo, indicando una correlación significativa del porcentaje de fibras musculares tipo I (de contracción lenta) que son abundantes en transportadores de glucosa GLUT-4.¹³⁻¹⁵ Durante el proceso de envejecimiento, por otro lado, el músculo esquelético se modifica y por falta de aposición de proteínas se provoca una hipotrofia muscular progresiva que contribuye a una menor tolerancia a la glucosa y una mayor prevalencia de diabetes mellitus en este grupo de edad, que muestra característicamente una reducción significativa de la sensibilidad a la insulina.¹⁴

Ejercicio y disminución del riesgo cardiovascular

Uno de los principales efectos benéficos del ejercicio físico es la disminución del perfil metabólico de riesgo¹⁸ para enfermedad cardiovascular, que se caracteriza por un índice de masa corporal elevado, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia y aumento de algunos factores de la coagulación entre otros. El beneficio es proporcional a la duración e intensidad del ejercicio realizado, lo cual ha sido observado en diferentes estudios a largo plazo en poblaciones no diabéticas físicamente activas comparadas con sedentarias.¹⁷

En un estudio con un seguimiento de 14 años en pacientes no diabéticos mayores de 40 años, se demostró esta reducción del riesgo y mortalidad por cardiopatía isquémica así como disminución de mortalidad general en aquellos sujetos que habitualmente realizaban ejercicio de moderado a vigoroso.²⁰

En estudios de cohorte como el de Haapanen y cols, en una población de 1072 sujetos con edades comprendidas entre 35 y 63 años, a los que se les hizo un seguimiento por más de 10 años en donde se determinó el gasto energético a través de la medición de la actividad física semanal, se demostró que los sujetos sedentarios con un gasto calórico menor a las 800 kcl por semana, presentaron un riesgo relativo elevado de mortalidad general de 2.74 (IC de 95% 1-46-5.14) y de mortalidad cardiovascular de 3.58 (IC de 1.45-8.85), al compararse con sujetos más activos físicamente, que tenían un gasto calórico de por lo menos 2100 Kcal por mesana.²² En otro estudio en la población de adolescentes y jóvenes adultos²³ y mujeres de 40 a 70 años,²⁴ se demostró una reducción en el perfil de riesgo coronario por cambios favorables en las concentraciones de insulina y triglicéridos debido al ejercicio.

En el caso de poblaciones diabéticas tipo I las evidencias son similares, porque se observa una disminución de los factores de riesgo cardiovascular, como aumento en la sensibilidad a la insulina, disminución de LDL-colesterol, aumento de HDL principalmente en las fracciones 2 o 3; disminución de la tensión arterial sistólica y diastólica, así como de la relación cintura-cadera, peso y grasa corporal, después de un período de 12 semanas de ejercicio aeróbico, fundamentalmente.²⁵

Respecto a los aspectos preventivos del ejercicio en la diabetes tipo 2, existen estudios como el de Lynch y cols, con una muestra de 857 sujetos, donde demostró que aquellos pacientes que realizaron una actividad física mayor a 5.5 METS por más de 40 minutos a la semana, tuvieron un riesgo reducido de desarrollo de diabetes con un OR (razón de momios) de 0.44 (IC 0.22-0.88). Un subgrupo de este estudio de pacientes obesos e hipertensos con historia familiar positiva para diabetes de alto riesgo, que realizaron más de 40 minutos de actividad física por semana, disminuyeron el riesgo de la enfermedad en 64%, al compararse con un grupo testigo no diabético.²⁶

La protección cardiovascular en estos pacientes se debe a que el entrenamiento provoca disminución del consumo de oxígeno (VO_2) miocárdico, de la resistencia vascular periférico y de la respuesta adrenérgica al estrés. La mejoría en la capacidad cardiorrespiratoria se produce por el aumento

del trabajo que realizan estos aparatos y sistemas para satisfacer las demandas de oxígeno y nutrientes de los grupos musculares activos y se determina a través de la medición del VO_2 MÁX (consumo de oxígeno) que es el indicador más fidedigno de la capacidad física.¹⁹

Es adecuado establecer las diferencias entre la actividad física y el ejercicio físico. La primera se define como los movimientos corporales que se llevan a cabo para realizar las tareas cotidianas; la segunda se caracteriza por la realización de movimientos corporales de manera estructurada, planificada y continua que busca mantener o mejorar uno o más componentes de la capacidad física.²¹

Evaluación previa a la realización del ejercicio

Las indicaciones para realizar ejercicio, representan uno de los aspectos más importantes en las recomendaciones terapéuticas hacia el paciente diabético que iniciará un programa de acondicionamiento físico. Se sugiere de manera inicial una evaluación completa a fin de diagnosticar e identificar complicaciones micro y macrovasculares, que en el momento de ejercitarse físicamente pudieran empeorar el estado de salud del paciente.²⁷ Conviene valorar también la composición corporal (porcentajes de grasa y músculo), el estado nutricional y el grado de capacidad física (resistencia, fuerza, velocidad de reacción, movilidad y coordinación entre otras), con el fin de tener el parámetro inicial para implementar su programa personalizado de trabajo. Una exploración psicológica puede ser útil para determinar algunos aspectos de la personalidad y reforzar aquellos que pudieran provocar el abandono del ejercicio. Con estos datos, se podrá prescribir el plan de trabajo acorde con las características personales de cada paciente y deberá ser supervisado por lo menos inicialmente, hasta que la paciente haya mecanizado su estructura y adquirido el hábito.

La Asociación Americana de Diabetes y el Colegio Americano de Medicina del Deporte han establecido la necesidad de una evaluación previa en estos pacientes, y la evaluación clínica completa del paciente descartando complicaciones crónicas de mayor frecuencia que pudieran tener efectos deletéreos en la condición general de los diabé-

ticos al realizar ejercicio físico o que pudiesen empeorar con él.^{27,28} Es adecuado investigar signos y síntomas relevantes que indiquen y enfermedad vascular periférica como claudicación intermitente, hipotermia local, disminución de pulsos, atrofia de tejido celular subcutáneo y pérdida de vello local, entre otros. La neuropatía diabética periférica y autonómica tendrán que investigarse a través de la exploración de reflejos tendinosos profundos y de la sensibilidad táctil, vibratorio y de posición, ya que indican pérdida de la sensación de protección en el pie que puede llevar a las lesiones osteotendinosas y ulceraciones en estos pacientes. La neuropatía autonómica habrá de buscarse a través de pruebas que nos indiquen denervación cardíaca como la taquicardia en reposo (más de 100 latidos por minuto), la presencia de hipotensión ortostática (disminución de la Tensión Arterial mayor a 20 mmhg en posición supina), hipertensión o y otras manifestaciones de alteración autonómica en intestinos, pupilas y piel.²⁹ De igual manera evaluar la presencia o ausencia de hemorragia vítrea o retinopatía proliferativa a fin de evitar el desprendimiento de retina. En relación a la nefropatía debe evitarse el ejercicio físico que implique una intensidad mayor a 60% de su $VO_{2\text{ MÁX}}$, cuando la albuminuria sea mayor a 200 mg/min.^{28,29}

Cuando sea posible, se recomiendan las pruebas que evalúan el sistema cardiorespiratorio a través del electrocardiograma en reposo, prueba de esfuerzo con determinación de VO_2 y el tiempo de recuperación, umbral anaeróbico y espirometría con determinación de la fracción espirada en un segundo (FEV1), principalmente en pacientes que se consideran de riesgo mayor (cuadro II), a fin de

selecccionar la intensidad y tipo de ejercicio de acuerdo a la frecuencia cardíaca y/o el $VO_{X\text{ MÁX}}$.²⁹

La realización del ejercicio

En la prescripción del ejercicio en los pacientes con diabetes se debe considerar el tipo, dosis, frecuencia y tiempo de duración. El tipo de ejercicio recomendado en estos pacientes es el aeróbico, donde se involucren grandes grupos musculares como caminata, remo, bicicleta fija, natación, aerobicos de bajo impacto y baile. Se sugiere evitar los ejercicios que generen tensión muscular constante, es decir los considerados isométricos, principalmente con grandes pesos, porque elevan la tensión arterial a niveles potencialmente peligrosos, además de que también elevan la presión intratorácica situación de gran cuidado, particularmente quienes además presentan problemas cardíacos. De igual manera hay que evitar deportes de combate (lucha, tae-kwon-do, etc.) o de alto impacto (saltos y aeróbicos entre otros), por el riesgo elevado de lesiones músculo esqueléticas y desprendimiento de retina.³⁰

En la intensidad del ejercicio idealmente se considera la determinación del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{ MÁX}}$), la frecuencia cardíaca máxima alcanzada, la reducción funcional aeróbica y las respuestas presora y cronotrópica, a través de una prueba de esfuerzo. Como no siempre se cuentan con los medios, ni las condiciones para realizar estas pruebas, se acepta utilizar de manera práctica la medición de la frecuencia cardíaca, la cual está altamente correlacionada con el $VO_{2\text{ MÁX}}$.

Cuadro II. Condiciones que incrementan el riesgo de evento coronario agudo

- Edad mayor a 35 años
- Diabetes tipo 2 >10 años de evolución
- Diabetes tipo 1 >15 años de evolución
- Evidencia de cualquier factor de riesgo adicional para coronariopatía
- Presencia de afección microvascular (retinopatía, neuropatía y nefropatía con microalbuminuria)
- Enfermedad vascular periférico
- Neuropatía autonómica

Cuadro III. Intensidad del ejercicio y su relación con el consumo máximo de oxígeno

Intensidad del ejercicio	Frecuencia Cardíaca Máxima(%)*	(% VO _{2MÁX})
Muy ligera	<35	<20
Ligera	35-54	20-39
Moderada	55-69	40-59
Fuerte	70-89	60-84
Muy Fuerte	>90	>85
Máxima	100	100

Modificado de Haskell y Pollock³⁷

**FCM Porcentaje que se obtiene del total de fórmula 220- edad (ver fórmula)*

Así se puede enseñar al paciente a monitorizar su entrenamiento basándose en la toma del pulso radial, que además le ayudará a observar las modificaciones que se presentarán a través del tiempo. Como la respuesta cardiorrespiratoria requiere cuando menos tres minutos para alcanzar un estado estable relativo, el paciente puede medir la frecuencia cardíaca después realizar el ejercicio por este lapso.

Debido a que estos pacientes son sedentarios generalmente, se deberá comenzar con una etapa de inducción al ejercicio, a través de cargas de trabajo ligeras, aproximadamente de 50 a 60% de su VO_{2MÁX}. En poblaciones de diabéticos se ha observado que los mayores beneficios tienen lugar cuando se realiza el ejercicio entre 50 y 70% del VO_{2MÁX}.³¹

Así por ejemplo, para una persona de 40 años, que tenga frecuencia cardíaca en reposo (FCR) de 70 latidos por minuto, a la cual se le desea indicar una intensidad de trabajo físico entre 50 y 60% de VO_{2MÁX} será, según la fórmula:

Frecuencia cardíaca máxima teórica (FCM) = 220 - edad (años)
para un sujeto de 40 años: 220 - 40 = 180

Frecuencia cardíaca de reserva (FCR) = (FCMáxima)-(PC Reposo)
:180 -70 =110

De esta forma, para iniciar en este paciente su sesión de ejercicio a una intensidad de 50% del VO_{2MÁX} tomando en consideración su FCR :

$$110 (\text{FCR}) \times 0.50(\%) = 55$$

al sumar este valor a la frecuencia cardíaca de reposo se obtiene

$$55 + 70 = 125$$

que nos indica que 125 pulsaciones por minuto es la frecuencia cardíaca que nos indica que está realizando una carga de ejercicio al 50% de su VO_{2MÁX}.^{32,33}

Por lo general de la tercera a la quinta semana el progreso es lento, y se hacen más evidentes los cambios físicos y fisiológicos a partir de la sexta semana de ejercicio físico continuo. Inicialmente se deberá aumentar la duración y después la intensidad del esfuerzo físico. Hasta después de la 17 hasta la 24 se alcanza un estado o condición de "buena preparación física" que en forma ideal, habría que mantener por el resto de la vida.

Respecto a la frecuencia del ejercicio, esta deberá ser de tres cinco sesiones por semana. Se sugiere además que esta actividad física se realice en días alternos, tomando en consideración los procesos de desentrenamiento.

En cuanto a la duración, inicialmente pueden realizarse dos sesiones de actividad aeróbica al

día, de 10 minutos cada una; después, una sesión continua de 20 minutos y aumentar cinco minutos cada cuatro semanas hasta llegar a mantener entre 30 y 60 minutos continuos de ejercicio aeróbico. Cuando se trabaja por 30 minutos o más por sesión, se promueve además la fuerza muscular, el funcionamiento del sistema cardiovascular, la lipólisis en el tejido adiposo y la capacidad del músculo esquelético para oxidar las grasas a fin de obtener energía.^{32,33}

Por lo anteriormente expuesto, se recomienda que estos pacientes realicen de manera la actividad física de manera ordenada y siguiendo una metodología específica y con una prescripción personalizada. El ejercicio ocasional como lo es por ejemplo el de "fin de semana", salvo por los aspectos recreacionales y de socialización, no repercute sustancialmente en estos pacientes y por el contrario puede ser de alto riesgo, porque el esfuerzo súbito y aislado favorece la posibilidad de descontrol metabólico agudo, cuadros de isquemia miocárdica, muerte súbita y mayor peligro de lesiones musculoesqueléticas como esguinces, luxaciones y fracturas entre otras.¹⁶

Consideraciones Especiales

Con el fin de evitar los potenciales efectos adversos mencionados con anterioridad, además de seguir las indicaciones médicas y de entrena-

miento, es recomendable realizar al inicio de cada sesión un período cuando menos de 10 minutos de calentamiento, con movimientos de flexibilidad y estiramiento de todas las partes del cuerpo para aumentar gradualmente la temperatura corporal, facilitando la actividad enzimática de los sistemas involucrados en el ejercicio, que aunado al aumento de la distribución de nutrientes y oxígeno, acelera el metabolismo y la actividad cardíaca hasta llegar a la frecuencia cardíaca de entrenamiento. Al final de cada sesión también se sugiere también de un período de enfriamiento por el mismo tiempo, para disminuir gradualmente las condiciones.³⁴

Es preferible esperar de una a dos horas después de la comida para hacer el ejercicio. Los pacientes con terapia insulínica no deben hacer ejercicio cuando la concentración sea la más alta, y de preferencia aplicada en tejido subcutáneo superior a los músculos que no se pretenda ejercitar. Es deseable que realicen el ejercicio aquellos pacientes que tengan buen control metabólico y es siempre recomendable tener disponible carbohidratos de fácil digestión para administrados a aquellos pacientes que presenten hipoglucemia.^{34,35}

En general, los diabéticos deberán evitar el ejercicio en condiciones extremas de calor y frío. Para que la temperatura corporal se disipe por la evaporación del sudor, los pacientes deben usar ropas claras de preferencia de algodón, ya que un ambiente húmedo y caliente limita esta función, y debe preferirse la hora más confortable del día. De

Cuadro IV. Recomendaciones para el paciente diabético que realiza ejercicio

- Verificar mediante la glucemia en ayunas el control metabólico, en forma regular
- Evitar realizar el ejercicio en ambientes extremos
- Utilizar ropa de algodón y proteger los pies con calcetas
- Utilizar tenis adecuados a la actividad física y evitar calzado ajustado
- Consumir líquidos abundantes antes, durante y después de cada sesión
- Realizar en cada sesión el período de calentamiento y enfriamiento osteomuscular.
- No realizar el ejercicio ante la presencia de enfermedades concomitantes (infecciones, descontrol metabólico, deshidratación etc.)
- Evitar esfuerzos súbitos o comportamiento peligroso durante las sesiones.
- Revisar periódicamente presencia de heridas o ulceraciones principalmente en pies.

igual manera se debe beber agua antes, durante y después del ejercicio para prevenir deshidratación. Así se deberá disminuir la duración o la intensidad del trabajo durante los períodos de altas temperaturas. Los tenis deberán tener talonera que absorba el impacto de la caminata o el trote, y el arco en la planta debe ser firme pero no rígido para evitar la pronación excesiva. Usar calcetines de algodón y cuidar que estén bien ajustados para evitar ampollas y rozaduras, además de que es fundamental que el paciente revise sus pies después de cada sesión de actividad física.

Así, a través de una correcta prescripción y realización del ejercicio se podrá mejorar las condiciones generales de estos pacientes y contribuir al mejor control metabólico. Consecuentemente se podrá disminuir las posibilidades de complicaciones de larga evolución que tienen un elevado costo social y económico que, para sociedades como la nuestra y las de otros países " representa una prioridad en la salud nacional.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado dentro del proyecto de investigación Núm. 264100-5-29188M con apoyo económico del CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)

Referencias

1. **O'Rahilly S.** Non insulin dependent diabetes mellitus-the gathering storm. *BMJ* 1997;314:955-9.
2. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, SSA, 1993.
3. **Haffner SM, Lehto S, Rönnemä.** Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in non diabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1998;339:229-234.
4. **Sawicki PT, Berger M.** Pharmacological treatment of diabetic patients with cardiovascular complications. *J Intern Med* 1998;243:181-189.
5. **UK Prospective Diabetes Study.** Intensive blood glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998;352:837-853.
6. **Bell SH.** Exercise for patients with diabetes. Benefits, risks, precautions. *Post Med* 1992;92: 183-196.
7. **Manson JE, Spelsberg A.** Reduction of coronary heart disease and diabetes. Health professional's guide to diabetes and exercise. American Diabetes Association 1995:Ch 4;51-58.
8. **Waliberg-Henriksson N, Gunnarson R.** Increased peripheral insulin sensitivity and muscle mitochondrial enzymes but unchanged blood glucose control in type 1 diabetes after physical training. *Diabetes* 1982;31:1044-50.
9. **Björntorp PA.** Efficacy of training in obese diabetic patients. *Diabetes Care* 1992;15(54):1786.
10. **Yudkin JS.** Coronary heart disease in diabetes mellitus. Three new risk factors a unifying hypothesis. *J Intern Med* 1995;238:21-30.
11. **Weinstock RS, Huiliang D, Wadden TA.** Diet and exercise in the treatment of obesity. *Arch Intern Med* 1998;158:2477-2483.
12. **Holloszy JO, Shultz J, Kusnierkierwic J.** Effects of exercise on glucose tolerance and insulin sensitivity. *Acta Med Scand* 1986;Suppl 711:55-65.
13. **Young JC, Enslin J, Bernice K.** Exercise intensity and glucose tolerance in trained and nontrained subjects. *J Appl Physiol* 1989;67:39-43.
14. **Utrianen T, Holmäng A, Björntorp P.** Physical fitness, muscle morphology and insulin-stimulated limb blood flow in normal subjects. *Ann J Physiol* 1996;270:E905-E911
15. **Evans WJ.** Exercise, nutrition and ageing. *J Nutr* 1992;122:796-801.
16. **Menir R, Antonini MT.** Bases physiologiques du réentrainement en pneumologie et en cardiologie, *Med Sport* 1995;69:16-24.
17. **Thune I, Njøistal I, Lochen ML.** Physical activity improves the metabolic risk profiles in men and women. The Tromso Study. *Arch Intern Med* 1998;158:1633-1640.
18. **Lindahl B, Nilsson Asplund K.** Intense non pharmacological intervention in subjects with multiple cardiovascular risk factors: decreased fasting insulin levels but only a minor effect on plasma plasminogen activator inhibitor activity. *Metabolism* 1998;47:384-390.
19. **Cooksey JD, Reilly P, Brown S.** Exercise training and plasma catecholamines in patients with ischemic heart disease. *Am J Cardiol* 1978;42:372-76.
20. **Wannamethee SG, Shaper AG, Walker N.** Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. *Lancet* 1998;351:1603-1608.
21. NIH Consensus Development Panel on physical activity and cardiovascular health: Physical activity and cardiovascular health. *JAMA* 1996;276:241-246.
22. **Haapanen N, Millunpalo S, Vuori I.** Characteristics of leisure time physical activity associated with decreased risk of premature premature all cause cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *Am J Epidemiol* 1996;143:870-880.
23. **Raitakari OT, Porkka KVK, Talmela S.** Effects of persistent physical activity and inactivity on coronary risk factors in children and young adults. The cardiovascular risk in young Finns study. *Am J Epidemiol* 1994;141:195-203.
24. **Pols MA, Peeters PHM, Twisk JWR.** Physical activity and cardiovascular disease risk profile in women. *Am J Epidemiol* 1997;146:322-328.
25. **Lehmann R, Kaplan V, Bissinger R.** Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. *Diabetes Care*; 20:1603-1611.

26. **Lynch J, Helmich SP, Lakka TA.** Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non insulin dependent diabetes mellitus in middle aged men Arch Intern Med 1996;156:1307-1314.
27. **American Diabetes Association.** Diabetes mellitus and exercise (position statement). Diabetes Care 1990;13:804-805.
28. American College of Sports Medicine and American Diabetes Association: Diabetes mellitus and exercise. Joint position statement. Med Sci Sport Exerc 1997;29:1-VI.
29. **Gordon NF.** The exercise prescription. The health professional's guide to diabetes and exercise . American Diabetes Association 1995;Ch. 6. p. 71-82
30. **Ekoé JM.** Overview of diabetes mellitus and exercise. Med Sci Sports Exerc 1989;21:353-355.
31. American College of Sports Medicine: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults (position statement). Med Sci Sports Exerc 1994;22:265-74.
32. **Ballesteros JM.** Principios generales del entrenamiento físico. En: Chicharro López J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. México: Editorial Panamericana; 1995;Cap. 24. p. 241-264.
33. **Martínez Caro D.** Prescripción del ejercicio Físico. En: Du Bays de Lunc, editores. Monografías Clínicas en cardiología. Dogma Ediciones; 1990. Cap. 8. p. 121-125.
34. Clinical practice recommendations 1999. American Diabetes Association. Diabetes Care 1999;32(51):49-55.
35. **Barnard JR, Jung T, Inkeles SB.** Diet and exercise in the treatment of NIDDM. Diabetes Care 1994;17:1469-1472.
36. **Strano Paul R, Phanumas D.** Analysis of the American Diabetes Association's clinical practice recommendation Geriatrics 2000;55:57-62.
37. Physical Activity and Health: a report of the Surgeon General. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Washington, D.C. USA: U.S. Government Printing Office; 1996.

