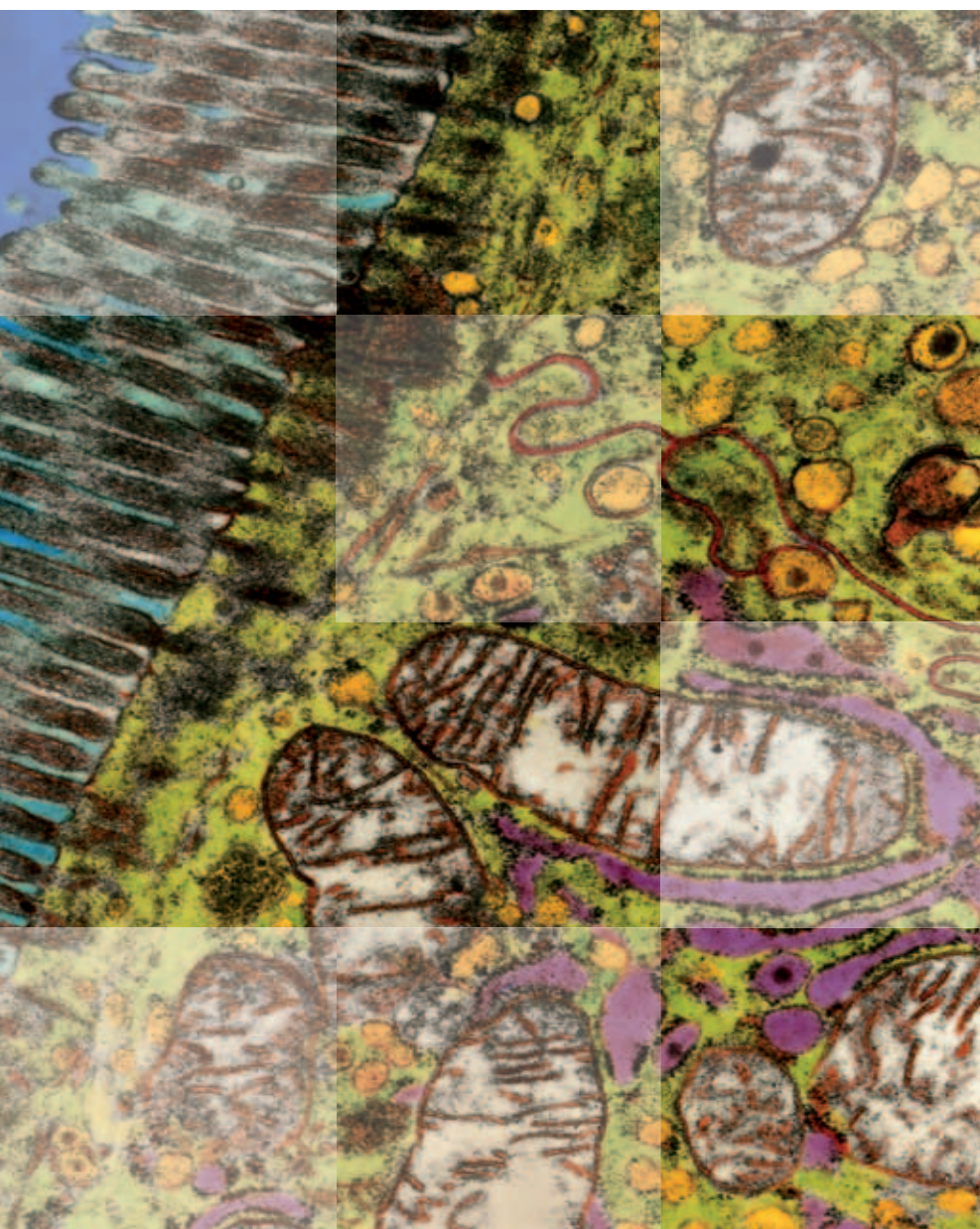


S U P L E M E N T O E X T R A O R D I N A R I O

Diabetes práctica

Actualización y habilidades en Atención Primaria



Actualización
en el tratamiento
no farmacológico
de la diabetes
mellitus: dieta
y ejercicio

Autores:

Lourdes Carrillo Fernández

Serafin Murillo García

SUPLEMENTO EXTRAORDINARIO Diabetes práctica

Actualización y habilidades en Atención Primaria



Director:

José Manuel Millaruelo Trillo

Comité editorial:

Sara Artola Menéndez
Javier Díez Espino
Josep Franch Nadal
Francisco Javier García Soidán

Asesores:

Patxi Ezcurra Loiola
José Luis Martín Manzano
Manel Mata Cases
Javier Mediavilla Bravo
Jorge Navarro Pérez
Mateu Seguí Díaz
Rosario Serrano Martín

Web redGDPS:

www.redgdps.org



Avda. dels Vents 9-13, Esc. B, 2.º 1.ª
08917 Badalona
euromedice@euromedice.net
www.euromedice.net

Depósito legal:
ISSN: 2013-9071

© Copyright 2011: De los autores.
© Copyright de la edición 2011. E.U.R.O.M.E.D.I.C.E., Ediciones
Médicas, S.L.

Reservados todos los derechos de la edición. Prohibida la reproducción total o parcial de este material, fotografías y tablas de los contenidos, ya sea mecánicamente, por fotocopia o cualquier otro sistema de reproducción sin autorización expresa del propietario del copyright.

El editor no acepta ninguna responsabilidad u obligación legal derivada de los errores u omisiones que puedan producirse con respecto a la exactitud de la información contenida en esta obra. Asimismo, se supone que el lector posee los conocimientos necesarios para interpretar la información aportada en este texto.

Como ilustración general de la temática tratada en esta publicación, la portada es una imagen del intestino delgado mostrando mitocondrias y microvellosidades.

SUMARIO:

ACTUALIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO DE LA DIABETES MELLITUS: DIETA Y EJERCICIO

Tratamiento dietético de la diabetes mellitus tipo 2

Lourdes Carrillo Fernández

1

El ejercicio físico en la diabetes mellitus

Serafín Murillo García

8

Tratamiento dietético de la diabetes mellitus tipo 2

Lourdes Carrillo Fernández

Especialista en Medicina Familiar y Comunitaria. Diplomada en Nutrición Humana, Dietética, y Dietética Terapéutica, Universidad de Nancy. Coordinadora del grupo de Nutrición y Alimentación de semFyC. Centro de salud La Victoria de Acentejo. Santa Cruz de Tenerife

INTRODUCCIÓN

La modificación en el estilo de vida es la base conceptual del tratamiento de la diabetes y tiene como objetivo conseguir y mantener un peso adecuado: mantener los niveles de glucosa lo más cercanos posible al rango de normalidad, mejorar el perfil lipídico y la tensión arterial, y todo ello con objeto de disminuir la morbimortalidad cardiovascular tan prevalente en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2).

La intervención en el estilo de vida incluye, además del abandono del hábito tabáquico, la prescripción dietética y de ejercicio físico, así como la educación diabetológica, cuyo objetivo fundamental es trasladar al paciente, y a la familia, los conocimientos y habilidades necesarios para que se responsabilice del manejo de su enfermedad, modificando actitudes negativas y favoreciendo la adopción de estilos de vida saludables.

La modificación en el estilo de vida, especialmente en lo que respecta a dieta y ejercicio físico, ha demostrado también beneficios en la prevención de la diabetes en pacientes de riesgo, relacionados sobre todo con la pérdida de peso¹⁻³.

La prescripción dietética se considera básica en el tratamiento de la DM2, de forma que se inicia en el momento del diagnóstico y debe mantenerse siempre, adaptándose a cambios evolutivos y de tratamiento. Los objetivos van dirigidos no solamente a la normalización del peso y el control glucémico, sino también a la prevención de otros factores de riesgo cardiovascular (FRCV)⁴⁻⁶. Los objetivos de control de la DM2, de acuerdo con la ADA-2011, se recogen en la tabla 1.

TRATAMIENTO DIETÉTICO: EVIDENCIAS DISPONIBLES

Hasta ahora no se han presentado evidencias suficientes para aconsejar un tipo de dieta estándar que garantice re-

Tabla 1: Objetivos del tratamiento dietético en la DM2

1. Garantizar el equilibrio nutricional:
 - a) Aportar suficiente energía para mantener el peso, disminuyendo si fuera necesario el exceso de grasa, en especial la visceral en el caso de sobrepeso u obesidad, y evitar la depleción en circunstancias catabólicas intercurrentes.
 - b) Contener los macronutrientes y los micronutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento celular.
2. Contribuir a normalizar el control metabólico:
 - a) Mantener niveles de glucemia y A_{1C} a lo largo del día en intervalos de criterios de buen/óptimo control.
 - b) Tensión arterial mantenida a lo largo del día en valores óptimos.
 - c) Perfil lipídico lo más cercano posible a las recomendaciones para la prevención de enfermedad cardiovascular.
3. Contribuir a prevenir y mejorar el curso de las complicaciones agudas y crónicas, en especial la enfermedad cardiovascular, y otras enfermedades coexistentes, si las hubiera: hepatopatía, pancreatitis, etc.
4. Adaptarse a las posibilidades económicas de los pacientes y sus gustos y preferencias culturales para mantener la función placentera de comer.
5. Adaptarse al tratamiento farmacológico: antidiabéticos orales o insulina, tipo y esquema de administración.

Los objetivos deben adaptarse a las condiciones individuales de cada paciente.

sultados óptimos en el tratamiento de los pacientes con DM2, y muchas de las recomendaciones que hacemos a los pacientes están basadas en consensos de expertos. Todas las recomendaciones formuladas por expertos en las numerosas guías actualizadas casi cada año coinciden en la necesidad de individualizar el tratamiento dietético, teniendo en cuenta no sólo la situación clínica del paciente, sino sus hábitos alimentarios y otros condicionantes socioculturales y económicos.

El primer aspecto que debe considerarse en la prescripción dietética es la adecuación del aporte calórico (aumentándolo, disminuyéndolo o manteniéndolo) con el objetivo de conseguir y mantener el normopeso. Sin embargo, la interrelación metabólica existente entre los macronutrientes aconseja poner énfasis en la proporción adecuada de proteínas, hidratos de carbono (HC) y grasas. Otras características de la dieta, como ingesta de alcohol o de sal, merecen consideraciones especiales. En primer lugar se describirán las evidencias disponibles para las recomendaciones y, en segundo, una aplicación práctica de éstas. Los objetivos del tratamiento dietético quedan recogidos en la tabla 2.

Aporte calórico de la dieta

La obesidad (índice de masa corporal [IMC] > 30 kg/m²), está presente en una elevada proporción de pacientes con DM2, lo que se ha relacionado con un aumento de la mortalidad global y cardiovascular, y con una disminución de la esperanza de vida. Además, se ha comprobado que la pérdida mantenida de peso en el paciente obeso lleva a una disminución de la mortalidad y de otras morbilidades asociadas (presión arterial, perfil lipídico, etc.). Sin embargo, no se conocen estudios diseñados para determinar el efecto de la pérdida de peso a largo plazo sobre complicaciones microvasculares de la diabetes (nefropatía, neuropatía, retinopatía) o sobre el control glucémico⁷.

En el diabético obeso, la disminución moderada de peso es una estrategia terapéutica que se ha demostrado eficaz.

Tabla 2: Objetivos de control de DM2. ADA 2011

| Parámetro | Objetivo |
|---|---|
| A _{1c} | < 7% |
| Glucemia plasmática basal y preprandial | 70-130 mg/dl |
| Glucemia plasmática posprandial | < 180 mg/dl |
| Colesterol total | < 200 mg/dl |
| Colesterol LDL | < 100 mg/dl |
| Colesterol HDL | > 40 mg/dl en hombres y > 50 mg/dl en mujeres |
| Triglicéridos | < 150 mg/dl |
| Presión arterial | < 130/80 mmHg |
| Índice de masa corporal | < 25 |
| Tabaco | Ninguno |

HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad.

Actualmente, no hay evidencias suficientes que demuestren el tipo de dieta más efectivo para conseguir la pérdida de peso y mantenerla a largo plazo. Una intervención multifactorial, que incluya intervención motivacional, un programa de ejercicio físico y dietas bajas/muy bajas en calorías, se ha mostrado efectiva en la pérdida de peso, según un metaanálisis que incluyó 22 estudios (n = 4.659), con un seguimiento de uno a cinco años. Se observó una media de pérdida de peso de 1,7 kg (intervalo de confianza [IC] 95%: 0,3 a 3,2), un 3,1% del peso corporal inicial, con pequeñas diferencias, aunque mantenidas, entre grupos⁸.

Una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados (ECA) en la que se comparaban diferentes tipos de dietas para reducir peso comprueba los beneficios de la dietas bajas en grasas (-3,55 kg; IC 95%: -4,5 a 2,55 a los 12 meses), con mejoría adicional de la tensión arterial, el perfil lipídico y la glucemia basal. Los autores concluyen que no hay evidencias para recomendar otra dieta diferente a la tradicional baja en grasa. Se precisan ECA con seguimiento más largo para establecer beneficios⁹.

La dieta con bajo contenido en grasa es la que ha mostrado más beneficios en el control de peso a largo plazo, en el contexto de una intervención multifactorial que incluya programa de ejercicio físico y terapia conductual.

Un ensayo clínico posterior comparó, en adultos con sobrepeso (n = 811), cuatro tipos de dietas con diferentes proporciones de grasas, proteínas e HC y, tras un período de dos años, no se encontraron diferencias entre ellas. Considerando que no hay ventajas en ninguna de las dietas estudiadas, podríamos ofrecer al paciente la posibilidad de elegir, entre las diferentes opciones de aporte de macronutrientes, aquella que se adapte mejor a sus hábitos y preferencias, y de esa forma mejorar la adherencia a largo plazo¹⁰.

Proporción de macronutrientes en la dieta

Precisamente, otro de los grandes debates actuales en el tratamiento dietético de la DM2 es la proporción adecuada de macronutrientes en la dieta, no sólo como mejor opción para bajar peso, sino también desde el punto de vista del control glucémico. Diversos autores y teorías tratan de demostrar los beneficios de las diferentes posibilidades.

Hidratos de carbono

- a) Aspectos cuantitativos.** Las dietas con aporte elevado de HC (55-60% del aporte calórico total [ACT]) y bajas en grasa han sido utilizadas durante muchos años basándose en sus esperados beneficios sobre el

riesgo cardiovascular. La ingesta de HC, junto a la disponibilidad de insulina, son los principales responsables de la glucemia posprandial, con una influencia directa sobre el control glucémico a medio y largo plazo. Por tanto, la cantidad total de HC parece ser decisiva, por lo que no pocos estudios han analizado los efectos de diferentes proporciones de HC en la dieta^{3,11}. Algunos trabajos han mostrado que dietas con aporte reducido en HC ejercen efectos favorables sobre el control glucémico, perfil lipídico y pérdida de peso, al menos a corto plazo¹¹. Sin embargo, no hay que olvidar que la reducción/eliminación de determinados alimentos de la dieta por su aporte en azúcares, como frutas o lácteos, puede contribuir al déficit de micronutrientes. Un metaanálisis comparó dietas bajas en HC frente a otras bajas en grasas, y encontró beneficios similares en cuanto a la pérdida de peso, aunque las primeras podrían promover un aumento de lípidos sanguíneos, que incrementaría el riesgo de aterosclerosis³. Otro problema añadido sería la descompensación a favor de un exceso de proteínas que podría promover la aparición de la nefropatía diabética.

Para valorar los beneficios de la dieta mediterránea, se realizó un ensayo a largo plazo (cuatro años) en el que se comparó una dieta de estilo mediterráneo baja en HC (HC \leq 50% ACT) frente a una dieta baja en grasa (grasa $<$ 30% ACT) en pacientes con sobrepeso y diagnóstico reciente de DM2. Los pacientes asignados al azar a la dieta mediterránea tenían menor probabilidad de requerir medicamentos hipoglucemiantes (44% frente a 70%). Después de un año, la pérdida de peso fue mayor en los pacientes asignados a la dieta mediterránea (diferencia absoluta de 2 kg). Sin embargo, esta diferencia no se mantenía a los tres y cuatro años. A los cuatro años, el perfil lipídico era favorable a la dieta mediterránea, con un aumento significativo de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y disminución de triglicéridos¹².

Se recomienda garantizar como mínimo un aporte de 130 g de HC al día. Por otro lado, es necesario mantener el aporte calórico total, pero ¿cómo? ¿Aumentando las proteínas? ¿Aumentando las grasas? ¿Qué tipo de grasas? Las evidencias sobre la importancia relativa de otros factores dietéticos, como la ingesta de proteínas, los tipos de grasa, la fibra (especialmente soluble), tampoco es concluyente.

La cantidad total de HC parece ser un factor decisivo en el control metabólico, y resulta especialmente importante ajustar la cantidad en relación con la medicación antidiabética y el ejercicio físico⁴.

Dietas con diferentes proporciones de macronutrientes se han mostrado efectivas, al menos a corto plazo. Es probable que la distribución

óptima de los macronutrientes depende de características individuales.

b) Aspectos cualitativos. Se ha sugerido que, además de la cantidad total, el tipo de HC tiene una influencia directa en el control glucémico. Dietas basadas en alimentos con bajo índice/carga glucémica pueden mejorar el control glucémico, sin aumentar el riesgo de hipoglucemias¹³. El índice glucémico cuantifica la respuesta glucémica inducida por la ingesta de los HC tras la comida. Se expresa en porcentaje, obtenido de una porción de alimento estándar que contiene 50 g de HC. Por el momento, no queda claro si se trata de una propiedad inherente al alimento o si, por el contrario, es una respuesta metabólica individualizada a éste. Los factores que influyen en la respuesta glucémica se recogen en la tabla 3. Un concepto más interesante para algunos autores es la carga glucémica, que es el producto del índice glucémico por la cantidad de HC en una ración. Sumando la carga glucémica de cada alimento se puede obtener la carga glucémica global de una comida o de la dieta.

Entre los beneficios de utilizar una dieta teniendo en cuenta la carga glucémica en la población general, se han descrito: disminución del riesgo de DM2, diabetes gestacional, enfermedad cardiovascular, obesidad y cáncer de páncreas, colon, mama y endometrio. En los pacientes diabéticos, se ha observado un mejor control metabólico, reducción de A_{1C}, aumento de niveles de HDL y disminución de circunferencia abdominal.

No existen evidencias suficientes para recomendar la utilización del índice/carga glucémico de forma general en todos los pacientes con DM2¹⁴.

Tabla 3: Factores alimentarios que influyen en la respuesta glucémica

- Cantidad total de hidratos de carbono
- Naturaleza de los monosacáridos contenidos en la comida: glucosa, fructosa, galactosa
- Naturaleza del almidón (amilosa, amilopectina, almidón resistente) en la comida
- Forma de cocción/elaboración del alimento (grado de gelatinización, tamaño de la partícula), estructura, grado de trituración
- Otros componentes de la comida: grasa y proteínas, fibra, antinutrientes, ácidos orgánicos, entre otros
- Grasas y sustancias que enlentecen la digestión:
 - lecitinas, fitatos, taninos, fibra y combinaciones de almidón-proteína
 - lípidos
- Glucemia en ayunas y preprandial
- La gravedad de la intolerancia a la glucosa

Proteínas

Durante mucho tiempo, el único interés de la ingesta de proteínas en el diabético era preservar la masa magra. En los últimos años, se ha intentado buscar una relación entre la ingesta de proteínas y control glucémico y peso corporal. Numerosos estudios han analizado los efectos metabólicos de dietas que contenían una alta proporción de proteínas (en torno al 30% o más) frente a dietas con baja proporción (en torno al 15%). En pacientes con DM2 y función renal preservada, el número de estudios es escaso, y el número de pacientes que han participado en ellos y su duración, cortos. Ello hace que los beneficios observados en ocasiones no sean concluyentes, por lo que en pacientes con DM2 y función renal normal no hay motivos para cambiar la recomendación de un aporte de proteínas de entre un 15-20% del aporte energético total.

En pacientes con nefropatía, el aporte de proteínas debería ser $< 1,0$ g/kg/día, lo que ha demostrado beneficios en la reducción de la microalbuminuria, aunque no en el filtrado glomerular. En pacientes con enfermedad renal crónica, es preciso medir la ingesta energética y la hipoalbuminemia, realizando ajustes adecuados para evitar la malnutrición¹⁴.

Grasas

Hay numerosas evidencias que apoyan la relación entre la cantidad y el tipo de grasa consumida y la enfermedad cardiovascular, si bien es necesario también considerar el tipo de grasa de la dieta¹⁵.

Una cohorte de 366 pacientes con DM2 seguida durante siete años mostró una relación entre la proporción poliinsaturados/saturados y los eventos coronarios¹⁶. Numerosos estudios de cohortes y casos control apoyan los beneficios de la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) en la prevención de la enfermedad coronaria. Un metaanálisis de ECA ha mostrado que un mayor consumo dietético de PUFA en sustitución de grasas saturadas proporciona beneficios en la reducción de eventos cardiovasculares¹⁷.

Recientemente, la AHA (Asociación Americana de Hipertensión) ha apoyado la recomendación de una ingesta de un 5-10% del aporte energético en forma de PUFA, junto al resto de las recomendaciones (contenido total de grasa, colesterol, grasa trans) y en el contexto de unos hábitos de vida saludables¹⁸. La tabla 4 muestra las recomendaciones nutricionales para pacientes con DM2 de la ADA y la EASD.

Otras consideraciones en la dieta

Micronutrientes

No existe una evidencia clara para la suplementación vitamínica o mineral (salvo en condiciones especiales, como es el caso del ácido fólico en la embarazada). Tampoco hay evidencias sobre los beneficios de generalizar la suplementación de antioxidantes en pacientes con una alimentación equilibrada⁴⁻⁶.

Tabla 4: Recomendaciones nutricionales de la ADA y la EASD para los pacientes con diabetes

| Parámetro | ADA | EASD |
|----------------------|--|---|
| Peso | Normopeso o ↓ 5-10% | |
| Proteínas | 15-20 % ACT | 10-20% del ACT |
| Hidratos de carbono | HC + GM 60-70% | 45-60% ACT |
| Grasa total | Individualizar $< 30\%$ del ACT si sobrepeso | 25-35% del ACT $< 30\%$ del ACT si sobrepeso |
| Grasa saturada | $< 7\%$ del ACT | $< 10\%$ del ACT |
| Grasa poliinsaturada | 10% del ACT | $\leq 10\%$ del ACT |
| Grasa monoinsaturada | HC + GM 60-70% | HC + GM 60-70% 10-20% del ACT |
| Colesterol | ≤ 200 mg/diarios | ≤ 300 mg/diarios |
| Sodio | < 3 g diarios | < 6 g diarios |
| Fibra | 20-35 g diarios | 40 g diarios |

ACT: aporte calórico total; ADA: American Diabetes Association; EASD: European Association for the Study of Diabetes; GM: grasa monoinsaturada; HC: hidratos de carbono.

Alcohol

Un metaanálisis que examinó al menos ocho estudios de cohortes ha mostrado que, al igual que sucede en la población general, el consumo moderado de alcohol se asocia con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular en los pacientes con DM2¹⁹.

Ingesta de sal

Un metaanálisis de estudios observacionales demuestra que la disminución en la ingesta de sal de 5 g/día se asocia a una disminución de accidentes cardiovasculares y de enfermedad cardiovascular²⁰.

Fibra

Datos publicados recientemente muestran los beneficios de la ingesta de fibra (cereales integrales) sobre la mortalidad cardiovascular y por todas las causas en pacientes con diabetes²¹.

Distribución horaria de comidas y tentempiés

Actualmente no hay evidencias que indiquen cuál es la distribución de comidas óptima para mejorar el control glucémico; las recomendaciones en este sentido están basadas en consensos de expertos.

Planificación de dietas

No hay evidencias actuales sobre la opción más adecuada entre las recomendadas: dietas basadas en menús, dietas por raciones o sistema de intercambio.

Dieta mediterránea

La dieta mediterránea merece una consideración especial, ya que, aparte de otras numerosas ventajas, las evidencias disponibles hasta este momento sugieren que puede ayudar a prevenir la DM2, así como mejorar el control glucémico y el riesgo cardiovascular cuando la enfermedad se ha establecido¹².

Intervención dietética

Un programa de control de peso en pacientes adultos obesos con diagnóstico de DM2 produjo disminución de

peso y mejora de la calidad de vida al año de seguimiento²². Por otro lado, un consejo dietético intensivo mejora el control glucémico, y datos antropométricos en pacientes con DM2, y A_{1C} no controlada a pesar del intento de optimización del tratamiento con fármacos orales^{23,24}.

Un estudio multicéntrico (Look AHEAD) comparó, en pacientes con DM2 obesos o con sobrepeso y control glucémico subóptimo ($A_{1C} > 7$) con tratamiento estándar (incluidos fármacos), el efecto de dos tipos de intervenciones (intensiva frente estándar) sobre el estilo de vida. La intervención intensiva plantea como objetivo una reducción de peso de un 7% durante el primer año, y utiliza un programa estructurado de educación individual en consulta, además de sesiones grupales, contacto telefónico y por e-mail para el seguimiento. Los primeros resultados (al año) señalan los beneficios de la intervención intensiva sobre la mejora de los FRCV, además de una disminución en la utilización de fármacos y una reducción de costes²⁴.

Recientemente, se han presentado datos a los cuatro años que corroboran los beneficios de la terapia intensiva; beneficios que se reflejan en una mayor pérdida de peso, mayor descenso de A_{1C} y de otros FRCV (disminución de la tensión arterial sistólica y diastólica y aumento del colesterol HDL)²⁵.

TRATAMIENTO DIETÉTICO: PRESCRIPCIÓN DE LA DIETA

No existe una receta mágica ni una dieta ideal para los pacientes con DM2. Como ya se ha comentado, los consensos de expertos recomiendan que la prescripción sea individualizada, atendiendo a las preferencias y los hábitos del paciente. Por tanto, el punto de partida será el acercamiento al conocimiento de los hábitos alimentarios del paciente, utilizando encuestas de frecuencia de consumo junto a recordatorios de 24 horas (al menos de cuatro días no necesariamente consecutivos, uno de ellos sábado o domingo).

Las recomendaciones deben estar basadas en principios básicos firmes y científicamente establecidos, simplificadas y adaptadas a los hábitos del paciente. La educación diabetológica es una herramienta clave, ya que el paciente y su familia deben ser instruidos y motivados en la utilización y seguimiento de la dieta.

Recomendaciones para el aporte calórico

En un paciente con normopeso (IMC: 20-25), las necesidades energéticas se sitúan entre 25 y 35 kcal/kg peso real/día, aunque pueden variar algo en función del sexo y la

edad. Las necesidades energéticas disminuyen con la edad, aunque hay que tener en cuenta la posibilidad de malnutrición, frecuente en las personas mayores de 75 años.

En el paciente obeso el cálculo se realiza a partir de 20-25 kcal/kg peso real, lo que se debería traducir en una reducción de 500-1.000 kcal/día de la ingesta calórica habitual. Con esta reducción se espera conseguir una disminución de entre 2 y 4 kg mensuales. Es de destacar que ingestas inferiores a 1.500 kcal pueden ser deficitarias en micronutrientes. En las personas obesas, en especial ante obesidad mórbida o de grado II asociada a comorbilidades, no hay que olvidar otras estrategias terapéuticas como la cirugía bariátrica, que está reportando grandes beneficios en el paciente obeso con DM2. En ocasiones resulta útil el uso de fármacos como coadyuvantes al tratamiento.

Proporción de nutrientes

Diferentes consensos de expertos recomiendan la siguiente proporción en función del aporte calórico total: un 45-60% de HC, un 15-20% de proteínas y menos del 35% de grasas. Sin embargo, siempre que sea posible, la proporción de macronutrientes vendrá marcada por las preferencias del paciente, teniendo en cuenta sus necesidades nutricionales, el perfil metabólico y los objetivos terapéuticos.

Si elegimos una dieta con alto contenido en HC (45-65% del ACT), éstos serán preferiblemente polisacáridos, y se controlarán de forma especial los azúcares contenidos en alimentos elaborados industrialmente. Se aconseja utilizar algún método para contabilizar los HC de las comidas, intentando mantener una ingesta regular y constante, especialmente en pacientes tratados con insulina. La dieta por intercambios de HC parece útil en este sentido, y posibilita además la variedad en el consumo de alimentos. En caso de dietas bajas en HC, es aconsejable vigilar el perfil lipídico y la función renal.

Las proteínas serán preferiblemente de alto valor biológico (pescado, lácteos desnatados y huevos), cuidando en especial las provenientes de animales terrestres (mayor aporte de grasa saturada), sobre todo en las dietas con mayor aporte de proteínas (más del 20% del ACT). En el paciente con nefropatía, la ingesta de proteínas debe ser < 1 g/kg de peso y día. Se recomienda comer pescado dos veces o más por semana para asegurar el aporte de ácidos grasos omega 3.

La ingesta de grasa no debe superar el 30-35%, y debe consumirse especialmente monoinsaturada (aceite de oliva virgen) y poliinsaturada (pescado, frutos secos, aceites de semilla); debe minimizarse la ingesta de colesterol y grasas

saturadas (carnes y derivados, leche, yogur, quesos y otros productos lácteos enteros), así como el consumo de ácidos grasos trans (productos industriales y comida rápida).

Otros

Se recomienda la ingesta de fibra soluble, proveniente de frutas, hortalizas y legumbres, sin que esté justificado el uso de suplementos.

Es preciso moderar el consumo de alcohol a un máximo de 3 U/día en varones y 2 U/día en mujeres, teniendo en cuenta el aporte calórico (7 kcal/g), y advirtiendo de la posibilidad de hipoglucemias graves especialmente si hay tratamiento hipoglucemiante. Es preferible tomar bebidas secas (vinos secos, cavas brut). No se debe ingerir alcohol si existe neuropatía, hipertrigliceridemia o disfunción eréctil.

Horarios de comidas

Adaptados a las condiciones del paciente, los horarios de las comidas deben ser regulares y constantes, teniendo en cuenta los hábitos, especialmente la actividad laboral y los períodos de ejercicio físico, así como el tratamiento farmacológico del paciente.

Para mantener la garantía nutricional se aconseja una dieta variada y equilibrada, con las características de una dieta mediterránea.

La estrategia global para la prescripción dietética se recoge en la tabla 5.

Tabla 5: Estrategia global para prescripción dietética

1. Determinar el aporte calórico, según ingesta habitual del paciente y objetivo de peso.
2. Elegir proporción de nutrientes, en función de la situación clínica, objetivos y preferencias del paciente.
3. Asegurar un aporte nutricional adecuado (garantía nutricional) a través de una dieta variada y equilibrada.
4. Acordar con el paciente y la familia el patrón de horarios de comida compatible con la actividad laboral y física y el tratamiento farmacológico.
5. Diseñar con el paciente y la familia un programa de tratamiento global (dieta, ejercicio físico y fármacos), de acuerdo con los objetivos terapéuticos, compatible con el patrón de horario de comida, actividad laboral y estilo de vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lindström J, Louheranta A, Mannelin M, Rastas M, Salminen V, Eriksson J et al. The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care* 2003;26:3230-6.
2. Eriksson MK, Franks PW, Eliasson M. A 3-year randomized trial of lifestyle intervention for cardiovascular risk reduction in the primary care setting: The Swedish Björknäs study. *PloS One* 2009;4(4):e5195.
3. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS Jr, Brehm BJ, et al. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2006;166(3):285-93.
4. Standards of Medical Care in diabetes-2011. American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2011;34:S11.
5. NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence). Type 2 diabetes: the management of type 2 diabetes (update). Clinical guideline. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG87NICEGuideline.pdf>. [Última consulta: 11-04-2011].
6. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). Management of diabetes. A national clinical guideline. March 2010. Disponible en: <http://www.sign.ac.uk/pdf/sign116.pdf>. [Última consulta: 11-04-2011].
7. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). Management of obesity. Edinburgh: SIGN; 2010 (SIGN publication no.115). Disponible en <http://www.sign.ac.uk>. [Última consulta: 11-04-2011].
8. Norris SL, Zhang X, Avenell A, Gregg E, Bowman B, Serdula M, et al. Long-term effectiveness of lifestyle and behavioral weight loss interventions in adults with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Am J Med* 2004;117:762-74.
9. Avenell A, Brown TJ, McGee MA, Campbell MK, Grant AM, Broom J, et al. What are the long-term benefits of weight reducing diets in adults? A systematic review of randomized controlled trials. *J Hum Nutr Diet* 2004;17(4):317-35.
10. Sacks FM, Bray GA, Carey VJ, Smith SR, Ryan DH, Anton SD, et al. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Eng J Med* 2009;360:859-73.
11. Hession M, Rolland C, Kulkarni U, Wise A, Broom J. Systematic review of randomized controlled trials of low-carbohydrate vs. low-fat/low-calorie diets in the management of obesity and its comorbidities. *Obes Rev* 2009;10(1):36-50.
12. Esposito K, Maiorino MI, Ciotola M, Di Palo C, Scognamiglio P, Gicchino M, et al. Effects of a Mediterranean-style diet on the need for antihyperglycemic drug therapy in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2009;151(5):306-14.
13. Thomas D, Elliott EJ. Low glycaemic index, or low glycaemic load, diets for diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009, Issue. 1. Art. No.: CD006296. DOI: 10.1002/14651858.CD006296.pub2.
14. Franz MJ, Powers MA, Leontos C, Holzmeister LA, Kulkarni K, Monk A, et al. The evidence for medical nutrition therapy for type 1 and type 2 diabetes in adults. *J Am Diet Assoc* 2010;110:1852-89.
15. Carrillo Fernández L, Dalmau Serra J, Martínez Álvarez JR, Solá Alberich R, Pérez Jiménez F. Grasas de la dieta y salud cardiovascular. *An Pediat* 2011;74:192-208.
16. Soinio M, Laakso M, Lehto S, Hakala P, Ronnema T. Dietary fat predicts coronary heart disease events in subjects with diabetes type 2. *Diabetes Care* 2003;26:619-24.
17. Mozaffarian D, Micha R, Wallace S. Effects on Coronary Heart Disease of Increasing Polyunsaturated Fat in Place of Saturated Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. 2010. Disponible en: www.plosmedicine.org. [Última consulta: 11-04-2011].
18. Harris WS, Mozaffarian D, Rimm E, Kris-Etherton P, Rudel LL, Appel LJ, et al. Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association Nutrition Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Epidemiology and Prevention. *Circulation* 2009;119:902-7.
19. Koppes LL, Dekker JM, Hendriks HF, Bouter LM, Heine RJ. Metaanalysis of the relationship between alcohol consumption and coronary heart disease and mortality in type 2 diabetic patients. *Diabetologia* 2006;49(4):648-52.
20. Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio F. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: metaanalysis of prospective studies. *BMJ* 2009;339:b4567.
21. He M, Van Dam RM, Rimm E, Hu FB, Qi L. Whole-grain, cereal fiber, bran, and germ intake and the risks of all-cause and cardiovascular disease-specific mortality among women with type 2 diabetes mellitus. *Circulation* 2010;121(20):2162-8.
22. Williamson DA, Rejeski J, Lang W, Van Dorsten B, Fabricatore UN, Toledo K. Impact of a weight management program on health-related quality of life in overweight adults with type 2 diabetes. *Arch Intern Med* 2009;169(2):163-71.
23. Coppel KJ, Kataoka M, Williams SM, Chisholm AW, Vorgers SM, Mann JI, et al. Nutritional intervention in patients with type 2 diabetes who are hyperglycaemic despite optimised drug treatment-Lifestyle Over and Above Drugs in Diabetes (LOADD) study: randomised controlled trial. *BMJ* 2010;341:333-7.
24. Redmon JB, Bertoni AG, Connelly S, Feeney PA, Glasser SP, Glick H, et al. Effect of the look AHEAD study intervention on medication use and related cost to treat cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2010;33:1153-8.
25. The Look AHEAD Research Group. The Look AHEAD Study: A Description of the Lifestyle Intervention and Evidence Supporting it. *Obesity* 2006;14:737-52.

El ejercicio físico en la diabetes mellitus

Serafín Murillo García

Diplomado en Nutrición y Dietética Humana. Unitat de Diabetis i Exercici Físic. Investigador del Centro de Investigación Biomédica en Red de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM). Hospital Clínic. Barcelona

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las recomendaciones sobre la práctica de ejercicio físico en personas con diabetes se han modificado de forma paralela a la evolución de los conocimientos y de los tratamientos de la diabetes. Antes del descubrimiento de la insulina, el ejercicio físico era considerado como una actividad incluso peligrosa, habitualmente desaconsejada por el incremento del riesgo de descompensación metabólica a que daba lugar. En la actualidad, el ejercicio es una actividad básica, incluida dentro del estilo de vida saludable recomendado para los pacientes con diabetes.

En esta evolución continua, el ejercicio está encontrando un papel más protagonista en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). El espectacular incremento de la prevalencia de casos de este tipo de diabetes convierte el ejercicio en una estrategia fundamental tanto en la prevención como en su tratamiento, al incidir directamente en la reducción de la resistencia insulínica y disminuir el riesgo cardiovascular total.

A pesar de ello, la práctica de ejercicio físico puede dar lugar a la aparición de algunas complicaciones. La más frecuente de ellas es la hipoglucemia, que puede darse durante el ejercicio, pero también incluso hasta las 12-24 horas posteriores a la actividad. Para evitarla se deberá tener un óptimo conocimiento de los efectos de cada tipo de ejercicio sobre el consumo de glucosa y aplicar algunas modificaciones en la pauta de insulina, en la medicación oral o en la alimentación. Además, en el caso de pacientes que ya padecen complicaciones crónicas, se deberá realizar una correcta prescripción del ejercicio con el objetivo de no influir sobre el estado de estas complicaciones.

EJERCICIO FÍSICO Y DIABETES TIPO 1

A lo largo de la historia, algunos estudios han cuestionado la conveniencia de utilizar el ejercicio físico como trata-

miento de la diabetes tipo 1. No obstante, mientras los estudios de Mosher¹ y Campaigne² encontraron mejoras en los niveles de hemoglobina glicosilada asociados a la práctica de ejercicio físico, otros como Laaksonen³, Rowland⁴, Zinman⁵ o Ramalho⁶ no encontraron estas mejoras en el control glucémico. La causa parece residir en que el éxito en el tratamiento de la diabetes tipo 1 consiste en encontrar el equilibrio entre los numerosos factores que intervienen en la regulación de la glucemia (características del ejercicio, pauta insulínica y alimentación) y, por tanto, la práctica de ejercicio físico sin adecuar correctamente la insulina y la alimentación podría dar lugar a importantes descompensaciones glucémicas.

EJERCICIO Y DIABETES TIPO 2

El entrenamiento físico de carácter aeróbico ha sido tradicionalmente propuesto como un factor de intervención tanto para la prevención como para el tratamiento de la DM2. La bibliografía actual relaciona el ejercicio físico regular con importantes mejoras, tanto en la composición corporal como en el incremento de la acción de la insulina sobre los tejidos periféricos; se obtendrían así mejoras en el control glucémico del orden de 0,5 a 1 punto de reducción de los valores de hemoglobina glicosilada.

Recientemente, algunos estudios relacionan la inclusión de ejercicios de fuerza-resistencia muscular con interesantes efectos metabólicos en pacientes con DM2⁷. La aplicación de este tipo de ejercicio nace de la necesidad de muchos pacientes con diabetes y obesidad, a los cuales la movilidad disminuida les hace imposible conseguir el volumen y la intensidad adecuados cuando siguen ejercicios de tipo aeróbico^{8,9} como caminar o ir en bicicleta. En estos casos, el ejercicio de fuerza-resistencia muscular permite aplicar un entrenamiento de mayor intensidad y, a la vez, específico para cada uno de los diferentes grupos musculares. Los protocolos utilizados¹⁰ prescriben ejercicios con máquinas o pesos libres

con una frecuencia de tres o más días no consecutivos en la semana, con intensidad variable y una duración desde cuatro semanas hasta un año. En estos trabajos se lograron mejoras de los niveles de hemoglobina glicosilada de alrededor de 0,6%.

ESTRATEGIAS PARA LA PRÁCTICA DE EJERCICIO FÍSICO

Ante la realización de cualquier sesión de ejercicio físico se deben tener en cuenta las siguientes precauciones.

Control de glucemia previo al ejercicio

Antes de iniciar la práctica de cualquier tipo de ejercicio físico es recomendable valorar el nivel de glucemia. Esta norma debe ser fundamental antes de practicar no solamente actividades deportivas, sino también algunas actividades cotidianas que suponen un incremento importante de la actividad física, como jugar, bailar o ir a la piscina.

Según los valores de glucemia encontrados, las estrategias que se han de seguir deberán ser diferentes¹¹:

- Glucemia inferior a 100 mg/dl: tomar un suplemento de unos 10-20 g de hidratos de carbono antes de iniciar el ejercicio.
- Glucemia entre 100 y 250 mg/dl: son valores adecuados para iniciar el ejercicio con normalidad.
- Glucemia superior a 250 mg/dl: se debe comprobar la presencia de cuerpos cetónicos en la orina. Si la cetonuria es positiva, se debe evitar o retrasar el ejercicio hasta que desaparezcan los niveles de cuerpos cetónicos en orina. En algunos casos, se puede administrar una pequeña dosis extra de insulina de acción rápida y verificar de nuevo la glucemia y la cetonuria pasado un período de unas dos horas.

Para algunos ejercicios de larga distancia y alto consumo de glucosa, como competiciones de atletismo o ciclismo, puede ser interesante iniciar el ejercicio en valores cercanos a 180-200 mg/dl, con el fin de evitar la aparición de hipoglucemias a lo largo de los primeros minutos de la actividad¹², sobre todo si no existe posibilidad de avituallamiento.

Conocer las características del ejercicio que se realiza

El efecto sobre la glucemia puede ser diferente según el tipo de actividad que se vaya a realizar. De ello dependerán

los cambios en la pauta insulínica o en la suplementación con hidratos de carbono:

- a. Tipo de ejercicio: aquellos ejercicios preferentemente aeróbicos como caminar, correr, nadar, patinar o el ciclismo son los que tienen un mayor efecto hipoglucemiante. En cambio, los ejercicios con un componente anaeróbico como *sprints*, deportes de lucha u otros que incluyen trabajos con pesos elevados pueden llegar a producir una importante estimulación adrenérgica (estimulan la producción hepática de glucosa) y, por tanto, suelen tener un bajo efecto hipoglucemiante. Los deportes de competición también pueden tener asociado un importante estrés emocional (con alta estimulación adrenérgica) que ocasione importantes incrementos de glucemia, especialmente en niños y adolescentes.
- b. Duración: durante los primeros 30-60 minutos de ejercicio de intensidad moderada-alta, el glucógeno muscular y hepático, se convierte en el principal combustible muscular. A partir de entonces, las reservas de glucógeno empiezan a vaciarse y es cuando el músculo incrementa la obtención de energía a partir de grasas y de la glucosa plasmática.
- c. Intensidad: la glucosa es el combustible muscular elegido para aquellos ejercicios realizados con intensidad moderada o alta. Con intensidad baja, la fuente de energía utilizada son preferentemente los ácidos grasos. Por tanto, las actividades realizadas con intensidad baja, como pasear, pueden tener un efecto mínimo sobre la glucemia y, en cambio, actividades intensas como correr tienen un alto efecto hipoglucemiante.
- d. Frecuencia: el efecto hipoglucemiante, especialmente posejercicio, se incrementa cuando se acumulan días consecutivos de práctica de ejercicio físico.

Disminuir la dosis de fármacos previa al ejercicio

- Pacientes tratados con insulina, en múltiples dosis: la disminución de las dosis de insulina previas al ejercicio es una estrategia imprescindible para evitar la hipoglucemia. Ésta es una de las complicaciones más frecuentes asociadas a la práctica de ejercicio físico, que ya fue descrita desde las primeras insulinizaciones de pacientes con diabetes¹³. Se debe señalar que la hipoglucemia durante el ejercicio es una de las principales barreras que dificultan la práctica de éste, especialmente en niños y adolescentes¹⁴.

Ante la práctica de ejercicios de duración superior a los 30 minutos se debe considerar la reducción de las dosis de insulina, siempre en función de la duración y la intensidad de cada ejercicio¹⁵ (tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de reducción de dosis de insulina rápida previa al ejercicio según la intensidad y duración

| Intensidad del ejercicio (% VO _{2max}) | 30 minutos | 60 minutos |
|--|------------|------------|
| 25/ligero | 25 | 50 |
| 50/moderado | 50 | 75 |
| 75/intenso | 75 | 100* |

*Para ejercicios de larga duración e intensidad alta, puede ser necesario incluso eliminar la insulina de acción rápida previa al ejercicio.

VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno.

Esta reducción de las dosis de insulina solamente se realizará en caso de que el ejercicio tenga lugar en el período de 2-3 horas posteriores a la inyección de análogos de insulina de acción rápida o 4-6 horas en caso de utilizar insulina regular. Después de este período, los niveles de insulina de acción rápida ya son muy bajos, por lo que no tendrían demasiado efecto sobre el ejercicio físico.

- Pacientes tratados con sulfonilureas, meglitinidas o insulina intermedia o retardada (nocturna): ante la realización de ejercicio físico de duración media o larga (más de 45-60 minutos) e intensidad moderada o alta, es recomendable reducir las dosis de fármacos. En los casos en que exista sobrepeso, se priorizará la reducción de dosis de insulina o fármacos orales a la suplementación con hidratos de carbono, con el fin de obtener una mayor pérdida de peso mediante el ejercicio.
- Pacientes tratados exclusivamente con fármacos no insulino-sensibilizadores (metformina, glitazonas, inhibidores de la dipeptidil peptidasa 4, péptido similar al glucagón 1 o inhibidores de la α -glucosidasa): estos pacientes tienen un riesgo muy bajo de sufrir episodios de hipoglucemia relacionada con el ejercicio, por lo que no se indicarán reducciones en el tratamiento ni suplementos con hidratos de carbono.

Precaución cuando el ejercicio coincide con el pico de acción de la insulina

Si el ejercicio se realiza durante el momento de máximo efecto de una determinada insulina o hipoglucemiante oral, se incrementan las posibilidades de sufrir algún episodio de hipoglucemia. Esto no debe impedir realizar el ejercicio, pero sí obliga a adoptar las correspondientes medidas preventivas, que incluyen control de glucemia previo, reducción de la dosis de insulina e incremento del consumo de hidratos de carbono.

Se debe tener una máxima atención cuando se utilizan mezclas prefijadas de insulina o cuando se combinan insulina e hipoglucemiantes orales, pues puede ser difícil conocer la acción que realiza cada fármaco en un determinado momento.

Como norma general, en los pacientes tratados exclusivamente con insulina, se recomendará realizar el ejercicio preferentemente 2-3 horas después de las comidas, pues así el efecto de la insulina de acción rápida es mucho menor y, por tanto, el riesgo de hipoglucemias es bajo.

Inyección de la insulina

Después de la aparición de los estudios de Koivisto¹⁶ en el año 1978, se consolidó la idea de procurar no inyectar la insulina en las zonas que tengan una actividad muscular importante, pues de esa manera se evitaría la hipoglucemia ocasionada por un incremento en la velocidad de absorción de la insulina debido a la actividad muscular.

A pesar de ello, nunca se demostró que este efecto fuera causado por un incremento de la circulación subcutánea¹⁷ ni que tuviera una relación directa con las hipoglucemias durante la actividad, ya que el ejercicio solamente es uno de los múltiples factores que afectan a la velocidad de absorción de la insulina y parece ser que la repercusión clínica es, en cualquier caso, baja¹⁸.

En cambio, sí se debe tener en cuenta que hay que evitar la inyección intramuscular de insulina¹⁹, especialmente en niños o atletas con un bajo porcentaje de grasa corporal, pues esta mala técnica de inyección incrementaría la velocidad de absorción de la insulina y, a su vez, el riesgo de hipoglucemias. Para evitarlo se debe repasar la técnica de inyección, e incluso en pacientes muy delgados o niños inyectar en ángulo de 45° o utilizar agujas de 5-6 mm.

Tomar alimentos con hidratos de carbono

Habitualmente, ante la práctica de ejercicio no es suficiente con reducir las dosis de insulina, sino que además puede ser necesario incrementar el consumo de hidratos de carbono. Éste es el caso de ejercicios de larga duración (más de 60-90 minutos) o de aquellos ejercicios no planificados.

Estos suplementos de hidratos de carbono se deben individualizar según la duración y la intensidad del ejercicio²⁰.

A continuación se ofrece el contenido en hidratos de carbono de algunos de los alimentos más utilizados durante la práctica de ejercicio físico (tabla 2).

Mención aparte merece la realización de ejercicio físico de forma no prevista. En ese caso ya no es posible modificar las dosis de insulina y se debe evitar la hipoglucemia exclusivamente mediante el aumento del consumo de hidratos de carbono. Se debe valorar el momento del día en que se realiza la actividad, ya que si se encuentra bajo el efecto máximo de una insulina de acción rápida o un fármaco hipoglucemiante se habrá de evitar la hipoglucemia administrando una mayor cantidad de hidratos de carbono. Se tomará un suplemento inicial de unos 10-30 g de hidratos de carbono y a continuación se seguirán tomando hi-

dratos de carbono en función de la intensidad y la duración del ejercicio que se vaya a realizar (tabla 3).

Prevenir la hipoglucemia posejercicio

Durante las horas posteriores al ejercicio se incrementan las necesidades de glucosa, incluso durante las 12-16 horas posteriores a la actividad. Este fenómeno se debe, por una parte, al incremento de la permeabilidad de las células musculares a la glucosa y, por otra, a la necesidad de rellenar los depósitos de glucógeno gastados durante el ejercicio.

Este incremento en el consumo de glucosa después del ejercicio aumenta a su vez la probabilidad de sufrir episodios

Tabla 2: Contenido en hidratos de carbono de algunos alimentos utilizados durante el ejercicio

| Alimento | Porción | Hidratos de carbono (g) | Porcentaje hidratos de carbono |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Bebidas isotónicas | | | |
| Isostar® | 200 ml | 14 | 7 |
| Gatorade® | 200 ml | 12 | 6 |
| Aquarius® | 200 ml | 12 | 6 |
| Powerade® | 200 ml | 13 | 6,5 |
| Otras bebidas | | | |
| Bebidas refrescantes | 200 ml | 20 | 10 |
| Zumos de frutas comerciales | 200 ml | 24 | 12 |
| Redbull® | 200 ml | 22 | 11,2 |
| Otros alimentos | | | |
| Naranja | Unidad mediana, 130 g | 10 | 8 |
| Manzana | Unidad mediana, 130 g | 12 | 9 |
| Plátano | Unidad pequeña, 80 g | 16 | 20 |
| Galletas tipo María | 3 unidades, 21 g | 13 | 63 |
| Pan | 1 rebanada grande, 30 g | 14 | 47 |
| Pastillas de glucosa | 2 unidades, 10 g | 10 | 99,5 |
| Barritas energéticas | 1 unidad, 25 g | 15 | 60 |

Tabla 3: Suplemento con hidratos de carbono según la intensidad y la duración del ejercicio

| Intensidad del ejercicio (% VO _{2max}) | < 20 minutos | 20-60 minutos | > 60 minutos |
|--|--------------|---------------|--------------|
| 25/ligero | 0-10 g | 10-20 g | 15-30 g/h |
| 50/moderado | 10-20 g | 20-30 g | 20-50 g/h |
| 75/intenso | 0-30 g | 30-50 g | 30-100 g/h |

VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno.

de hipoglucemia, la cual debe prevenirse mediante cambios en la alimentación y en las dosis de insulina.

Así, una vez acabada la actividad es recomendable comprobar los niveles de glucemia y valorar la necesidad de tomar alimentos que contengan hidratos de carbono según los resultados obtenidos:

- Glucemia inferior a 120 mg/dl: tomar un suplemento de unos 15-20 g de hidratos de carbono.
- Glucemia entre 120 y 200 mg/dl: no se suele necesitar suplemento.
- Glucemia superior a 200 mg/dl: no se suele necesitar tomar hidratos de carbono y se debe valorar la posibilidad de añadir alguna unidad de insulina de acción rápida (se debe recordar que después del ejercicio el efecto de la insulina también es mucho mayor de lo habitual).

Además, para prevenir la hipoglucemia posejercicio puede ser necesario compensar este alto consumo muscular de glucosa también reduciendo las dosis de insulina o hipoglucemiantes orales durante las horas posteriores al ejercicio. La magnitud de esta reducción dependerá principalmente de la intensidad y la duración del ejercicio, teniendo en cuenta que este efecto hipoglucemiante es mayor en los 60-90 minutos posteriores a la actividad²¹.

ADAPTACIONES A DIFERENTES TIPOS DE EJERCICIO FÍSICO

Ejercicios de duración corta e intensidad baja

- **Tipo de ejercicio:** pasear, ir en bicicleta o nadar suavemente con una duración inferior a los 20-45 minutos.
- **Consumo de glucosa:** bajo, pues tanto la intensidad como la duración son bajas.
- **Modificación del tratamiento:** no suelen ser necesarios cambios en los tratamientos.

Ejercicios de duración corta e intensidad alta

- **Tipo de ejercicio:** pruebas de natación o atletismo tipo *sprint* (por ejemplo, 100 m lisos), deportes de combate o que incluyen trabajo con pesos (halterofilia o culturismo).
- **Consumo de glucosa:** bajo, pues la duración es muy baja.
- **Modificación del tratamiento:** no suele ser necesario realizar cambios en la alimentación o la insulina, pues el consumo de glucosa es bajo y, además, la

intensidad alta puede activar la producción hepática de glucosa por estimulación adrenérgica.

Ejercicios de duración larga

- **Tipo de ejercicio:** ejercicios como montañismo o ciclismo, realizados con intensidad variable durante largos períodos de tiempo.
- **Consumo de glucosa:** muy elevado, alto riesgo de hipoglucemias.
- **Modificación del tratamiento:** ante este tipo de ejercicios las estrategias que se han de seguir incluyen disminuir la insulina previa al ejercicio (25-50%), disminuir la insulina rápida y retardada en las horas posteriores al ejercicio (10-20%) y tomar hidratos de carbono a lo largo de la actividad (tabla 3).

Deportes de equipo

- **Tipo de ejercicio:** deportes como fútbol, baloncesto o balonmano.
- **Consumo de glucosa:** variable, dependiente de factores como la posición dentro del equipo, las condiciones del juego e incluso el resultado del partido.
- **Modificación del tratamiento:** disminuir la insulina previa a la actividad (10-20%) y tomar unos 10-20 g de hidratos de carbono por cada 30 minutos de ejercicio. Disminuir la insulina rápida posterior al ejercicio (10-20%).

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO

La prescripción de ejercicio físico será la forma de adaptar la práctica de ejercicio a las características de cada individuo, teniendo en cuenta no solamente su tratamiento médico o las diferentes complicaciones de la diabetes, sino también sus preferencias. Además, se deben incluir los diferentes tipos de ejercicio físico:

1. Resistencia cardiorrespiratoria. Estos ejercicios, como caminar, correr, ir en bicicleta, nadar, patinar, etc., deben ser la base de la práctica habitual. Serán preferiblemente de carácter aeróbico, practicados a intensidades de entre el 55% y el 79% de la frecuencia cardíaca máxima (calculada como $220 - \text{edad}$ en años del paciente). En general, se aconsejan sesiones de entre 20 y 60 minutos de duración, siempre teniendo en cuenta que el trabajo total depende del producto entre intensidad y duración. Por tanto, sesiones de mayor intensidad deberán ser de menor duración.

Se debe tener en cuenta que el efecto hipoglucemiante del ejercicio se mantiene hasta varias horas después de ser realizado, por lo que para mantener este efecto de forma constante, recomendaremos practicar ejercicio un mínimo de tres sesiones semanales, preferentemente de forma no consecutiva.

2. Fuerza-resistencia muscular. De forma complementaria al trabajo de resistencia cardiorrespiratoria, este tipo de ejercicio se pautará de modo que se lleven a cabo de dos a tres sesiones semanales, las cuales incluirán ejercicios que trabajen los diferentes grupos musculares, en series de 8 a 10 repeticiones.

Además, la presencia de complicaciones de la diabetes merece la consideración de una serie de precauciones en el momento de realizar la prescripción del ejercicio y una especial vigilancia y control de la actividad diaria.

Pie diabético (neuropatía y vasculopatía periférica)

Se deberán evitar aquellos ejercicios que ocasionen impactos de repetición en las extremidades inferiores (como caminar rápido, correr o saltar), pues podrían dar lugar a infecciones o ampollas que incrementarían el riesgo de amputación. Se recomendarán otros ejercicios de menor impacto osteoarticular, como natación, bicicleta o ejercicios gimnásticos que trabajen el tren superior. Se debe insistir en revisar el material utilizado, mantener la higiene de los pies y el estado del calzado.

Retinopatía y nefropatía

Los grados avanzados de nefropatía o retinopatía requieren evitar aquellos ejercicios que implican incrementos de la presión intratorácica (como la maniobra de Valsalva) u otros ejercicios realizados a intensidad alta, pues podrían acelerar la progresión de la enfermedad o dar lugar a un aumento del riesgo de desprendimiento de retina o hemorragia vítrea en el caso de retinopatía. Se recomendarán ejercicios de intensidad baja o moderada en sesiones de mayor duración, evitando deportes que puedan producir contacto físico en el caso de retinopatía avanzada.

Complicaciones cardiovasculares

Se asocian a trastornos como alteraciones del ritmo cardíaco, ortostatismo, dificultad en la termorregulación o alteraciones gastrointestinales que pueden convertirse en importantes limitaciones para realizar una correcta prescripción de ejercicio. Por ello, se recomendará un completo estudio cardiovascular previo al inicio de cualquier programa de ejercicio en estos pacientes.

En el caso de neuropatía del autónomo o cuando se realice tratamiento con β -bloqueantes, no se debe utilizar la medida de la frecuencia cardíaca como método para valorar la intensidad del ejercicio, sino la sensación subjetiva del esfuerzo que produce el ejercicio²².

BIBLIOGRAFÍA

1. Mosher PE, Nash MS, Perry AC, LaPerriere AR, Goldberg BB. Aerobic circuit training: effects on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:652-7.
2. Campaigne BN, Gilliam TB, Spencer ML, Lampman RM, Schork MA. Effects of a physical activity program on metabolic control and cardiovascular fitness in children with insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1984;7:57-62.
3. Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK, Mustonen J, Sen CK, Lakka TA, et al. Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: a randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1541-8.
4. Rowland TW. Physical fitness in children: implications for the prevention of coronary artery disease. *Curr Probl Pediatr* 1981;11:1-5.
5. Zinman B, Zúñiga-Guajardo S, Kelly D. Comparison of the acute and long-term effects of exercise on glucose control in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1984;7:515-9.
6. Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, Cambuí Z, Barbosa C, Andrade A, et al. The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 2006;72:271-6.
7. Snowling J, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2006;29:2518-27.
8. Dela F, Kjaer M. Resistance training, insulin sensitivity and muscle function in the elderly. *Essays Biochem* 2006;42:75-88.
9. Willey KA, Singh MA. Battling insulin resistance in elderly obese people with type 2 diabetes: bring on the heavy weights. *Diabetes Care* 2003;26(5):1580-8.
10. Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2009;83(2):157-75.
11. American Diabetes Association. Diabetes mellitus and exercise: position statement. *Diabetes Care* 1997;20:1908-12.

12. Rudermann N, Devlin JT. Handbook of Exercise in Diabetes. Alexandria, VA: American Diabetes Association; 2002.
13. Lawrence RD. The effect of exercise on insulin action in diabetes. *Br Med J* 1926;1:648-50.
14. Brazeau AS, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, Mircescu H. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008;31(11):2108-9.
15. Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care* 2001;24:625-30.
16. Koivisto VA, Felig P. Effects of leg exercise on insulin absorption in diabetic patients. *N Engl J Med* 1978;298(2):79-83.
17. Ferrannini E, Linde B, Faber O. Effect of bicycle exercise on insulin absorption and subcutaneous blood flow in the normal subject. *Clin Physiol* 1982;2(1):59-70.
18. Braak EW, Woodworth JR, Bianchi R, Cerimele B, Erkelens DW, Thijssen JH, et al. Injection site effects on the pharmacokinetics and glucodynamics of insulin lispro and regular insulin. *Diabetes Care* 1996;19(12):1437-40.
19. Frid A, Ostman J, Linde B. Hypoglycemia risk during exercise after intramuscular injection of insulin in the thigh in IDDM. *Diabetes Care* 1990;13:473-7.
20. Nagi D. Exercise and Sport in Diabetes. Chichester, England: Wiley & Sons Ltd.; 2006.
21. McMahon SK, Ferreira LD, Ratnam N, Davey RJ, Youngs LM, Davis EA, et al. Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic manner. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92(3):963-8.
22. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.