

Seminarios de diabetes

Evaluación médico-deportiva antes del inicio del ejercicio

Medical and physical condition evaluation before beginning of exercise

I. Ballester Esteve

Universidad Católica de Valencia «San Vicente Mártir». Valencia

Resumen

La práctica de ejercicio físico es importante para gozar de una buena salud. Sin embargo, no todas las actividades físicas y deportes son adecuados para los pacientes con diabetes. Las actividades con cargas de fuerza máxima que provocan la activación de la glucólisis, no se aconsejan en los pacientes con diabetes por inducir hiperglucemia y aumento de la presión arterial. Por el contrario, las actividades de larga duración pueden causar hipoglucemias si no se toman precauciones, como la ingestión de alimentos antes y durante el ejercicio. También debe tenerse en cuenta el tipo de actividad física y su duración. Además, es importante valorar el nivel de glucemia del paciente antes del ejercicio, dado que este factor es determinante para evaluar el esfuerzo y la carga soportable por aquél. En conclusión, se aconsejan ejercicios aeróbicos de larga duración (>1 hora) y ejercicios de fuerza-resistencia con cargas menores o iguales al 60% sobre una repetición máxima.

Palabras clave: diabetes mellitus, actividad física, glucosa sanguínea, resistencia aeróbica, fuerza-resistencia.

Abstract

Physical exercise is important for maintaining a good health status. However, not all the physical activities and sports are appropriate for people with diabetes. Activities requiring bursts of maximum effort that result in the activation of the glycolytic system are not recommended for type 1 diabetic patients because they induce hyperglycemia and increase blood pressure. On the other hand, prolonged activity can cause hypoglycemia if no preventive measures, such as food ingestion, are taken just before and during exercise. The type of exercise and its duration should also be taken into account. The capillary blood glucose level should be tested prior to exercise in type 1 diabetic patients because this factor is determinant to ascertain the effort and load they can withstand. In conclusion, a long session (>1 hour) of aerobic exercise and strength and resistance exercise with loads less than or equal to 60% and an established maximal repetition are recommended.

Key words: diabetes mellitus, physical exercise, blood glucose, aerobic endurance, resistance strength.

Introducción

La práctica de actividades físicas se considera, junto con la alimentación y la higiene personal, uno de los pilares fundamentales para tener y mantener una vida saludable. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se consideran actividades saludables aquellas que movilizan un 60% de la masa muscular del individuo y sitúan el ritmo cardíaco en torno a 130-160 latidos por minuto (lpm) durante más de 60 minutos. Este tipo de actividades son las más adecuadas para aumentar el gasto calórico y para mejorar la condición del sistema cardiorrespiratorio¹.

Las personas con diabetes mellitus (DM) deben realizar preferentemente este tipo de ejercicios y hacer siempre una valoración de la glucemia capilar antes de su ejecución. En las personas no diabéticas no se recomienda la ingestión de alimentos antes de realizar actividades físicas prolongadas (de más de dos horas), dado que la liberación de insulina tras la comida y el consumo facilitado de glucosa por el músculo en actividad podrían inducir una reducción en el rendimiento del deportista junto con una disminución de los niveles de glucemia plasmática. En cambio, en los pacientes con DM, se re-

Fecha de recepción: 17 de enero de 2007
Fecha de aceptación: 25 de enero de 2007

Correspondencia:

Ignacio Ballester. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Sagrado Corazón, 5. 46110 Godella (Valencia). Correo electrónico: ignacio.ballester@ucv.es

Lista de acrónimos citados en el texto:

DM: diabetes mellitus; FC: frecuencia cardíaca; FM: fuerza máxima; FR: fuerza-resistencia; GC: gasto cardíaco; lpm: latidos por minuto; PA: presión arterial; RA: resistencia aeróbica; RM: repetición máxima; VO₂máx: volumen de oxígeno máximo; VS: volumen sistólico.

comienda ingerir suficientes hidratos de carbono en los ejercicios de larga duración (de más de una hora) justo antes de iniciarse la actividad física, para compensar el consumo de los depósitos de glucosa y evitar así la hipoglucemia (tabla 1).

En cuanto a los métodos de entrenamiento para mejorar la fuerza de los pacientes con DM, se aconseja el trabajo de la fuerza-resistencia (FR), ya que no produce aumento de la presión arterial (PA). Por el contrario, los trabajos de fuerza máxima (FM), cuyo esfuerzo suponga superar cargas extremas (p. ej., una repetición máxima [RM]), no se consideran apropiados al no tener una incidencia directa sobre el músculo o los grupos musculares implicados en el esfuerzo, sino más bien sobre factores nerviosos musculares, por lo que conllevan un aumento de la PA.

Factores implicados en la resistencia aeróbica y gasto energético

Se admite que la mejora de la resistencia aeróbica resulta beneficiosa para el sistema cardiorrespiratorio. Los ejercicios de resistencia aeróbica tienen una duración de 15-60 minutos y se ejecutan con una frecuencia cardíaca entre 120-160 lpm. Cuando se realiza actividad física, los músculos ejercitados necesitan una mayor cantidad de sustratos energéticos y de oxígeno². La práctica regular de ejercicio físico se va a traducir en una mejora de los sistemas cardiovascular y respiratorio. Las modificaciones más importantes que se pueden conseguir son la mejora del gasto cardíaco (GC) –resultado del producto

de la frecuencia cardíaca (FC) y el volumen sistólico (VS)– y la reducción de la FC y la PA. El VS aumenta con la actividad física, pasando de valores que oscilan entre 70 y 80 mL hasta valores superiores a 200 mL. Con el entrenamiento de la resistencia aeróbica (RA) se produce un aumento del VS por la adaptación del músculo cardíaco. Al aumentar el VS se reduce la FC en reposo, lo que se considera un parámetro de buena salud cardiovascular³. También la FC sufre cambios durante la actividad física; así, aumenta, pasando de unos 70 lpm en reposo a valores superiores a 170 lpm durante el ejercicio. Entre los factores que más influyen en la FC se relacionan la edad, el nivel de preparación física, el sexo, la duración y la intensidad del esfuerzo, y otros, como las características de la actividad o el grado de hidratación del individuo. En general, se considera que una práctica de actividad física moderada, cuya duración oscile entre los 20 y los 60 minutos y con frecuencias cardíacas que se sitúen entre los 120 y los 170 lpm, será la que produzca mayores beneficios en el sistema cardiovascular y respiratorio de quien la realice. Las personas con DM deben seguir estas indicaciones para iniciarse progresivamente en la mejora de la resistencia aeróbica.

En cuanto a los métodos de trabajo, destacan aquellos que movilizan más del 60% de la masa muscular total de forma cíclica y continua. Por ello, los tres métodos más adecuados son el «continuo extensivo», el «continuo intensivo» y el «continuo variable», los cuales oscilan entre los 30 minutos y las dos horas de ejercicio a unas intensidades que se sitúan entorno al 60% del volumen de oxígeno máximo (VO₂máx).

Tabla 1. Recomendaciones de ingestión de hidratos de carbono y tipo de actividad a realizar en función de la glucemia previa al inicio de ejercicio aeróbico en pacientes con DM

Índice glucémico sanguíneo	Tipo de actividad	Cantidad de hidratos de carbono que se precisan	Viabilidad de la práctica de ejercicio
<80 mg/dL	Suave	10-15 g/h	Sí
	Moderada	Riesgo de hipoglucemia	No
80-120 mg/dL	Suave	10-15 g/h	Sí
	Moderada	25-50 g/h	Sí
120-200 mg/dL	Suave	No necesario	Sí
	Moderada	10-15 g/h	Sí
200-250 mg/dL	Suave	No necesario	Sí
	Moderada	No necesario	Sí
250-300 mg/dL	Suave	No necesario	Sí
	Moderada	Riesgo de cetosis	No

Otro tipo de resistencia, en la cual no se precisa oxígeno para obtener energía, se denomina resistencia anaeróbica. La glucólisis produce ácido pirúvico que, en ausencia de oxígeno, se convierte en ácido láctico, un residuo que aumenta la acidez muscular y determina la aparición de la fatiga. Este sistema es el empleado para esfuerzos de poca duración e intensidad considerable. Sin embargo, debido a las características de este tipo de esfuerzos, no se consideran los más adecuados para ser realizados por sujetos con DM.

Evaluación médico-deportiva de la resistencia

Previamente a la práctica de actividades físicas será necesario realizar un estudio individualizado para determinar los factores que puedan limitar el ejercicio. En el caso de la realización de un trabajo de resistencia aeróbica, el médico debe valorar la capacidad física del paciente con DM para poder ejecutar un programa de ejercicios saludables. Uno de los test que se aconseja realizar a todos los pacientes con DM antes de iniciar un trabajo de resistencia es una prueba de esfuerzo, que nos permitirá conocer sus valores relativos de FC. En este tipo de prueba se aumenta progresivamente la intensidad del esfuerzo hasta que el paciente muestra signos de fatiga y alcanza el valor máximo de su FC. La valoración se realiza en un tapiz rodante o sobre un cicloergómetro. Se efectuará también una espirometría, que nos indicará el VO_2 máximo cuantificado en mL/kg/min (si se multiplica el resultado por el peso del sujeto, el valor se representa en litros). Este test se puede realizar de forma indirecta como «test de campo», siendo el protocolo más común el descrito por Cooper. El test consiste en cubrir la mayor distancia posible corriendo durante un tiempo prefijado de 12 minutos, transcurridos los cuales se efectúa una medición de los metros recorridos, se les resta un valor estándar de 504, y a continuación se divide entre 45 (VO_2 máximo = distancia [m] - 504 / 45). El test de Cooper tiene una contraindicación importante, y es que no se conoce el estado de salud del paciente antes de la prueba.

Otro método para determinar la resistencia del paciente es la observación de los niveles de ácido láctico (en mmol/L). Se lleva a cabo en un tapiz rodante, y consiste en aumentar la velocidad del sujeto hasta su máxima capacidad, obteniéndose entonces una muestra de sangre –preferiblemente del lóbulo de la oreja– y valorándose a continuación la cantidad de ácido láctico. Este parámetro

nos indica cuándo el esfuerzo no va a mejorar la condición cardiovascular, pues si la intensidad del ejercicio excede el umbral normal de lactato, la fatiga por acidez inhibirá la contracción muscular impidiendo realizar ejercicio a esa intensidad.

Desarrollo de la fuerza muscular

Además de los trabajos de resistencia aeróbica que producen beneficios en el sistema cardiorrespiratorio, los trabajos de fuerza muscular también se consideran adecuados cuando su objetivo es mejorar la capacidad para generar intensidad muscular y no lesionar al sujeto. Una falta de fuerza muscular genera atrofas⁴. Este hecho es la causa de muchas de las lesiones musculares, tendinosas y osteoarticulares que se producen en el organismo. Por tanto, otro objetivo que se deben fijar los pacientes con DM será la mejora de la fuerza del sistema musculoesquelético.

La diabetes puede asociarse a otras enfermedades, como la hipertensión y la hipercolesterolemia. Si se realiza un programa de trabajo aeróbico junto con un trabajo que mejore la fuerza muscular, puede producirse una reducción de la PA sistólica, una disminución del colesterol y los triglicéridos y una mejora del transporte de oxígeno y nutrientes a los diferentes sistemas y células del organismo, al tiempo que aumentarán la fuerza y la resistencia musculares a los esfuerzos. No todos los trabajos de fuerza se consideran apropiados para el sujeto con DM, pues los esfuerzos que aumentan la PA no son adecuados para personas que puedan tener (o tengan) hipertensión arterial.

La fuerza que genera el músculo cuando se enfrenta a una carga se denomina «tensión muscular». En la bibliografía revisada se habla en muchos casos de contracción muscular, pero en los esfuerzos donde no existe movilidad del músculo y en cambio sí se genera fuerza, el término correcto es el de tensión muscular, ya que este concepto implica la producción de fuerza aunque no exista movimiento, hecho que tiene lugar en las cargas isométricas. Entre los trabajos de fuerza destacamos tres tipos: «fuerza máxima», «fuerza explosiva» y «fuerza-resistencia»⁵. Estos términos son los más utilizados cuando nos referimos a la exigencia de la carga. Existen otras clasificaciones y tipos, pero no se adecuan al esfuerzo sino a otros factores como la fuerza relativa de un sujeto o su fuerza general. La OMS y el American College⁶, en uno de sus puntos sobre el tra-

to de la salud corporal, determinan que un nivel mínimo de fuerza muscular es necesario para no sufrir riesgos de lesiones en acciones cotidianas como levantar o transportar pesos. Así pues, el aumento de la fuerza muscular está directamente relacionado con el aumento de la salud y el bienestar fisiológico. Los individuos sanos pueden realizar trabajos de fuerza máxima y explosiva en función de las aficiones, deportes u otras actividades que desarrollen en el trabajo, en las cuales necesitarán generar gran cantidad de tensión muscular⁷. La realización de cargas extremas de fuerza, la ingestión de sustancias exógenas –como los soportes proteínicos– o la toma de hormonas y anabolizantes para aumentar la fuerza pueden acarrear verdaderos peligros para la salud.

Los trabajos de fuerza máxima son aquellos en los que un sujeto sólo puede soportar una carga en una sola repetición⁸. Este factor mejora la cantidad de fibras musculares que se reclutan, pero no tiene repercusiones metabólicas sobre el músculo. Cuando genera esa tensión máxima durante unos momentos, el organismo, para no sufrir lesiones ni desgarros internos, realiza una protección mediante la maniobra de Valsalva. Este hecho produce, además, un aumento de la presión arterial sistólica⁹, aspecto poco aconsejado en pacientes con DM. De hecho, este tipo de fuerza es la que trabajan deportistas de alto nivel que practican deportes como la halterofilia⁸. El nivel de intensidad requerido alcanza valores del 95-100% de la fuerza máxima que puede generar un sujeto valorada sobre 1 RM.

La fuerza explosiva es consecuencia de una adaptación muscular a la velocidad con que levantamos la carga y también se conoce como «potencia muscular»⁹. Este tipo de tensión muscular sí que afecta al músculo, aumentando la cantidad de fibras; la consiguiente hipertrofia muscular es adecuada para todas aquellas modalidades deportivas donde se precise aumentar la fuerza explosiva, como es el caso de culturistas, velocistas o lanzadores. Estos esfuerzos son breves y de una altísima intensidad, por lo que tampoco se consideran convenientes para pacientes con DM. El nivel de ejecución en este tipo de fuerza es máximo, es decir, debe realizarse a la máxima velocidad y utilizando volúmenes del 70-85% de la carga máxima que soporta un sujeto valorada sobre 1 RM.

La fuerza-resistencia se sitúa sobre el umbral del 50-60% de la carga máxima que soporta un individuo valorada sobre 1 RM. Este aspecto implica que el número de repeticiones que el sujeto puede soportar oscila entre 15

y 30. La incidencia de la carga de fuerza afecta directamente a la resistencia que debe soportar el músculo (o grupo muscular) a lo largo del tiempo y no a la intensidad¹⁰. El aspecto más importante de este tipo de esfuerzo es que no requiere de la maniobra de Valsalva y, por consiguiente, no aumenta la presión en las vísceras ni tampoco la PA; además, mejora la resistencia muscular a cargas livianas y continuas¹⁰, aptitud que sí se aconseja entrenar en sujetos con DM.

En lo referente a la PA, cabe destacar la relación existente entre la actividad aeróbica y las cargas de fuerza-resistencia. Este hecho lo encontramos en las modificaciones que se producen en la PA, ya que éstas aseguran un mayor flujo de sangre hacia los músculos implicados en el movimiento durante el ejercicio. Es importante destacar la PA diferencial, es decir, la diferencia entre la PA sistólica y la PA diastólica. Durante el ejercicio se aprecia un aumento de la PA diferencial como consecuencia, fundamentalmente, del incremento de la PA sistólica que tiene lugar por el aumento de la presión durante el ejercicio, ya que la PA diastólica apenas varía durante la práctica de la actividad física. Así pues, aquellos ejercicios que aumenten la PA durante su ejecución, con cargas de fuerza máxima y submáxima, no serán adecuados en pacientes con DM. Sin embargo, en las cargas de fuerza-resistencia el aumento de la PA es moderado y, por tanto, favorable para estos pacientes. Las actividades aeróbicas y los trabajos de fuerza-resistencia tienen una incidencia positiva sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio sin aumentar de forma considerable la PA del sujeto durante la práctica del ejercicio.

En caso de cargas de fuerza extremas o máximas durante el ejercicio, el organismo libera sustancias hormonales –catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), glucagón y cortisol– que aumentan los niveles de glucosa en sangre. Sin embargo, si se realizan actividades aeróbicas junto con cargas de fuerza-resistencia, la glucosa sanguínea se reduce y las adaptaciones de los sistemas cardiovascular y respiratorio del organismo mejoran considerablemente al soportar y tolerar mejor la fatiga.

Evaluación médico-deportiva de un programa de fuerza

Se debe valorar la salud del paciente con DM antes de realizar un programa de fuerza. Las consideraciones más importantes implican al miocardio y a la muscula-

tura esquelética del sujeto. La realización de un electrocardiograma es básica para el diagnóstico de algunas patologías cardíacas. Se trata de una prueba sencilla y no invasiva que valora la resistencia del miocardio a determinadas cargas de fuerza. Si el paciente con DM no presenta patologías apreciables en el gráfico, se pueden trabajar con el sujeto las cargas para el entrenamiento de la FR.

La forma de valorar la fuerza de los grupos musculares esqueléticos es la prueba de una repetición máxima (1 RM), que deberá llevarse a cabo, preferiblemente, en un gimnasio. Antes de iniciar un programa para la mejora de la FR es necesario determinar cuál es la FM que posee un sujeto en los grupos musculares implicados en el ejercicio. Por ello se aconseja realizar un único levantamiento de una carga; este valor corresponderá al 100% de la carga máxima que el sujeto es capaz de realizar. Para el trabajo de la FR se debe buscar una intensidad del 50-60% de la carga valorada en 1 RM.

La prueba de la mesa inclinada evalúa las posibles causas de mareo o síncope. En ella, se monitorizan el ritmo cardíaco y la PA del paciente con DM mientras éste reposa en una mesa en posición vertical, que se inclina a 70° durante 35-40 minutos para ver la respuesta tensio-nal y de la frecuencia cardíaca y observar si aparece mareo por la existencia de hipotensión ortostática.

Conclusiones

El entrenamiento de la resistencia aeróbica mejora los sistemas cardiovascular y respiratorio, aumenta el gasto calórico y contribuye a la reducción de peso; asimismo, disminuye la PA y puede dar como resultado un descenso de los niveles de colesterol plasmático. Las cargas de fuerza-resistencia permiten mejores adaptaciones del sistema musculoesquelético al esfuerzo sin aumentar la PA. ■

Consideraciones prácticas

- Las personas con DM deben realizar ejercicios físicos que supongan una mejora de la resistencia aeróbica, lo cual se consigue mediante una actividad física moderada realizada durante 20-60 minutos, con frecuencias cardíacas que se sitúen entre los 120 y los 170 lpm, al menos tres días por semana.
- Para la evaluación de la resistencia muscular se requiere una prueba de esfuerzo (midiendo los niveles de ácido láctico cuando el individuo esté en su máximo esfuerzo), así como una espirometría.
- Para la evaluación de la fuerza máxima que podrá desarrollar un paciente se deberá descartar primero, mediante electrocardiograma, la existencia de ciertas patologías cardíacas; posteriormente se realizará una valoración de su resistencia máxima. También se descartará la presencia de hipotensión ortostática empleando la prueba de la mesa inclinada.

Bibliografía

1. Valdivielso NF. En: La resistencia. Madrid: Gymnos; 1998. p. 49-60.
2. Delgado Fernández M. Entrenamiento físico, deportivo y alimentación. INDE: Barcelona; 1997. p. 57-75.
3. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo; 2000. p. 146-51.
4. Aceña Rubio A. Comparación entre el entrenamiento de fuerza con cargas regulares y concentradas sobre la mejora de la fuerza y la potencia. Tesis doctoral. Valdivielso NF (director). Universidad de Castilla la Mancha; 2005. p. 47-69.
5. Adams KJ, Swank AM, Berning JM, Sevene Adams GP, Barnard KL, Shimp-Bowerman J. Progressive strength training in sedentary, older African women. *Med Sci.* 2001;33(9):1567-76.
6. Ascí FH, Ascí A, Zorba E. Cross-cultural validity and reliability of physical self-perception profile. *Inter J Sport Med.* 2000;30:399-406.
7. Bompá T. Periodización, teoría y metodología del entrenamiento. Barcelona: Hispano-Europea; 2003. p. 127-45.
8. Cavanagh PR. Muscle action vs. muscle contraction. *J Biomech.* 1987;20:735-43.
9. Bruhn S, Kullmann N, Gollhofer A. The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *Inter J Sport Med.* 2004;25(1):56-60.
10. Cometti G. Los métodos modernos de musculación. Barcelona: Inde; 1998. p. 67-89.