

Guía de actualización en el tratamiento de la diabetes tipo 2 y sus complicaciones

Dieta y ejercicio

C. VÁZQUEZ^a, C. MONTAGNA^a, M. GARRIGA^a, F. ALCARAZ^a,
E. MARTÍN^b, J.I. BOTELLA^a, F. ARRIETA^a, D. DEL OLMO^b,
P. MARTÍNEZ DE ICAYA^b Y J.A. BALSAS^a

^aUnidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Ramón y Cajal. Madrid. España.

^bUnidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Severo Ochoa. Leganés. Madrid. España.

DIET AND EXERCISE

Non-pharmacological treatment of type 2 diabetes consists of well-defined and progressive lifestyle measures: diet and exercise. In obese diabetic patients, the nutritional strategy consists of a moderately hypocaloric diet to achieve modest fat loss (especially visceral fat) and to maintain this loss while conserving lean tissue mass. Calorie distribution among lipids, proteins and carbohydrates has a wide margin and should be individually tailored according to age and the presence or absence of overweight and other comorbidities (dyslipidemia, hypertension etc.). Treatment is the same in non-obese type 2 diabetics, but without calorie restriction. These measures should be accompanied by an increase in daily physical exercise and individualized recommendations for more intense weekly physical activity due to its strong effect on improving insulin sensitivity and associated cardiovascular risk factors. The present article discusses some recommendations for the individualized prescription of both types of lifestyle modification, based on the latest scientific evidence.

Key words: Dietary plan. Physical activity. Exercise. Calorie distribution. Type 2 diabetes.

El tratamiento no farmacológico de la diabetes tipo 2 consiste en medidas precisas y escalonadas en el estilo de vida: alimentación y actividad física. La estrategia nutricional, cuando coexiste obesidad, estriba en la aplicación de una dieta moderadamente hipocalórica que consiga pérdidas modestas de grasa (especialmente visceral), y el mantenimiento de dicha pérdida, conservando la masa magra. El reparto energético entre lípidos, proteínas e hidratos de carbono tiene un margen muy amplio, y debe individualizarse según la edad, la presencia o no de sobrepeso y otras comorbilidades (dislipemia, hipertensión, etc.). En diabéticos tipo 2 no obesos el tratamiento es el mismo, pero sin restricción calórica. Estas medidas se acompañarán de un incremento en la actividad física diaria y la recomendación individualizada de ejercicio físico más intenso semanal, por el potente efecto de mejora de la sensibilidad a la insulina y los factores de riesgo cardiovascular asociados. En esta exposición se aportan algunas propuestas de prescripción individualizada de ambos elementos del estilo de vida, basándonos en las evidencias científicas del momento.

Palabras clave: Plan alimentario. Actividad física. Ejercicio. Reparto calórico. Diabetes tipo 2.

INTRODUCCIÓN

El control del estilo de vida es clave en el control de la diabetes tipo 2, y la nutrición desempeña un papel importante, por su cotidianeidad y su complejidad. Los objetivos generales de la alimentación en las personas con diabetes tipo 2 son:

1. Ser nutricionalmente correcta (equilibrada), lo que comporta:

- Aportar la energía suficiente para mantener el peso y la estructura corporal adecuada, disminuir el exceso de grasa, especialmente la visceral, si coexiste sobrepeso u obesidad, y evitar la depleción en circunstancias catabólicas intercurrentes.
- Contener los macro y los micronutrientes indispensables para el funcionamiento celular.

2. Contribuir a normalizar el control metabólico, lo que incluye: *a*) unos valores de glucemia a lo largo del día y una hemoglobina glucosilada (HbA_{1c}) con arreglo a los criterios de control bueno u óptimo; *b*) una presión arterial (PA) a lo largo del día dentro de los valores óptimos (PA diastólica [PAD] < 80 mmHg y PA sistólica [PAS] < 130 mmHg), y *c*)

Correspondencia: Dra. C. Vázquez Martínez.
Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Ramón y Cajal.
Ctra. Colmenar, km 9,4. 28034 Madrid. España.
Correo electrónico: cvazquez.hrc@salud.madrid.org

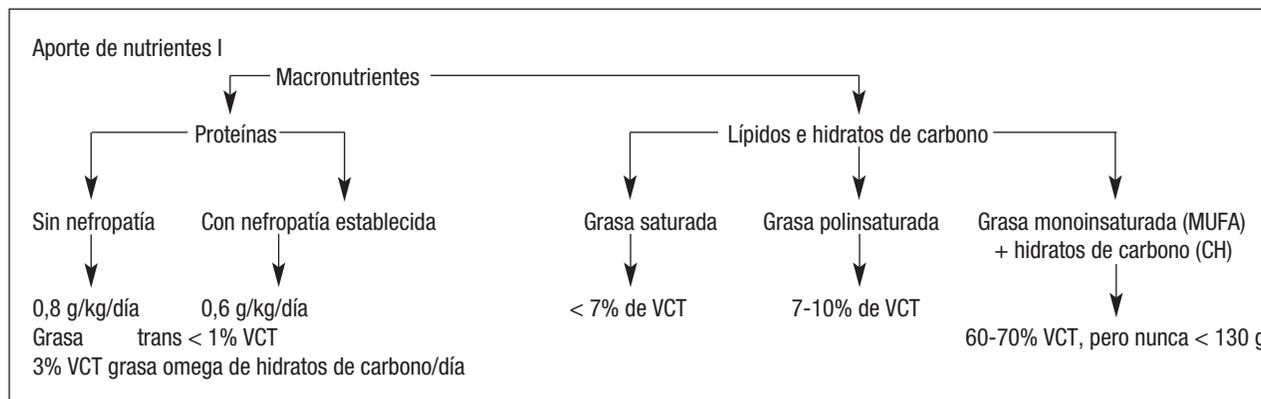


Fig. 1. Reparto de macronutrientes en la dieta del diabético tipo 2. VCT: valor calórico total.

un perfil lipídico lo más cercano posible a las recomendaciones para la prevención secundaria de enfermedad cardiovascular.

3. Contribuir a mejorar el curso de las complicaciones metadiabéticas, especialmente el riesgo cardiovascular en la diabetes tipo 2, y otras enfermedades coexistentes, si existen: hepatopatía, pancreatitis, etc.

4. Adaptarse a las posibilidades económicas de los pacientes y sus gustos, así como a sus preferencias culturales, para mantener la función placentera de comer.

5. Adaptarse al tratamiento farmacológico: antidiabéticos orales o insulina, tipo y esquema de administración.

APORTE CALÓRICO/ADECUACIÓN DEL PESO

El sobrepeso y la obesidad son muy prevalentes en la diabetes tipo 2. El exceso de grasa, y muy particularmente la grasa visceral, se relaciona consistentemente con la resistencia a la insulina y complica el abordaje metabólico de los pacientes diabéticos, además de constituir un factor independiente de riesgo cardiovascular, que sigue siendo la primera causa de muerte en la población diabética.

El enfoque dietético en el obeso con diabetes estriba en la aplicación de la dieta hipocalórica como pilar básico e insustituible del tratamiento, junto con el aumento de la actividad física y una educación terapéutica adecuada, para reforzar los objetivos pactados.

La disminución moderada del peso es una estrategia terapéutica que ha demostrado ser eficaz¹ (nivel de evidencia A), y consiste fundamentalmente en el incremento de la actividad física y la disminución del aporte calórico. Una reducción de 500-1.000 kcal/día en la ingesta previa conduce a pérdidas de 2 a 4 kg mensuales² (nivel evidencia A), y resulta en un mejor mantenimiento de la masa magra, una probable atenuación del síndrome adaptativo (síndrome postobeso) y una menor hiperfagia posterior que las dietas más restrictivas³. No hay que olvidar que las ingestas inferiores a 1.500 kcal pueden no asegurar el aporte suficiente de micronutrientes. En la práctica, esto es equivalente a aportar 20-25 kcal/kg de peso real en el diabético obeso (fig. 1). Además, las pérdidas modestas de peso (un 5-10% del peso normal) son muy eficaces en el control de las complicaciones.

Una vez finalizada la fase inicial del tratamiento, se pasará a una dieta semilibre, ligeramente hipocalórica (100-200 kcal inferior a las necesidades energéticas totales del paciente) y a la práctica de ejercicio físico, con el fin de mantener el peso perdido.

En pacientes seleccionados, está indicado el tratamiento farmacológico de la obesidad⁴, pero es importante la estrategia de suspensión del tratamiento, para evitar la rápida recuperación del peso perdido. En la obesidad mórbida o asociada a muchas comorbilidades, puede estar indicada la cirugía bariátrica⁵. Especialmente prometedora es la banda gástrica laparoscópica⁶, siempre evaluando el cociente riesgo/beneficios.

Un paciente con diabetes tipo 2 en normopeso (índice de masa corporal [IMC] de 20-25 kg/m²) debe recibir entre 25 y 35 kcal/kg de peso real/día, según el sexo y la edad. Los ancianos precisan un aporte calórico menor⁷ (nivel de evidencia A), aunque a partir de los 75 años la malnutrición puede ser más frecuente⁸. En este caso (IMC < 19 kg/m²) podrá incrementarse hasta 35-40 kcal/kg de peso, pero un mayor aporte puede ser inadecuado.

HIDRATOS DE CARBONO, ÍNDICE GLUCÉMICO Y FIBRA

Los hidratos de carbono de la dieta los aportan fundamentalmente los cereales y derivados, el arroz, los tubérculos, las legumbres, las verduras, las frutas, las bebidas azucaradas y los dulces en general, que contienen azúcares, almidón y fibra (tabla 1). Deben obviarse términos más confusos, como hidratos de carbono de absorción rápida o lenta, etc.⁷. La cantidad total de hidratos de carbono sigue siendo el factor más decisivo en el control metabólico, así como su ajuste en relación con la medicación antidiabética y el ejercicio⁷ en el control (nivel de evidencia A). Es conveniente conocer la cantidad y el tipo de hidrato de carbono de una ingesta e ingerir cantidades estables de hidratos de carbono que contribuyan a una mayor facilidad de control (nivel de evidencia C).

El tipo de hidrato de carbono y el índice glucémico de la ingesta afectan modestamente al control glucémico (nivel de evidencia B) y más específicamente a la glucemia posprandial¹. Varios metaanálisis recientes han demostrado que el índice glucémico de los alimentos^{9,10} afecta al control glucémico. Los factores que más influyen en el índice glucémico de una ingesta son la cantidad de hidratos de carbono, el tipo de azúcar (glucosa, sacarosa, fructosa o lactosa), el tipo de almidón (amilosa, amilopectina o almidón resistente), la forma de cocinado o procesado y otros componentes de la ingesta (grasa, pectinas, fitatos, taninos, etc.).

El caso de la fructosa merece consideración aparte, pues, aunque tiene un bajo índice glucémico, induce mucha menor saciedad que la propia sacarosa (efecto explicado por la

TABLA 1. Grupos de alimentos, características y función

Grupos de alimentos	Características	Función
Grupo 1. Lácteos: leche y derivados, queso fresco	Ricos en proteínas de alta calidad biológica y calcio	Plástica o formadora
Grupo 2. Alimentos proteicos: carnes, pescados, huevos, frutos secos y queso curado	Ricos en proteínas de alta calidad, hierro y algunas vitaminas. Algunos son ricos en grasa saturada	Plástica o formadora
Grupo 3. Alimentos hidrocarbonatados: legumbres y tubérculos; cereales y derivados; azúcares y dulces; bebidas azucaradas	Ricos en proteínas y fibra, ricos en grasa y minerales, ricos en hidratos de carbono. Hidratos de carbono de absorción rápida	Mixta: energética y plástica
Grupo 4. Verduras y hortalizas	Ricos en vitaminas, minerales y fibra	Reguladora
Grupo 5. Frutas	Ricas en vitaminas y minerales, y algunas ricas en azúcar y fibra	Reguladora
Grupo 6. Grasas	Ricas en vitaminas, liposolubles y ácidos grasos esenciales	Energética
Otros: precocinados, bebidas alcohólicas, etc.	Gran densidad calórica. En general, poca riqueza nutricional. Gran contenido en sal y/o monosacáridos	Energética

menor capacidad de la fructosa para estimular la secreción de insulina y leptina, y la menor atenuación de la ghrelina)¹¹, lo que a la larga contribuye a incrementar las ingestas. Por otro lado, el efecto hipertrigliceridemiante y lipogénico de altas dosis de fructosa la hacen poco recomendable en el tratamiento nutricional de la diabetes tipo 2, a pesar de su bajo índice glucémico¹.

Aunque, en anteriores ediciones, la American Diabetes Association (ADA) recomendaba, como consenso de sus expertos, una ingesta de grasa monoinsaturada + hidratos de carbono del 60-70% de las calorías totales⁷, en posicionamientos más recientes se ha matizado^{1,8} que no es recomendable menos de un 38-40% de hidratos de carbono en el tratamiento nutricional de un diabético, y no se recomienda disminuir la ingesta por debajo de 130 g/día, pues compromete el funcionamiento de los tejidos glucodependientes¹.

Finalmente, se sabe que la presencia de fibra disminuye la densidad energética de la ingesta, aumenta la saciedad y reduce la ingesta energética a corto y medio plazo¹², lo que es muy importante en el paciente con diabetes tipo 2 con sobrepeso. La porción soluble de la fibra dietética es la que más reduce el índice glucémico del alimento, ya que disminuye la velocidad de absorción de los hidratos de carbono. Por esto, al diabético tipo 2, como a la población general, se le recomienda seleccionar los hidratos de carbono entre los alimentos ricos en fibra, como hortalizas, verduras, legumbres y cereales integrales⁷ (nivel de evidencia B).

Edulcorantes

Aunque la sacarosa puede incluirse en la dieta, utilizada como un intercambio dentro del plan de ingesta, los polioles pueden utilizarse como edulcorantes en cantidades moderadas. Los edulcorantes acalóricos permitidos por la Food and Drug Administration (FDA) (sacarina, ciclamato, acesulfamato potásico, neotame y sucralosa) son seguros¹ (nivel de evidencia A). La fructosa no se recomienda como edulcorante, por su efecto hipertrigliceridemiante⁷.

PROTEÍNAS

Los alimentos más ricos en proteínas son los cárnicos, los pescados, los huevos, los quesos curados y los frutos secos (tabla 1). La proporción de la energía total diaria aportada por las proteínas en la dieta de la población general es del 15-20% y no parece diferir en la población diabética. En general, esta cantidad es muy superior a las recomendaciones de las Cantidades Diarias Recomendadas (RDA) de 0,8 g/kg/día. Aunque, en situaciones de mal control glucémico,

el catabolismo proteico está aumentado y se necesita un mayor aporte proteico que lo que recomiendan las RDA⁷ (nivel de evidencia B), esta proporción no es superior al 20% de las calorías. Un aporte elevado puede ser un factor que predisponga a la aparición de nefropatía. En la diabetes tipo 2 con nefropatía establecida parece prudente limitar la ingesta proteica a las RDA, lo que supone el 10-12% de las calorías totales. Un metaanálisis¹³ de varios estudios mostró que la restricción proteica puede ser beneficiosa para algunos pacientes cuya nefropatía parece seguir progresando, a pesar de un buen control metabólico y tensional, e incluso una mayor restricción puede ser útil en algunos pacientes con mayor progresión de la insuficiencia renal¹⁴ (nivel de evidencia B). Sin embargo, en la diabetes tipo 2 con normofunción renal y asociada a obesidad, la dieta hipocalórica adecuada puede contener un porcentaje de aporte proteico cercano al 20%, para aportar suficiente cantidad de proteínas en términos absolutos, elevar el efecto termogénico de la dieta y contribuir al imprescindible mantenimiento de la masa magra¹⁵.

GRASAS

Dado que la diabetes es un factor de riesgo cardiovascular de gran relevancia, que equivale a haber presentado ya un episodio cardiovascular, son aplicables las recomendaciones del National Cholesterol Education Program (NCEP)¹⁶ para la prevención secundaria; es decir, una ingesta total de grasa de entre el 25 y el 35% del valor calórico total (VCT) de la dieta, una ingesta de grasa saturada menor del 7% del VCT y minimizar la ingesta de grasa trans por debajo del 1% del VCT¹⁷. En la práctica, es muy útil conocer el contenido en grasa saturada y grasa trans de los alimentos y estandarizar su aporte. El aporte de colesterol deberá ser inferior a 300 mg⁷ (nivel de evidencia A). Si predomina la hipertrigliceridemia y la elevación de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y de baja densidad (LDL) pequeñas y densas, la ingesta de grasa monoinsaturada puede incrementarse al 20%, y reducir el aporte de hidratos de carbono. Los ácidos grasos poliinsaturados deberán constituir entre el 7 y el 10% de la dieta (nivel de evidencia C)⁷, con inclusión de ácidos grasos muy poliinsaturados, de la serie omega 3 (docosaheptaenoico [DHA], eicosapentaenoico [EPA] y alfa linolénico). La ingesta de, al menos, 2 porciones de pescado azul a la semana garantiza el aporte mínimo recomendado de omega 3. Los esteroides vegetales, a dosis de 2-4 g/día, pueden reducir la fracción de colesterol ligado a LDL (cLDL) en un 10-24%¹⁸.

REPARTO ÓPTIMO DEL VALOR CALÓRICO TOTAL

El margen de reparto de las calorías entre los 3 macronutrientes (proteínas, grasas e hidratos de carbono) es amplio. Las recomendaciones del Instituto de Medicina son, para la población general, que las calorías procedentes de las grasas estén entre el 20 y el 35% del VCT, las proteínas entre el 10 y el 35%, y los hidratos de carbono entre el 45 y el 65%¹⁹. Pero, en los últimos años, han aparecido varios ensayos clínicos que han demostrado un mayor beneficio a corto plazo, en términos de control metabólico y pérdida de peso, de las dietas bajas en hidratos de carbono respecto a las dietas pobres en grasa para diabéticos tipo 2. Un reciente metaanálisis ha demostrado la superioridad de las dietas restringidas en hidratos de carbono, en cuanto a la disminución de los triglicéridos y la mejoría del colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad (cHDL) (pero no LDL), tras 6 meses de tratamiento²⁰. Sin embargo, la eficacia en la pérdida de peso parece atenuarse a los 6 meses, perder significación y ser nula a más largo plazo. Lo que sí sigue siendo importante es el control estricto del porcentaje de grasa saturada < 7-10% y la grasa trans, con el consenso de los expertos de la ADA, de que la suma de la ingesta de grasa monoinsaturada + hidratos de carbono ha de suponer el 60-70%. Como ya se ha comentado, parece imprescindible, además, mantener una ingesta absoluta de hidratos de carbono no inferior a las recomendaciones (RDA): 130 g/día¹⁹ (nivel de evidencia B). Una de las razones importantes para mantener esa ingesta, como mínimo, es que dietas más restrictivas en hidratos de carbono eliminan alimentos imprescindibles por su contenido en vitaminas, fibra y minerales.

En suma, no se ha identificado aún la combinación óptima de macronutrientes para pacientes con diabetes tipo 2¹ y es muy probable que no sea posible ni adecuado, ya que será necesario individualizar dicho reparto en función de: a) fase de la diabetes; b) presencia de sobrepeso u obesidad; c) concomitancia de dislipemias, y d) presencia de afección renal (fig. 1).

VITAMINAS Y MINERALES

El aporte de sodio no debe superar los 2,4 g/día¹. No existe evidencia clara sobre el beneficio de la suplementación vitamínica o mineral a personas con diabetes⁷ (nivel de evidencia B), exceptuando el ácido fólico en la gestación y el calcio, que debe suplementarse si la ingesta diaria no llega a 1.500 mg, especialmente en gestantes y en personas mayores de 55 años, para reducir la osteoporosis. No obstante, episódicamente, puede haber deficiencias o subcarencias que deben corregirse, y no hay que olvidar que las dietas muy hipocalóricas pueden ser deficitarias.

Antioxidantes

Puesto que la diabetes es un estado que comporta un mayor estrés oxidativo, se han realizado numerosos ensayos clínicos con diferentes dosis y combinaciones de antioxidantes, con suplementos de la dieta, y no han podido demostrar que tengan un beneficio generalizable, e incluso en algún caso se han hallado efectos secundarios indeseables, por lo que no se recomienda su uso sistemático¹ (nivel de evidencia A).

Cromo

Varios estudios han sugerido efectos beneficiosos de la suplementación con cromo en el tratamiento de la resistencia a la insulina vinculada con la diabetes tipo 2, la diabetes secundaria a corticoides, etc., así como en algunas poblacio-

nes deficitarias en cromo²¹. Sin embargo, según la FDA, es prematuro extraer conclusiones generalizables, y en el caso del cromo para la reducción del peso, un metaanálisis no ha conseguido probar ningún efecto.

Cinc y magnesio

Ensayos clínicos de un grupo iraní^{22,23} en diabetes tipo 2 han demostrado que existe un beneficio en la PA, la función glomerular y el perfil lipídico, al suplementar con cinc, solo o unido a otros micronutrientes, pero la evidencia es aún muy insuficiente. En el caso del magnesio, igualmente, algunos ensayos clínicos han mostrado el beneficio de administrar suplementos a pacientes diabéticos con déficit de magnesio²⁴.

ALCOHOL

En personas con diabetes son aplicables las mismas recomendaciones de prudencia en el consumo de alcohol que en la población general. Para aquellos que lo toman, deben limitarlo a una porción/día en el caso de mujeres y 2 en varones (porción = 360 ml de cerveza, 150 de vino o 45 de bebidas de mayor graduación)⁸ (nivel de evidencia B). En el caso de la diabetes tipo 2, no debe olvidarse el poder hiperglicémico del alcohol así como su aporte energético.

TRATAMIENTO NUTRICIONAL EN HIPOGLUCEMIAS

La glucosa es el mejor tratamiento para las hipoglucemias, aunque puede utilizarse cualquier fuente hidrocarbónica (nivel de evidencia A). La dosis inicial debe ser de 15-20 g y reevaluar glucemia a los 60 min (nivel de evidencia B); generalmente es necesario un tratamiento adicional⁷.

ENFERMEDAD CATABÓLICA INTERCURRENTE

El estrés médicoquirúrgico lleva con frecuencia a la malnutrición calorico-proteica y, a veces, a la necesidad de aportar nutrición artificial. La mayoría de los pacientes no precisa fórmulas específicas para la diabetes. El aporte calórico será de entre 25 y 35 kcal/kg/peso, y se precisa un incremento del aporte proteico de hasta 1,5 g/kg si el estrés es moderado-grave⁷.

PRESCRIPCIÓN DIETÉTICA Y CONFECCIÓN DE MENÚS

Para realizar una dieta equilibrada que contenga los macro y los micronutrientes en las cantidades adecuadas es imprescindible conocer los alimentos que los contienen. La estrategia de la clasificación de los alimentos según el macronutriente predominante y prescribir la dieta en forma de intercambios equivalentes ha mostrado ser la forma más flexible para el seguimiento de la dieta²⁵.

Se denomina intercambio (antes *ración*) a la cantidad de alimento que contiene 10 g de uno de los 3 macronutrientes. Todos los miembros del equipo sanitario que atiende al paciente diabético deben estar familiarizados con esta forma de prescribir y enseñar.

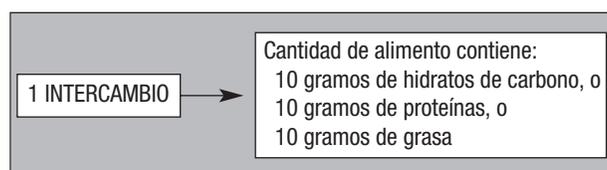


TABLA 2. Cantidad de alimento por unidad de intercambio

Lácteos	Alimentos hidrocarbonados
200 ml de leche (entera, semidesnatada, desnatada), 2 yogures (naturales sabores, bio, desnatados), 2 Actimel® líquido (0% MG), 40 g de queso fresco	60 g de guisantes, habas, 50 g de patatas, boniatos, 20 g de legumbres, 20 g de pan, 20 g de cereales de desayuno integrales, 15 g de tostadas, biscotes, cereales desayuno, galletas, 15 g de arroz, sémola, harina, 15 g de pasta (fideos, macarrones, canelones), 50 g de maíz hervido
Alimentos proteicos	Frutas
50 g de ternera magra, buey, pollo, conejo, cordero, cerdo, 60 g de jamón de York, pechuga de pavo, 75 g de pescado blanco, azul, marisco, 40 g de embutido, 40 g de queso: curado, cremoso, seco, 35 g de jamón serrano, 1 huevo, 80 g de berberechos, navajas, almejas, mejillones, etc., al natural, 40 g de frutos secos	150 g de melón, sandía, 100 g de naranja, albaricoque, pera, mandarina, ciruela, piña, kiwi, fresón, paraguayana, 50 g de plátano, uva, cerezas, higo, chirimoya, níspero, mango, caqui
Verduras	Grasas
300 g de escarola, lechuga, endivias, acelgas, espinacas, setas, espárragos, pepinos, tomates, pimientos, col, berenjenas, coliflor, calabacín, champiñón, 200 g de judías verdes, nabos, puerros, 100 g de alcachofas, coles de Bruselas, zanahoria, remolacha, cebolla	1 cucharada de aceite de oliva o mayonesa, 10 g de mantequilla, margarina, 40 g de aceitunas, 30 g de nata

MG: materia grasa.

Basados en la clasificación de los alimentos ya descrita, un intercambio equivale a las cantidades de cada grupo que pueden intercambiarse entre sí (tabla 2).

Elaboración práctica de la dieta por intercambios

Para la elaboración práctica de la dieta deben seguirse los siguientes pasos (fig. 2):

1. Calcular la cantidad de calorías que se van a prescribir, necesarias para cubrir las necesidades individuales, según la edad, el nivel de actividad, el sexo, el peso actual y el tipo de afección concomitante a la enfermedad de base (fig. 2).

2. Establecer la distribución porcentual de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas, lípidos).

3. Calcular la cantidad en gramos de dichos macronutrientes.

4. Calcular el número de intercambios que suponen dichas cantidades en gramos. Normalmente es suficiente con hacerlo para los alimentos hidrocarbonados (fig. 2).

5. Distribuir la ingesta alimentaria en el número de comidas repartidas a lo largo del día. Normalmente, el desayuno debe proporcionar entre el 20 y el 25% de las calorías totales, la comida de la media mañana, entre el 5 y el 10%, la comida y la cena, entre el 25-30%, la merienda, el 10%, y el resopón o antes de dormir, el 5%. La distribución se modificará según el número de las ingestas que compongan la dieta, el tipo de enfermedad presente y los fármacos o insulina.

6. Adjuntar una lista reducida de intercambios clasificados por grupos de alimentos (tabla 2).

EJERCICIO FÍSICO Y DIABETES

El organismo humano es una central de energía muy compleja y sofisticada, cuya producción energética reemplaza en la vida celular y en la posibilidad de realizar todo tipo de actividades y movimientos. La energía procedente de los alimentos se almacena en forma de moléculas de adenosín trifosfato (ATP) que, en el músculo, se transforman en energía cinética gracias a complejos procesos que precisan la presencia de oxígeno. Para la producción celular de ATP, la glucosa es el sustrato primero, preferencial e imprescindible. La presencia de insulina asegura la glucogénesis y la captación celular de la glucosa. Cuando transcurre

cierto tiempo de ejercicio, se van liberando ácidos grasos de los depósitos de grasa, se produce una cierta «insulinorresistencia» muscular, para permitir la entrada de los ácidos grasos a la célula muscular, como sustrato energético, y ahorrar glucosa, que en esos momentos ya escasea. Finalmente, en el ejercicio muy intenso o prolongado la secreción de insulina disminuye y se incrementa la producción de las hormonas contrarreguladoras, cuya finalidad es regular el metabolismo energético, asegurar los cambios cardiovascularmente imprescindibles para una adecuada oxigenación, impedir la deshidratación y asegurar un mínimo de glucosa, aun a costa de otros sustratos, para evitar hipoglucemias.

En las personas no diabéticas, el ejercicio incrementa la sensibilidad a la insulina, mejora el perfil lipídico, mantiene la masa muscular, y aumenta la circulación periférica y la capacidad funcional respiratoria²⁶.

Para los diabéticos, se ha recomendado siempre el ejercicio físico como una parte del tratamiento de la enfermedad no sólo porque consume glucosa y ayuda a mantener los valores de glucemia cercanos a los normales, sino también por el efecto beneficioso que tiene en la prevención de las complicaciones crónicas, especialmente las cardiovasculares, y en la misma expectativa de vida^{1,26}. Estas recomendaciones no difieren de las recomendaciones generales que lleva a cabo la Organización Mundial de la Salud²⁷ para la prevención de las principales enfermedades crónicas no transmisibles, y que el Gobierno español ha adoptado en un conjunto de medidas de amplio alcance, denominadas Estrategia NAOS²⁸, y cuyos objetivos de cambio de estilo de vida se simbolizan con la «Pirámide del estilo de vida saludable»²⁹ (fig. 3).

Sin embargo, en presencia de diabetes, los cambios metabólicos y hormonales son más complejos y la prescripción adecuada del ejercicio físico es más difícil.

Efectos metabólicos del ejercicio en la diabetes tipo 2

Durante el ejercicio físico intenso disminuye la producción hepática de glucosa, aumenta la captación de ésta por la célula y disminuyen los valores de insulina. Un programa de actividad física moderada puede mejorar enormemente la sensibilidad a la insulina y aportar un gran beneficio (tabla 3) en el control metabólico del diabético tipo 2 y de sus factores de riesgo cardiovascular: mejora la PA y los valores de lípidos y, en conjunto, se puede afirmar que el ejercicio

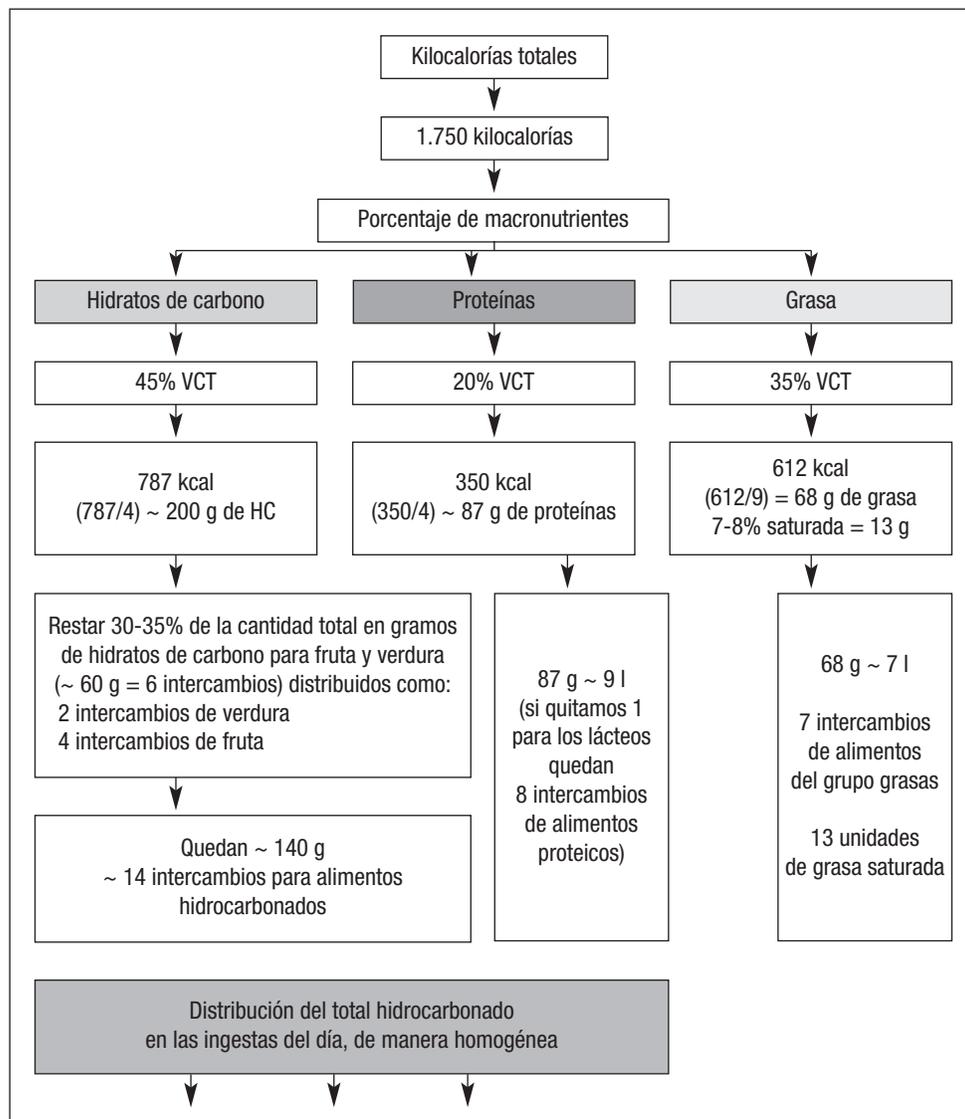


Fig. 2. Pasos que se deben seguir para la planificación de una dieta por intercambios.

físico es una de las herramientas terapéuticas más eficaces en la diabetes tipo 2³⁰ (nivel de evidencia A) pero, desgraciadamente, menos utilizadas.

Se ha podido demostrar la eficacia del ejercicio físico, tanto en la prevención de la diabetes tipo 2 en individuos predispuestos como en la «curación» de la enfermedad, entendiendo ésta como la desaparición de valores elevados de glucemia en sangre y la casi normalización de la sensibilidad a la insulina³¹.

La actividad física es una herramienta de máxima efectividad para perder peso en el paciente diabético tipo 2 obeso, pues consigue disminuir la grasa y específicamente la grasa visceral, sobre todo cuando se utiliza en combinación con otros elementos de cambio de estilo de vida³² (nivel de evidencia A).

Pero los efectos positivos de la actividad física son independientes de la pérdida de peso¹. La actividad física y, mejor aún, el ejercicio físico programado ha demostrado mejorar el grado funcional cardiorrespiratorio en el diabético

tipo 2, que constituye un factor de riesgo cardiovascular independiente en el diabético³³ (nivel de evidencia A).

Incrementar, pues, la actividad física en la vida diaria es un objetivo prioritario en la diabetes tipo 2.

Efectos metabólicos del ejercicio en la diabetes tipo 2 en fase de fracaso de la célula beta

En esta fase, la situación es similar a lo que ocurre en la diabetes tipo 1, y los efectos son mucho más complejos: el control habitual del paciente, la cantidad, el tipo, el horario y la pauta de administración de la insulina, la cantidad de hidratos de carbono habitualmente ingerida y la que se realiza antes del ejercicio, así como la intensidad, el tipo y la duración de éste.

Pero, de todos ellos, el factor más determinante es la disponibilidad de insulina en el momento de comenzar el ejercicio. Si la insulina se ha inyectado subcutáneamente poco

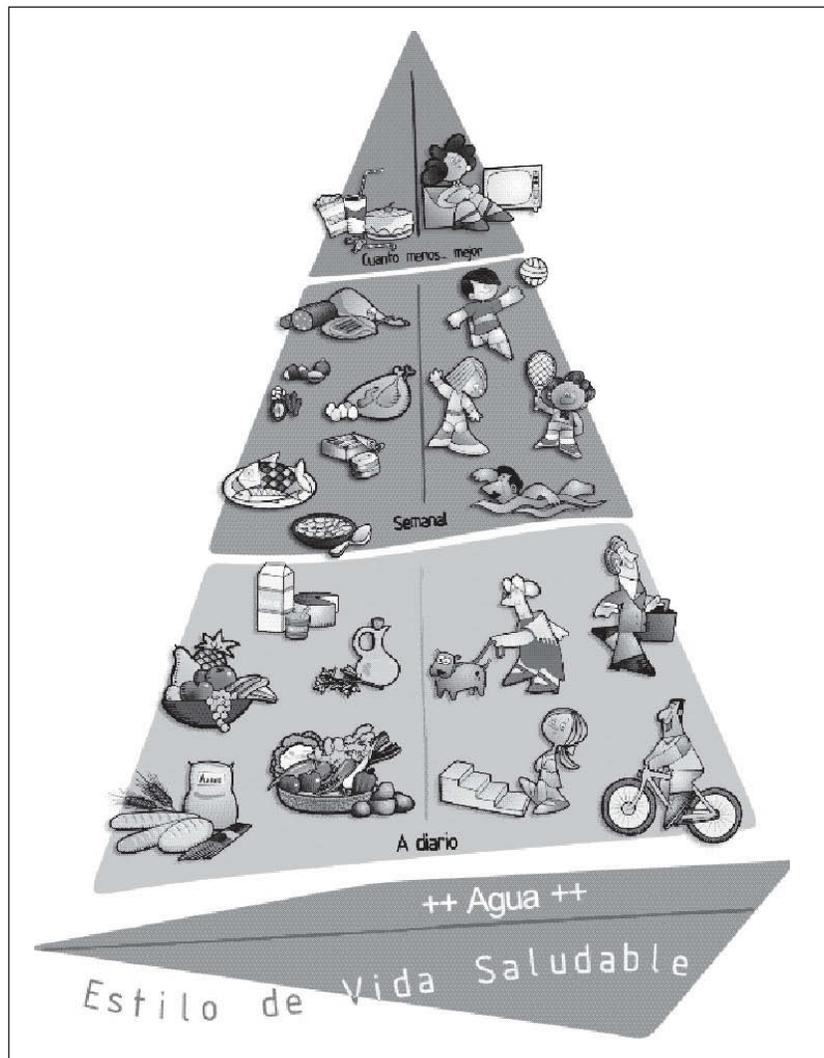


Fig. 3. Pirámide del estilo de vida saludable. Estrategia NAOS.

antes del ejercicio, su liberación continua impedirá la necesaria disminución de los valores de insulina que permiten evitar la hipoglucemia; es decir, el aumento de producción por parte del hígado, la liberación y la utilización de los ácidos grasos, de forma que la hipoglucemia es inevitable, a no ser que se tomen suplementos de hidratos de carbono. Esto ocurre si el ejercicio se realiza entre 30 y 90 min después de una inyección de insulina ultrarrápida o 2-3 h después de

una de insulina rápida (regular), o bien en el momento de máxima acción de una insulina intermedia (NPH, NPL, etc.).

En condiciones de hipoinsulinemia (tabla 4), es decir, cuando han pasado muchas horas desde la última inyección de insulina, se produce un incremento importante de la producción hepática de glucosa, motivada por la insulinopenia y por la acción de las hormonas contrarreguladoras asociadas al ejercicio: la hiperglucemia resultante puede ser grave y acompañarse de una importante liberación de ácidos grasos, cuya oxidación da lugar a la producción de cetonemia y cetonuria.

Por esto, el ejercicio debe ser programado en conjunto con la alimentación y la insulino terapia, para que sea eficaz y no produzca efectos secundarios indeseables (tabla 5). Sin embargo, esta dificultad no puede ensombrecer el beneficio global que representa el ejercicio físico para un diabético, con la condición de que tenga entrenamiento y haya adquirido habilidades en el abordaje del control de las herramientas terapéuticas.

Sin embargo, el ejercicio físico, sobre todo si es de intensidad, requiere una serie de precauciones y es necesario conocer también las contraindicaciones (tabla 6).

TABLA 3. Beneficios del ejercicio físico en la diabetes tipo 2

<p>Mejor control metabólico a largo plazo Disminución de la glucemia basal y posprandial Aumento de la sensibilidad a la insulina Ayuda al control y la reducción del peso Reduce los factores de riesgo cardiovascular Mejora la función cardiovascular, con aumento del consumo máximo de oxígeno y descenso de la frecuencia cardíaca para el mismo nivel de esfuerzo físico Mejora la sensación de bienestar y la calidad de vida</p>

TABLA 4. Factores que determinan la glucemia plasmática en respuesta al ejercicio agudo en la diabetes tipo 2

Insulina circulante	Sin insulina circulante
El hígado no produce glucosa No hay liberación de ácidos grasos Posibilidad de hipoglucemia si se toman fármacos secretagogos o insulina	El hígado produce mucha glucosa Liberación masiva de ácidos grasos Hiperglucemia Posibilidad de cetonemia y cetonuria

TABLA 5. Normas orientativas para tomar suplementos hidrocarbonados, según el tipo y la duración del ejercicio

Intensidad del ejercicio	Valores de glucemia (mg/dl)	Suplementos de carbohidratos
<i>Baja, a < 50% de la FCM</i>		
Pasear, bolos, tenis en parejas, correr suave, paseos en bicicleta	< 100	10-15 g de hidratos de carbono antes (= 1 intercambio o 1,5 intercambios)
Pasear, bolos, tenis en parejas, correr suave, paseos en bicicleta	> 100	No precisa comer
<i>Moderada, a 50-70% de la FCM</i>		
Tenis individual, nadar, correr, golf, ciclismo	< 100	25-50 g antes (2,5 a 5 intercambios) y 10-15 (1-1,5) por hora de ejercicio
Tenis individual, nadar, correr, golf, ciclismo	100-180	10-15 g antes (1-1,5 intercambios)
Tenis individual, nadar, correr, golf, ciclismo	180-300	No precisa comer
Tenis individual, nadar, correr, golf, ciclismo	> 300	No hacer ejercicio
<i>Fuerte, a 70-85% de la FCM</i>		
Fútbol, hockey, ciclismo, squash, remo	< 100	50 g (5 intercambios) antes y 10-15 g (1-1,5 intercambios) por cada hora de ejercicio
Fútbol, hockey, ciclismo, squash, remo	100-180	25-50 g (2,5 a 5 intercambios) antes
Fútbol, hockey, ciclismo, squash, remo	180-300	10-15 g (1 a 1,5 intercambios) antes
Fútbol, hockey, ciclismo, squash, remo	> 300	No hacer ejercicio

FCM: frecuencia cardíaca máxima.

Prescripción del ejercicio: conceptos básicos

En primer lugar, es importante distinguir entre:

1. Aumento de la actividad física diaria (nivel 1 de la pirámide de la estrategia NAOS): caminar, subir escaleras, etc. Para que el incremento de la actividad física sea efectivo, ésta debe ser diaria y realizarse al menos durante 30 min.

2. Práctica de ejercicio físico (nivel 2 de la pirámide). La recomendación es practicar ejercicio físico adecuado para el estado funcional, la edad y la situación de la enfermedad, entre 2 y 3 veces por semana. Para la prescripción del ejercicio sin correr riesgos es fundamental conocer la intensidad y el tipo de ejercicio. Por esto, hay que revisar algunos conceptos:

La mejor manera de determinar la intensidad del ejercicio es mediante la medición del volumen máximo, pero de for-

ma más sencilla, en la práctica diaria, se puede utilizar la frecuencia cardíaca, ya que guarda relación con el volumen de oxígeno máximo utilizado. La frecuencia cardíaca máxima declina con la edad y mantiene diferencias individuales. Se evalúa mediante una prueba de esfuerzo o simplemente aplicando la fórmula: frecuencia cardíaca máxima = 220 - edad.

El American College of Sport Medicine recomienda no superar nunca el 90% de este máximo, pero lo mejor es moverse en límites más prudentes, que es lo que se llama frecuencia cardíaca de reserva, que se encuentra entre el 50 y el 85% de la máxima. No es aconsejable superar el límite bajo de esta frecuencia de reserva si el nivel de forma física es muy bajo.

Otra forma de calcular la frecuencia cardíaca de reserva es restar de la frecuencia cardíaca máxima la frecuencia

TABLA 6. Precauciones y contraindicaciones del ejercicio físico

<i>Precauciones</i>
Evitar hacer ejercicio si el control metabólico es deficiente
Es preciso adaptar el tipo y la intensidad del ejercicio a la capacidad física
Se debe vigilar el calzado y el estado de los pies. Hay que inspeccionarlos antes y después del ejercicio
No conviene hacer ejercicio al aire libre cuando las condiciones climatológicas son extremas
Extremar los cuidados en el calzado cuando se tienen trastornos de la sensibilidad en las extremidades inferiores
Consultar al terapeuta si la presión arterial mínima es igual o superior a 100 mmHg y/o la frecuencia cardíaca en reposo es mayor de 100 lat/min
<i>Contraindicaciones</i>
Cuando se presenta una enfermedad cardiovascular o tromboembólica reciente o no controlada
Si la presión arterial máxima es superior a 180 mmHg y/o la mínima es superior a 105 y/o la frecuencia cardíaca en reposo es mayor de 120 lat/min
Si se tiene una enfermedad infecciosa aguda o una reagudización de una enfermedad crónica asociada (p. ej., hepatitis)
Si se tiene un embarazo complicado
Si se está en hipoglucemia o con una glucemia superior a 300 mg/dl y/o hay presencia de cetonuria
Si se presenta retinopatía proliferativa por riesgo de hemorragia ocular

TABLA 7. Tiempo (min) de ejercicio físico, según el peso corporal, para gastar 100 kcal

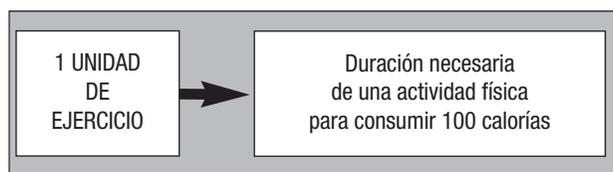
Actividad	50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg	100 kg	110 kg	120 kg
Tareas domésticas								
Asearse	40,00	33,33	28,57	25,00	22,22	20,00	18,18	16,67
Bajar escaleras	20,62	17,18	14,73	12,89	11,45	10,31	9,37	8,59
Barrer	64,52	53,76	46,08	40,32	35,84	32,26	29,33	26,88
Cocinar	44,44	37,04	31,75	27,78	24,69	22,22	20,20	18,52
Comer	80,00	66,67	57,14	50,00	44,44	40,00	36,36	33,33
Coser	100,00	83,33	71,43	62,50	55,56	50,00	45,45	41,67
Dormir	133,33	111,11	95,24	83,33	74,07	66,67	60,61	55,56
Escribir	66,67	55,56	47,62	41,67	37,04	33,33	30,30	27,78
Estar de pie	68,97	57,47	49,26	43,10	38,31	34,48	31,35	28,74
Hacer las camas	35,09	29,24	25,06	21,93	19,49	17,54	15,95	14,62
Lavar los platos	54,05	45,05	38,61	33,78	30,03	27,03	24,57	22,52
Lavar los suelos	55,56	46,30	39,68	34,72	30,86	27,78	25,25	23,15
Leer	111,11	92,59	79,37	69,44	61,73	55,56	50,51	46,30
Limpiar las ventanas	32,79	27,32	23,42	20,49	18,21	16,39	14,90	13,66
Pasar la aspiradora	29,41	24,51	21,01	18,38	16,34	14,71	13,37	12,25
Pintar la casa	43,48	36,23	31,06	27,17	24,15	21,74	19,76	18,12
Planchar	31,75	26,46	22,68	19,84	17,64	15,87	14,43	13,23
Subir escaleras	7,87	6,56	5,62	4,92	4,37	3,94	3,58	3,28
Arreglar el jardín	28,57	23,81	20,41	17,86	15,87	14,29	12,99	11,90
Actividades profesionales								
Albañil	33,33	27,78	23,81	20,83	18,52	16,67	15,15	13,89
Cadena de montaje	66,67	55,56	47,62	41,67	37,04	33,33	30,30	27,78
Carpintería	35,71	29,76	25,51	22,32	19,84	17,86	16,23	14,88
Cortar leña	23,53	19,61	16,81	14,71	13,07	11,76	10,70	9,80
Mecánico	33,33	27,78	23,81	20,83	18,52	16,67	15,15	13,89
Minería	16,67	13,89	11,90	10,42	9,26	8,33	7,58	6,94
Pico y pala	16,67	13,89	11,90	10,42	9,26	8,33	7,58	6,94
Pintor	28,57	23,81	20,41	17,86	15,87	14,29	12,99	11,90
Tareas agrícolas	28,57	23,81	20,41	17,86	15,87	14,29	12,99	11,90
Actividades recreativas								
Baile enérgico	25,00	20,83	17,86	15,63	13,89	12,50	11,36	10,42
Baile de salón	33,33	27,78	23,81	20,83	18,52	16,67	15,15	13,89
Baloncesto	14,29	11,90	10,20	8,93	7,94	7,14	6,49	5,95
Balonmano	13,89	11,57	9,92	8,68	7,72	6,94	6,31	5,79
Bucear	22,22	18,52	15,87	13,89	12,35	11,11	10,10	9,26
Caminar a 3,5 km/h	39,22	32,68	28,01	24,51	21,79	19,61	17,83	16,34
Cavar	14,71	12,25	10,50	9,19	8,17	7,35	6,68	6,13
Cazar	25,00	20,83	17,86	15,63	13,89	12,50	11,36	10,42
Ciclismo a 14 km/h	20,00	16,67	14,29	12,50	11,11	10,00	9,09	8,33
Ciclismo a 20 km/h	12,50	10,42	8,93	7,81	6,94	6,25	5,68	5,21
Ciclismo a 8 km/h	31,25	26,04	22,32	19,53	17,36	15,63	14,20	13,02
Correr a 5 km/h	28,57	23,81	20,41	17,86	15,87	14,29	12,99	11,90
Correr a 7 km/h	20,83	17,18	14,73	12,89	11,45	10,31	9,37	8,59
Correr a 8 km/h	14,49	12,08	10,35	9,06	8,05	7,25	6,59	6,04
Correr a 9 km/h	11,98	9,98	8,55	7,49	6,65	5,99	5,44	4,99
Cross	12,20	10,16	8,71	7,62	6,78	6,10	5,43	5,08
Escalar	12,66	10,55	9,04	7,91	7,03	6,33	5,75	5,27
Esgrima	25,00	20,83	17,86	15,63	13,89	12,50	11,36	10,42
Esquiar	13,16	10,96	9,40	8,22	7,31	6,58	5,98	5,48
Fútbol	14,60	12,17	10,43	9,12	8,11	7,30	6,64	6,08
Golf	25,32	21,10	18,08	15,82	14,06	12,66	11,51	10,55
Judo	10,20	8,50	7,29	6,38	5,67	5,10	4,64	4,25
Karate	10,20	8,50	7,29	6,38	5,67	5,10	4,64	4,25
Montar a caballo	18,69	15,58	13,35	11,68	10,38	9,35	8,50	7,79
Nadar	15,63	13,02	11,25	9,77	8,68	7,81	7,10	6,51
Pádel	11,63	9,69	8,31	7,27	6,46	5,81	5,29	4,84
Patinar	17,24	14,37	12,32	10,78	9,58	8,62	7,84	7,18
Pescar	32,26	26,88	23,04	20,16	17,92	16,13	14,66	13,44
Ping-pong	33,33	27,78	23,81	20,83	18,52	16,67	15,15	13,89
Remar máquina	16,67	13,89	11,90	10,42	9,26	8,33	7,58	6,94
Remar placer	27,03	22,52	19,31	16,89	15,02	13,75	12,29	11,26
Saltar comba	12,35	10,29	8,82	7,72	6,86	6,17	5,61	5,14
Squash	9,52	7,94	6,80	5,95	5,29	4,76	4,33	3,97
Tenis	18,69	15,58	13,35	11,68	10,38	9,35	8,50	7,79
Voleibol	13,33	11,11	9,52	8,33	7,41	6,67	6,06	5,56
Yoga	32,26	26,88	23,04	20,16	17,92	16,13	14,66	13,44

cardíaca que se tiene en reposo sentado. Estos límites de frecuencia cardíaca sirven para marcar las fases necesarias

en un ejercicio o entrenamiento físico para cualquier persona, especialmente si supera los 40 años, pero desde luego

para todo paciente diabético. En los primeros 5 min, o fase de calentamiento, se debe subir sólo un 10% la frecuencia cardíaca de reposo. Entre los 20 y los 30 min de la realización del ejercicio aeróbico se irá ascendiendo paulatinamente hasta la frecuencia cardíaca de reserva, para después descender de nuevo a la de reposo en los 10 min de la fase de enfriamiento. Lógicamente, cuanto más entrenado esté un individuo y, por tanto, su frecuencia cardíaca de reposo desciende, podrá realizar ejercicios más intensos³⁴.

Sería de gran utilidad la estandarización de la prescripción del ejercicio físico de manera similar a como se hace con la alimentación o los fármacos. Una propuesta sería denominar *unidades de ejercicio físico* a la duración necesaria de una actividad física para consumir 100 calorías. Esto requiere tablas fiables en las que se establezca el promedio de consumo calórico en función del peso, la edad y el sexo de diferentes actividades. Una propuesta preliminar se muestra en la tabla 7.



Los deportes de fuerza/potencia. Un caso «especial»

En deportes como la halterofilia, el lanzamiento o el levantamiento de pesas y el culturismo se requiere una gran intensidad de esfuerzo en un corto período. Estas actividades suponen una importante activación de las hormonas contrarreguladoras y, por otro lado, el consumo de glucosa por parte del tejido muscular es muy bajo, debido a la corta duración del movimiento muscular. Por ello, se suelen mantener o incluso elevar los valores de glucosa en sangre. Por tanto, en general, no son deportes muy adecuados en la diabetes tipo 2, aunque la musculación moderada mediante ejercicios de resistencia sí es beneficiosa, por el incremento del consumo energético basal, de la masa magra y de la sensibilidad a la insulina del tejido muscular.

BIBLIOGRAFÍA

- American Diabetes Association. Nutrition Recommendations and Interventions for Diabetes. A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2007;30 Suppl 1:S48-S63.
- NHLBI Obesity Education Initiative Expert Panel on the Identification, Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. Clinical guidelines. The evidence report. Bethesda: National Institutes of Health; 1998.
- Dulloo AG, Jacquet J, Girardier L. Poststarvation hyperphagia and body fat overshooting in humans: a role for feed back signals from lean and fat tissues. *Am J Clin Nutr*. 1997;65:717-23.
- Norris SL, Zhang X, Avenell A, Gregg E, Schmid CH, Kim C, et al. Efficacy of pharmacotherapy for weight loss in adults with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2004;164:1395-404.
- Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jennsen MD, Pories W, Fahrenbach K, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2004;292:1724-37.
- O'Brien PE, Dixon JB, Laurie CH, Skinner S, Proietto J, McNeil J, et al. Treatment of mild to moderate obesity with laparoscopic adjustable gastric banding or an intensive medical program. *Ann Intern Med*. 2006;144:625-33.
- Franz MJ, Bantle JP, Beebe A, Brunzell JD, Chiasson JL, Garg A, et al. Nutrition principles and recommendations in diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27:S36-46.
- American Diabetes Association. ADA Position Statement. Standards of medical care in diabetes 2006. *Diabetes Care*. 2006;29:S4-42.
- Anderson JW, Randles KM, Kendall CW, Jenkins DJ. Carbohydrate and fiber recommendations for individual with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *J Am Coll Nutr*. 2004;23:5-17.
- Kelly S, Frost G, Whittaker V, Summerbell C. Low glycaemic index diets for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;18:CD004467.
- Teff KL, Elliott SS, Tschop M, Kieffer TJ, Rader D, Heiman M, et al. Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:2963-72.
- Anderson GH, Catherine NL, Woodend DM, Wolever TM. Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men. *Am Nutr*. 2002;76:1023-30.
- Andersen S, Tarnow I, Rossing P, Hansen BV, Parving HH. Renoprotective effects of angiotensin II receptor blockade in type 1 diabetic patients with diabetic nephropathy. *Kidney Int*. 2000;57:601-6.
- American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28:S4-36.
- Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:475-82.
- Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001;285:2486-97.
- Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *N Engl J Med*. 2006;354:1601-3.
- Chen JT, Wesley R, Shamburek RD, Pucino F, Csako G. Metaanalysis of natural therapies for hyperlipidemia: plant sterols and stanol versus policosanol. *Pharmacotherapy*. 2005;25:171-83.
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids. Washington DC: National Academic Press; 2002.
- 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;166:285-93.
- Althuis MD, Jordan NE, Ludeington EA, Wittes JT. Glucose and insulin responses to dietary chromium supplements: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2002;76:148-55.
- Farvid MS, Jalali M, Siassi F, Saadat N, Hosseini M. Comparison of the effects of vitamins and/or mineral supplementation on glomerular and tubular dysfunction in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28:2458-64.
- Farvid MS, Jalali M, Siassi F, Saadat N, Hosseini M. The impact of vitamins and/or mineral supplementation on blood pressure in type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr*. 2004;3:272-9.
- De Leeuw I, Engelen W, De Block C, Van Gaal L. Long-term supplementation fluences favourably the natural evolution of neuropathy in Mg-depleted type 1 diabetic patients. *Mag Res*. 2004;17:109-14.
- Canovas B, Koning MA, Muñoz C, Vázquez C. Nutrición equilibrada en el paciente diabético. *Nutr Hosp*. 2001;16:31-40.
- Cavill N, Kahlmeier S, Racioppi F, editors. WHO Europe Report: physical activity and health in Europe: evidence for action. Denmark; 2006.
- Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Documento técnico 916. Ginebra: OMS; 2003.
- Neira M, de Onís M. Estrategia NAOS: prevenir la obesidad, una prioridad de salud pública en España. *Lancet* (ed esp). 2005;365:1386.
- De Teresa C, Vázquez C, Ortega RM, Sosa V, Cos AI, Pousa L, et al. Objetivos nutricionales y de actividad física. En: Ministerio de Sanidad y Consumo, editor. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Madrid: Editorial Panamericana; 2006. p. 123-51.
- Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;3:CD002968.
- Klein S, Sheard NF, Pi-Sunyer X, Daly A, Wylie-Rosett J, Kulkarni K, et al. Weight management through lifestyle modifications for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American Diabetes Association, the North American Association for the study of the obesity, and the Society for Clinical Nutrition. *Diabetes Care*. 2004;27:2067-73.
- Norris SL, Zhang X, Avenell A, Gregg E, Brown TJ, Schmid CH, et al. Long-term non pharmacologic weight loss interventions for adults with type 2 diabetes. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;18:CD004095.
- Boule NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2003;46:1071-81.
- Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control of risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006;29:2518-27.