



Estrategias nutricionales en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus

Elizabeth Pérez-Cruz,^a Diana Elizabeth Calderón-Du Pont,^b Claudia Cardoso-Martínez,^b Verónica Isabel Dina-Arredondo,^b Miriam Gutiérrez-Déciga,^b Claudia Erika Mendoza-Fuentes,^b Diana Minerva Obregón-Ríos,^b Ana Sofía Ramírez-Sandoval,^b Bárbara Rojas-Pavón,^b Lilia Renata Rosas-Hernández,^b Francis Elizabeth Volantín-Juárez^b

Nutritional strategies in the management of patients with diabetes mellitus

Diabetes mellitus is a highly prevalent disease in the world and in Mexico. Due to its chronic evolution it causes multiple sequelae, disability and mortality. An adequate control of diabetic patients based on reaching glycemic targets, maintenance of healthy weight, as well as lipid and blood pressure control is essential to reduce the risk of progression of its complications. Lifestyle changes are also key for preventing and treating the disease. Knowledge of the relationship and mechanism involved between diabetes and alterations in nutrient metabolism should be considered to provide an adequate nutritional program. This article aims to bring healthcare professionals the concepts and strategies, proposed by several scientific societies, about nutritional management of adult patients with diabetes mellitus.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS),¹ la prevalencia de diabetes en adultos mayores de 18 años ha aumentado a nivel mundial del 4.7 al 8.5%. En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de medio camino 2016 (ENSANUT),² la prevalencia de diabetes mellitus (DM) fue de 9.4% y las mujeres fueron más afectadas que los hombres, con 10.3 y 8.4%, respectivamente. La DM es una importante causa de ceguera, enfermedad renal, infarto del miocardio, accidentes cerebrovasculares y amputación de miembros inferiores. Según proyecciones de la OMS, será la séptima causa de mortalidad en 2030.¹ La promoción de hábitos saludables, a través de actividad física y programas de educación nutricional con el fin de lograr las metas glucémicas, niveles de lípidos, presión arterial y control o mantenimiento de peso sano son fundamentales para un adecuado tratamiento y así evitar o retrasar las consecuencias de la enfermedad.^{3,4,5} En el cuadro I se muestran los objetivos de control glucémico y peso en el paciente con diabetes mellitus sugeridos por la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés), así como los objetivos de control hipertensivos de la Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos (AACE: *American Association of Clinical Endocrinologists*). El plan de alimentación siempre debe diseñarse de manera personalizada, considerando la edad, el sexo, la actividad física, las comorbilidades, la situación económica y los alimentos disponibles.⁶

Ingesta calórica

La Norma oficial mexicana para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus (NOM-015-SSA2-2010)³ menciona que el tratamiento inicial se basa en cambios en el estilo de vida, la dieta y el ejercicio. En cuanto al manejo nutricional, se recomienda una disminución de la ingesta calórica, a partir de los hidratos de carbono (HC) refinados y las grasas saturadas, que permita la disminución entre 5 y 10% del peso corporal. Debe iniciarse con una disminución del consumo habitual de 250 a 500 kcal/día y así lograr una reducción de 0.5 a 1 kg de peso a la semana, hasta alcanzar un peso sano. No se recomiendan planes de alimentación con un consumo de calorías < 1200 kcal/día. En pacientes con índice de masa corporal (IMC) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ las dietas de restricción calórica se deben calcular entre 20 y 25 kcal/día, con base en el peso ideal. El aporte de energía en mujeres con actividad física normal y hombres sedentarios es de 25 a

Keywords

Diet	Dieta
Nutrients	Nutrientes
Diabetes Mellitus	Diabetes Mellitus

Palabras clave

^aSecretaría de Salud, Hospital Juárez de México, Clínica de Obesidad y Trastornos Metabólicos. Ciudad de México, México

^bUniversidad del Valle de México Campus Santa Fe, Posgrado en Nutriología Clínica. Ciudad de México, México

Comunicación con: Elizabeth Pérez Cruz
Correo electrónico: pece_liz@hotmail.com

Recibido: 08/04/2019

Aceptado: 03/12/2019

Resumen

La diabetes mellitus es una enfermedad altamente prevalente en el mundo y en México. Debido a su evolución crónica, es también causa de múltiples secuelas, discapacidad y mortalidad. Un adecuado control del paciente diabético que se logre a partir de metas de glucemia, mantenimiento de peso sano, así como control de lípidos y presión arterial es indispensable a fin de disminuir el riesgo de progresión de las complicaciones de la diabetes mellitus. Los cambios en el estilo de vida son clave en la prevención

y el tratamiento de la enfermedad. El conocimiento de la relación y el mecanismo involucrados entre la diabetes y las alteraciones en el metabolismo de los nutrientes debe ser considerado para brindar un programa nutricional adecuado. Este artículo pretende aproximar a los profesionales de la salud los conceptos y las estrategias nutricionales actuales, propuestos por diversas sociedades científicas, para el manejo nutricional de pacientes adultos con diabetes mellitus.

28 kcal/kg de peso/día, mientras que para hombres con actividad física normal y mujeres físicamente activas es de 30 kcal/kg de peso/día.

La AACE^{4,5} recomienda educación nutricional a los pacientes a fin de mantener un peso saludable. En pacientes con obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$) o sobrepeso ($IMC 25-29.9 \text{ kg/m}^2$) debe limitarse la ingesta calórica con el objetivo de reducir su peso corporal entre un 5 y un 10%, con una dieta basada en frutas y verduras, rica en grasas poli y monoinsaturadas, y evitando las grasas trans.

De acuerdo con la ADA⁷ un plan nutricional provisto por personal de salud especializado logra una disminución de la HbA1C en un 0.3 a 1% en personas con DM tipo 1, y de

0.5 a 2% en personas con DM tipo 2. El plan de alimentación debe basarse en alimentos altos en micronutrientos, como en la dieta mediterránea y la dieta DASH. Entre las estrategias para alcanzar la pérdida de peso esperada, se encuentra la disminución de 500 a 750 kcal/día o un consumo de 1200 a 1500 kcal/día para mujeres y de 1500 a 1800 kcal/día para hombres, con énfasis en alimentos como granos enteros, vegetales, frutas, leguminosas, nueces, semillas y carnes magras.

La Federación Internacional de Diabetes (IDF, por sus siglas en inglés)⁸ igualmente recomienda una dieta hipocalórica (reducción de 500 a 600 kcal/día) para personas con sobrepeso u obesidad a fin de alcanzar un peso sano y

Cuadro I Objetivos de control glucémico y peso en el paciente con diabetes mellitus sugeridos por la ADA y de control hipertensivo de la AACE

Parámetro	Meta
HbA1C	< 7% 6-6.5% en caso de enfermedad cardiovascular
Glucosa preprandial	70-130 mg/dL
Glucosa posprandial	< 180 mg/dL
Presión arterial	< 130/80 mmHg
Lípidos	LDL-c < 130 mg/dL: bajo riesgo de enfermedad cardiovascular LDL-c < 100 mg/dL: riesgo moderado y alto LDL-c < 70 mg/dL: riesgo muy alto LDL-c < 55 mg/dL: riesgo extremo HDL-c > 40 mg/dL en hombres HDL-c > 50 mg/dL en mujeres Triglicéridos < 150 mg/dL
Peso	IMC < 25 en adultos jóvenes

HbA1C: hemoglobina glucosilada; LDL-c: colesterol de lipoproteína de baja densidad; HDL-c: colesterol de lipoproteína de alta densidad; IMC: índice de masa corporal

cuando sea posible, una dieta baja en calorías de 800 a 1200 kcal para lograr una pérdida de peso de 10 kg en seis meses.

Distribución de macronutrientes

De acuerdo con la NOM-015-SSA2-2010,³ la *distribución de macronutrientes* incluye al menos un 30% de las calorías totales provenientes de grasas y de estas, < 7% deben ser saturadas y hasta un 15% monoinsaturadas, con un consumo de colesterol < 200 mg/día. En cuanto a los HC, se recomienda una ingesta del 50-60% de las calorías totales, principalmente complejos, con un consumo de azúcares simples < 10%. El consumo de fibra debe ser de 14 g por cada 1000 cal, con preferencia de fibra soluble. Las proteínas se sugieren en un 15% de las calorías totales. Asimismo, se recomienda que en las colaciones se consuman verduras, cereales integrales o derivados lácteos descremados. La educación nutricional deberá dirigirse también a la familia para propiciar la motivación y mantener un estilo de vida saludable.

La AACE^{4,5} recomienda limitar el consumo de azúcar y de alimentos con alto índice glucémico (IG), así como ajustar las dosis de insulina de acuerdo con el consumo de HC. El plan de alimentación debe proporcionar entre el 45 y el 65% de la energía ingerida en forma de HC y por lo menos la mitad deben ser altos en fibra y evitar el consumo de alimentos con alto IG. Las frutas y verduras deben consumirse crudas para aumentar el consumo de fibra y fitonutrientes. En cuanto al consumo de proteínas, se recomienda que sea de 15 a 35% del total de la ingesta calórica, tanto de origen animal como vegetal y pueden reemplazar una porción de grasa saturada o HC refinados

para ayudar a mejorar los lípidos en sangre y la presión arterial. La recomendación de lípidos va del 25 al 35% de la ingesta calórica total, la mayoría de grasas no saturadas a partir de aceites vegetales, semillas, nueces y pescado (incluyendo ácidos grasos omega-3).

La ADA⁷ recomienda la supervisión de los HC, ya sea por conteo o intercambios como estrategias para lograr el control glucémico. Recomienda dietas con un aporte < 55% de HC e incluso ha sugerido un consumo mínimo de 130 g/día. No solo la cantidad de los HC, sino también la forma física, los métodos de procesamiento y la cocción del alimento influyen en la glucemia. El uso del IG y de la carga glucémica (CG) proporcionan un beneficio adicional, en conjunto con un consumo de fibra de 14 g/1000 kcal. Los edulcorantes no nutritivos son seguros cuando se consumen dentro de los niveles de ingesta diaria establecidos por la Food and Drug Administration (FDA). La ingesta de proteína debe ser individualizada; el aporte sugerido es el habitual entre 15 y 20%. Si bien un aporte > 20% de las calorías totales puede contribuir a un aumento en la saciedad, no se ha establecido su efecto a largo plazo sobre la función renal. En relación con las grasas, es más importante el tipo de grasas que se consume que la cantidad.

El límite de grasa saturada recomendable es 7% del total de calorías; la ingesta de grasas trans debe ser minimizada, con un aporte de colesterol < 200 mg/día y el consumo de al menos dos porciones de pescado por semana que proporcionan ácidos grasos poliinsaturados omega-3. La dieta mediterránea, rica en grasas monoinsaturadas, puede mejorar el control glucémico y el perfil de lípidos.⁶

La IDF aconseja consumir alimentos con alto contenido de fibra y bajo IG, evitando azúcares, dulces y bebidas azucaradas.⁸

En el **cuadro II** se resumen las recomendaciones energéticas y de macronutrientos sugeridas para pacientes con DM.

Cuadro II Resumen de las recomendaciones energéticas y de macronutrientos de la NOM-015, la ADA, la AACE y la IDF para los pacientes con diabetes mellitus

	NOM-015	ADA	AACE	IDF
Energía	Disminuir 250-500 cal/día IMC ≥ 30 kg/m ² 20-25 kcal/día	Disminuir 500-750 cal/día para lograr una pérdida de peso del 5%	Reducción calórica en pacientes con IMC ≥ 25 kg/m ²	Disminuir 500-600 cal/día en pacientes con IMC ≥ 25 kg/m ²
Hidratos de carbono	50-60% < 10% simples Fibra 14 g/1000 kcal	< 55% Uso de IG y CG Fibra 14 g/1000 kcal Uso de edulcorantes	45-65% Disminuir el consumo de alimentos con alto IG	50-55% Alto contenido de fibra Alimentos con bajo IG
Proteínas	15%	15-20%	15-35%	15%
Grasas	30% 7% saturadas 15% monoinsaturadas 200 mg/día colesterol	25-30% 7% saturadas < 200 mg/día de colesterol	25-35%	30-35% 15-20% monoinsaturadas

ADA: American Diabetes Association; AACE: American Association of Clinical Endocrinologists; IDF: International Diabetes Federation; IG: índice glucémico; CG: carga glucémica

Índice glucémico

En 1981 David Jenkins definió el *índice glucémico* (como ya señalamos: IG) tomando en consideración la totalidad de la curva glucémica generada por un alimento estudiado y decidió asignarle a la glucosa un valor de 100. Así, el IG mide en qué grado los alimentos que contienen HC elevan la glucosa en la sangre.⁷ Para calcular el IG de un alimento se necesitan de 8 a 10 voluntarios sanos a quienes se les pide consumir de 25 a 50 gramos del alimento que se va a evaluar. Posteriormente se realizan mediciones de glucosa sérica cada 15 minutos durante la primera hora y posteriormente cada 30 minutos durante la segunda y tercera hora. Estas mediciones son comparadas con la respuesta obtenida de la glucosa o pan blanco y la mediana del resultado de todos los participantes será el IG al cual se le otorgará un puntaje entre el 0 y el 100.⁷ Los alimentos de bajo IG confieren beneficios a las personas con DM debido a que tienen una menor respuesta en la elevación de la glucosa sérica.⁹ En el **cuadro III** se muestra la clasificación de los alimentos según su IG. El IG de los alimentos se modifica por diversos factores durante su consumo o preparación, entre los que destacan:⁹

- La forma de consumo de los alimentos: las frutas que se comen completas producen una menor elevación de la glucosa que si se comieran sin cáscara o en jugo.
- La velocidad de digestión: el incremento de la frecuencia en los tiempos de comidas disminuye los picos de glucosa.
- La velocidad de vaciado gástrico: las grasas y proteínas tienden a retardar el vaciamiento gástrico, lo cual reduce el IG.
- El método de preparación: la cocción prolongada hace que los HC se absorban con mayor rapidez y, por lo tanto, incrementa el IG.
- La madurez y el tiempo almacenado: cuanto más madura es una fruta, más aumenta la glucosa en la sangre.
- La elaboración: el jugo y el puré de papas tienen un IG más alto que la fruta o la papa entera al horno.

- El pH de los alimentos: los alimentos con mayor acidez disminuyen el vaciamiento intestinal y por lo tanto tienen un menor IG.
- El contenido de sal: la sal en los alimentos incrementa la absorción de glucosa en la sangre.

Aunque la aplicación del IG permite mejorar los resultados clínicos, metabólicos e inflamatorios de pacientes con obesidad, síndrome metabólico y DM, su utilidad ha sido cuestionada durante años.¹⁰ En el estudio GLYNDIET,¹¹ realizado en pacientes con sobrepeso y obesidad, se demostró que la dieta moderada en HC con bajo IG es más efectiva en la reducción de peso, control de glucemia y disminución de la resistencia a la insulina frente a la dieta moderada en HC con alto IG. Además, se observó una tendencia en la reducción de marcadores inflamatorios. El estudio DIOGENES,¹² realizado en adultos con sobrepeso u obesidad, mostró que la dieta alta en proteínas con bajo IG logra mantener la pérdida de peso y prevenir el síndrome metabólico en comparación con otras dietas con baja proteína e IG altos.

Por otra parte, el estudio realizado por Karl *et al.*¹³ mostró que la dieta moderada en HC con un bajo IG frente a la dieta alta en HC con un alto IG no logra reducir la masa grasa, ni preservar la masa libre de grasa o disminuir el gasto energético en reposo durante la pérdida de peso.

El estudio PREVIEW¹⁴ investiga el estilo de vida más efectivo para la prevención de DM en personas con sobrepeso y obesidad prediabéticas. Compara una dieta alta en proteínas con bajo IG frente a una dieta moderada en proteínas con moderado IG y dos niveles de actividad física: moderada y de alta intensidad. En total, 2326 adultos fueron reclutados y completaron la intervención final en marzo de 2018 para una posterior publicación de resultados.

Carga glucémica

La mayoría de los alimentos no están compuestos por un solo nutriente y su IG está influenciado por diversos factores. La *carga glucémica* (CG, como ya mencionamos) es un concepto que permite comparar de mejor manera los

Cuadro III Clasificación de alimentos según su índice glucémico

Clasificación	Característica	Alimentos
Alto	70-100	Arroz cocido, harina de trigo, harina de maíz, pan blanco, pan de molde, pan de hamburguesa, azúcar blanca, cereales azucarados, chocolate, mermelada, miel, papas, pastas procesadas, productos de pastelería, galletas, habas, maíz, sandía
Medio	56-69	Helado de crema, maíz en lata, pan de centeno, avena, papas fritas, papaya, plátano, jugo de fruta
Bajo	0-55	Leche entera, descremada o en polvo, queso fresco, yogurt, arroz integral cocido, garbanzo cocido, soja, lentejas cocidas, pan de trigo integral, arroz integral, pastas integrales, cereales altos en fibra sin azúcar, frutos secos, salsa de soya, verduras en general

efectos metabólicos de los alimentos, pues cuantifica el impacto sobre la glucemia de una porción o ración habitual de un alimento con determinado IG. La fórmula para obtener la CG de los alimentos es:

$$\text{CG} = \frac{\text{IG} \times \text{HC que contiene una porción de alimento}}{100}$$

Un alimento puede tener un IG muy alto; sin embargo, la cantidad que se consume en una ración puede no tener tanta incidencia sobre la glucemia.¹⁵ Por ejemplo, el pan blanco tiene un IG de 100, pero una ración tiene una CG de 15; por lo tanto, si pasamos de una ración, la respuesta glucémica será mayor.

En el **cuadro IV** se enlistan algunos alimentos según su clasificación con base en la CG.

Densidad energética

La *densidad energética* (DE) es la cantidad de calorías o energía por gramo de cada alimento.¹⁶ Para calcular la DE de un alimento es necesario conocer el gramaje del alimento y la cantidad de calorías que este aporta; posteriormente se divide la cantidad de calorías entre los gramos del alimento

y el resultado nos revela cuántas calorías nos aporta un gramo de alimento. Los pacientes con DM se ven beneficiados al implementar una dieta que incluya alimentos con baja y muy baja DE, hacer de tres a cinco tiempos de comida al día y evitar los períodos de ayuno prolongados.¹⁷ Según su DE, los alimentos se pueden clasificar en cuatro tipos (**cuadro V**).

Conteo de hidratos de carbono

El *conteo de hidratos de carbono* (CHO) es un método que consiste en llevar la cuenta del número de HC que se consumen en cada comida. Es particularmente útil para personas que se encuentran en tratamiento con esquemas de insulina, debido a que les permite equilibrar el consumo de alimentos con la cantidad de insulina administrada.¹⁸ Las ventajas del CHO son su flexibilidad y la posibilidad de dar variedad a la dieta, además de que le da sentido y fundamento a la toma de decisiones para mantener los niveles de glucosa en la meta y permite una mayor adherencia al plan de alimentación. En cuanto a sus limitaciones, se encuentran el descuido de la cantidad de proteínas y grasas de la dieta, dado que algunas personas no tienen los conocimientos elementales en matemáticas y se

Cuadro IV Clasificación de alimentos según su carga glucémica

Clasificación	Característica	Alimentos
Alta	> 20	Avena cocida, <i>hot cakes</i> , papa cocida, elote cocido, pasta cocida
Media	11-19	Avena cruda, pan de caja blanco o integral, tapioca, tortilla de maíz, dátil seco
Baja	< 10	Palomitas, tortilla de harina, alubias cocidas, frijoles cocidos, soya, verduras en general, manzana, fresa, mango, kiwi, cereza, ciruela, chabacano, melón, naranja, papaya, plátano, sandía, toronja, uva, leche entera, descremada, yogurt

Cuadro V Clasificación de alimentos según su densidad energética

Clasificación	Característica	Alimentos
Alta	Proporcionan > 4 kcal/g	Papas fritas, hamburguesas, pizza, pistaches, galletas con chispas de chocolate, plan dulce, pastelillos industrializados, mantequilla de maní, barras de chocolate, tocino, refrescos
Mediana	Proporcionan entre 1.5 y 4 kcal/g	Huevo hervido, pechuga de pollo, margarina, pan integral, queso mozzarella, mayonesa light, queso crema, pasas, mantequilla, palomitas de maíz, pan tostado, carne asada
Baja	Proporcionan entre 0.6 y 1.5 kcal/g	Granos enteros, cereales, leguminosas, pechuga de pavo, pescado, plátano, arroz cocido, lentejas, frijoles, garbanzos, soya, leche entera, avena en agua, queso cottage, papa con cáscara
Muy baja	Alto contenido de agua Proporcionan < 0.6 kcal/g	Leche descremada, yogurt, gelatina sin azúcar, lechuga, chayote, tomate, fresas, calabazas, col, toronja, brócoli, espinacas, sopas de verduras, melón, sandía, zanahorias, uvas, naranja y manzana

les dificultan estos o no están dispuestas a realizar cálculos; en tanto, otras personas pueden aumentar de peso al percibir libertad para comer e incrementar la dosis de insulina.¹⁹ Existen tres niveles de comprensión del CHO, los cuales se exponen a continuación.

Conteo básico de hidratos de carbono, nivel 1

Busca educar al paciente para la elección de alimentos saludables. Se basa en el concepto de *alimento equivalente* (porción de alimento con un aporte nutrimental similar a los de su mismo grupo en cantidad de micronutrientos y energía). Los objetivos para el paciente en este nivel son:²⁰

- Elegir alimentos saludables: verduras, frutas, granos enteros y productos lácteos bajos en grasa, y limitar el uso de grasas añadidas.
- Explicar la importancia de la cantidad de HC que se consumen en relación con los niveles de glucosa.
- Identificar los alimentos que contienen HC.
- Reconocer los grupos de alimentos que tienen HC y la cantidad que hay en cada uno de ellos, mediante dos métodos:
 - a) por conteo de raciones:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ración de HC} &= 1 \text{ cereal} = 1 \text{ fruta} = 1 \\ &\text{leche} = 1 \text{ leguminosa} \\ 1 \text{ ración: } &15 \text{ g HC} \end{aligned}$$
 - b) por conteo de HC:

Sumar la cantidad total de gramos de HC que se consumen en cada tiempo.

- Desarrollar la habilidad para contar HC: "conteos" en platillos complejos.
- Identificar la porción o ración de alimento similar al de su mismo grupo en cantidad y calidad, lo que permite que puedan ser "intercambiables entre sí", mediante el uso del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE), siguiendo la regla: 1 intercambio = 15 gramos HC.

Por ejemplo, 1/2 taza de arroz al vapor es intercambiable por 1 tortilla (sí, 1 pieza).

- Determinar el tamaño de las porciones, utilizando cucharas, tazas medidoras y básculas, a fin de elegir los tamaños de las porciones adecuadas.
- Establecer el número de raciones de cada grupo de alimento que consumirá en cada tiempo de comida.
- Familiarizarse con el registro diario de autocuidado y monitorizar el efecto de los HC sobre los niveles de glucosa en la sangre.
- Interpretar variaciones de los niveles de glucemia.

- Conocer la farmacodinamia de las insulinas que se van a utilizar.
- Interpretar etiquetas.

Conteo intermedio de hidratos de carbono, nivel 2

En este nivel se busca relacionar el consumo de alimentos con medicación, ejercicio y niveles de glucemia. Entre los principales pasos se encuentran:²¹

- Relacionar el consumo de HC con la actividad física y los niveles de glucemia.
- Llevar un registro de autocuidado estableciendo dicha relación.
- Reforzar la lectura de etiquetas y la lista de intercambios.

Conteo avanzado de hidratos de carbono, nivel 3

Busca igualar la cantidad de ingesta entre HC y la inyección por bolo de insulina. Los objetivos en este nivel son:^{19,22,23,24}

- Realizar un diario de alimentos, registrando el día de la semana, el tiempo de comida, las cantidades de alimentos, los gramos de HC para cada alimento y por tiempo de comida, así como el monitoreo de la glucosa capilar preprandial y posprandial, la dosis de insulina de acción corta y la actividad física.
- Conocer la cantidad de HC que hay que consumir en cada comida y ajustar los bolos de insulina. Para conocer la cobertura de HC, es decir, cuántos gramos de HC están cubiertos por una unidad de insulina, se establece la relación insulina: hidrato de carbono (I:HC). La relación I:HC en el adulto normalmente es de 1:12-15 g; sin embargo, este rango puede variar entre 4 y 30 g o más dependiendo de la sensibilidad del individuo a la insulina. Algunos factores que modifican la relación I:HC son la edad, los ciclos menstruales, los cambios hormonales y el peso. Así, una persona con peso de 50 kg tiene un I:HC de 1:16; una persona con 90 kg de peso presenta un I:HC de 1:10; otra con peso > 120 kg tiene un I:HC de 1:6.
- Para calcular el I:HC se requiere identificar el tipo de insulina que usa el paciente, es decir análoga o humana. Para los análogos de la insulina, se utiliza la constante 450/dosis total de insulina al día y para la insulina humana se utiliza 500/dosis total de insulina al día.

Por ejemplo: paciente con dosis diaria de 50 UI de insulina regular al día con la cual mantiene valores de glucosa en los objetivos establecidos.

$$500/50 \text{ UI insulina/día} = 10 \text{ g de HC/UI de insulina}$$

Por cada 10 g de HC que consuma se tiene que administrar una UI de insulina.

- El paciente establecerá conjuntamente con su médico los objetivos glucémicos pre y posprandiales.
- Calcular bolos de corrección, mediante el factor de sensibilidad o corrección (FS o FC), es decir, conocer los mg/dL de glucosa que metabolizan una UI de insulina. En un adulto, normalmente se necesita una UI de insulina para una reducción de 50 mg/dL de glucosa en sangre; sin embargo, esto también puede variar entre 15-100 mg/dL, dependiendo de la sensibilidad del individuo. Para determinar el FS con insulina humana, se utiliza la constante 1500/dosis total de insulina al día y para los análogos se utiliza 1800/dosis total de insulina al día.

Por ejemplo: el paciente se inyecta 42 UI de insulina regular al día.

$1500/42$ UI día de insulina = 35 mg/dL. Indica que por cada UI de insulina que se aplique reducirá 35 mg/dL de glucosa en sangre.

Si el paciente tiene como objetivo glucémico 110 mg/dL y presenta una glucemia preprandial de 220 mg/dL y un FS de 35 mg/dL, entonces:

$$220 - 110 = 110 \text{ mg/dL por encima del objetivo glucémico}$$

$110 \text{ mg/dL}/35 \text{ mg/dL (FS)} = 3.1 \text{ UI}$, lo cual nos indica que con 3 UI adicionales de insulina se llegará al objetivo glucémico.

- Conocer que el consumo de fibra tiene un impacto mínimo en los niveles de glucosa en sangre. En algunos casos debe considerarse restar los gramos de fibra de los gramos de HC totales y utilizarlo como su total de HC para la dosificación de la insulina a la hora de comer.

Por ejemplo, si un alimento con 25 g de HC totales, contiene 10 g de fibra es igual a tener 15 g de HC (25 gramos – 10 gramos = 15 gramos).

Micronutrientes

Los *micronutrientes* juegan un papel importante en el metabolismo de la glucosa y aunque al momento no existe evidencia de que la suplementación rutinaria mejore los resultados en personas con DM que no tienen deficiencias subyacentes, existen diversos micronutrientos con utilidad, entre los que destacan:

Vitamina B12

En el informe del DPPOS (*Diabetes Prevention Program Outcomes Study*) se sugiere realizar pruebas periódicas de los niveles de vitamina B12 en pacientes con DM en tratamiento

con metformina, particularmente en aquellos con anemia o neuropatía periférica, ya que *la metformina se asocia a deficiencia de vitamina B12*.²⁵

Vitamina C

En una revisión del 2014 realizada en Canadá se evaluaron diferentes marcadores bioquímicos y los efectos que estos presentaban con el consumo del ácido ascórbico. En el caso de la HbA1c no se encontraron cambios significativos; sin embargo, la glucosa en ayunas mostró una reducción con la administración de vitamina C por al menos tres meses a una dosis de 1250 mg por día.²⁶ Debido que la glucosa y la vitamina C compiten para su captura, se sugiere promover la ingestión de fuentes alimentarias con esta vitamina.

Vitamina D

En pacientes con DM tipo 1 se ha observado mayor riesgo de osteoporosis y en DM tipo 2 de fractura de cadera. El riesgo de fracturas de cadera por edad con *deficiencia de vitamina D* se ha establecido en una razón de riesgo (RR) de 6.3 para personas con DM tipo 1 y una RR de 1.7 en tipo 2 para ambos sexos. Las estrategias de prevención de fracturas para personas con DM son las mismas que para la población general e incluyen suplementos de vitamina D, y cubrir los requerimientos diarios de calcio.²⁷

Vitamina E

En pacientes con DM existe un aumento en el estrés oxidativo y por ende una mayor incidencia de complicaciones cardiovasculares. Los pacientes diabéticos con haptoglobina tipo 2-2 (Hp 2-2) representan un subgrupo con alto nivel de estrés oxidativo. La vitamina E ha mostrado que disminuye el riesgo cardiovascular en pacientes con este genotípico. En el estudio HOPE²⁸ se evaluó la suplementación de vitamina E (400 UI/día) para la prevención de eventos cardiovasculares y se demostró que las personas con DM y genotipo Hp 2-2 que recibieron vitamina E tuvieron una reducción del 50% en el riesgo de infarto al miocardio y muerte cardiovascular. El estudio ICARE²⁹ obtuvo resultados similares y mostró disminución del 50% en eventos cardiovasculares en pacientes con DM y Hp 2-2; en otro estudio, aquellos que recibieron combinación de estatinas con vitamina E obtuvieron mejores resultados en comparación con aquellos que solo recibieron estatinas.³⁰

Calcio

Las alteraciones en el calcio contribuyen a resistencia a la insulina al dañar la señalización de transducción de la insulina a nivel periférico. Una inadecuada ingesta de calcio

afecta el balance entre la reserva de calcio extracelular e intracelular en la célula beta, lo cual afecta la liberación de insulina. Por lo anterior, se sugiere garantizar los requerimientos diarios de calcio de 1000 a 1500 mg.³¹

Magnesio

El magnesio es un cofactor en más de 300 reacciones enzimáticas, específicamente en procesos de fosforilación de la glucosa, en los que la utilización o transferencia de ATP es necesaria. Su deficiencia se relaciona con resistencia a la insulina, intolerancia a los HC y dislipidemia.^{27,31,32} La hipomagnesemia en pacientes con DM tipo 2 es multifactorial; se debe a un pobre control glucémico, alteraciones en el metabolismo de la insulina, estrés oxidativo, inflamación, glucosuria y disminución de la reabsorción tubular del magnesio, entre otras.³³ Algunos estudios indican que la suplementación de magnesio oral mejora la sensibilidad a la insulina y reduce el riesgo de atherosclerosis en sujetos no diabéticos, incluso con niveles normales de magnesio.³⁴

Sodio

La bomba Na⁺/K⁺-ATPasa asegura el mantenimiento de los gradientes transmembrana de sodio y potasio. Alteraciones en el sistema de transporte de estos electrolitos se asocian a complicaciones severas de la diabetes mellitus, hipertensión y nefropatía. La disminución en la ingesta de Na < 1500 mg/día ha demostrado efectos beneficiosos sobre la presión arterial. La American Heart Association recomienda una ingesta de 1500 mg/día en pacientes con hipertensión, diabetes o enfermedad renal crónica. Sin embargo, debido a que la hiperglucemía induce diuresis osmótica con efecto dilucional sobre la concentración de electrolitos, el objetivo en la ingesta de sodio sugerido en pacientes con DM e hipertensión es < 2300 mg/día.³³

Cromo

Tiene la propiedad de potencializar la acción de la insulina. En plasma se une a la transferrina y otras proteínas plasmáticas responsables de su transporte. Se absorbe por endocitosis y se une al oligopéptido de bajo peso molecular de cromo (LMWCr) en las células insulinodependientes para participar en el sistema de amplificación de la señal de insulina, estimulando la actividad de la tirosina kinasa.^{27,33,32,34,35} Otros mecanismos han mostrado una mejor señalización entre los receptores de la insulina con incremento de la actividad de los transportadores GLUT 4, lo que conduce a una reducción en los niveles de triglicéridos y estimulación de la betaoxidación.³⁶

La deficiencia de cromo es difícil de documentar, pues sus niveles en sangre son muy bajos (0.26-0.28 ng/mL) y en los tejidos son aún más escasos.³⁷ En personas con DM, el cromo disminuye la glucemia y reduce la grasa corporal cuando es suplementado en dosis de 200-1000 mg/día.^{27,35} Existen

estudios que muestran mejores efectos al combinar el cromo con biotina o vitamina C y E.³⁶

Cobalto

El cloruro de cobalto disminuye la producción sistémica de glucosa y la absorción de glucosa en los tejidos. El cobalto incrementa la expresión del transportador de glucosa GLUT1 e inhibe la gluconeogénesis.³³

Cobre

Su deficiencia produce intolerancia a la glucosa, disminución de la respuesta a la insulina y aumento de la glucosa. Se asocia con hipercolesterolemia y aterosclerosis.³³

Zinc

Es uno de los elementos traza que más funciones tiene dentro del organismo. Desempeña un papel importante en el metabolismo de la glucosa y ayuda a su utilización por el músculo y el tejido adiposo.³³ Su relación con la insulina se descubrió en 1930. El zinc estabiliza los hexámeros de la insulina y de la reserva pancreática, modula el sistema inmune y tiene efecto antioxidante.^{32,34} Su deficiencia se asocia a resistencia a la insulina. La hiperglucemía debida a DM tipo 1 o 2 produce pérdidas urinarias de zinc por interferencia con el transporte activo en las células tubulares, lo cual agrava el estado de los pacientes con la aparición de complicaciones mediadas por estrés oxidativo, principalmente mortalidad por enfermedad arterial coronaria.^{27,31,32,34,36}

Selenio

Actúa como antioxidante, participa en las vías de señalización y modifica el metabolismo hormonal. Algunos estudios muestran que las concentraciones de glucosa tienden a normalizarse con la administración de selenio, mediante la modificación de sistemas enzimáticos que participan en la glucolisis hepática y la gluconeogénesis sin necesidad de la regulación por la insulina, lo cual sugiere un efecto similar a esta. En tanto, otros estudios muestran que altas concentraciones en suero de selenio se asocian a mayor prevalencia de DM.^{27,36} La deficiencia severa de selenio es rara y en pacientes con DM incrementa el estrés oxidativo, por lo que la suplementación en estos casos es justificable.^{27,33}

Manganeso

Activa sistemas enzimáticos en el metabolismo de los HC, los aminoácidos y el colesterol. Es necesario para la síntesis y

la secreción de insulina. Sin embargo, no existen estudios que respalden una ingesta mayor a la dosis diaria recomendada.³³

Hierro

Tiene un papel fundamental en diversas funciones en el organismo y debido a que su homeostasis se logra regulando la absorción y no su excreción, es importante considerar cuidadosamente su administración. Estudios realizados en hepatocitos tanto *in vitro* como *in vivo* han mostrado que la pérdida de hierro sobreregula la captación de glucosa, aumenta la actividad y la señalización del receptor de insulina y estabiliza la expresión del factor HIF1A.²⁷ Minamiyama *et al.*³⁸ mostraron en un modelo animal de diabetes que la pérdida de hierro modula las concentraciones de insulina, estrés oxidativo y la expresión pancreática de PPAR-gamma. Por otra parte, el incremento agudo de hierro en el cuerpo provoca náuseas, vómito, diarrea e incluso daño hepático. La acumulación crónica causa daño hepático, atrofia testicular, artritis, cardiomiopatía, neuropatía periférica, hiperpigmentación, resistencia a la insulina y diabetes. Esto se explica por alteraciones en el transporte de glucosa en los adipocitos a través de mecanismos independientes de ácidos grasos, daño oxidativo a las células betapancreáticas, alteración de la movilización de insulina hepática e interferencia con la capacidad de la insulina para suprimir la producción de glucosa hepática.^{33,39}

Vanadio

Existen compuestos de vanadio con actividad antidiabética, entre ellos, el vanadato, el cual se describe como insulinomimético por sus acciones en la señalización del receptor de insulina.^{33,36} El mecanismo aún no queda muy claro; sin embargo, se especula que los blancos moleculares pueden ser enzimas proteína fosfatases, en lugar de la insulina o los transportadores GLUT2 y GLUT4. Aunque la industria farmacéutica ha desarrollado nuevos compuestos, en cuanto al tratamiento para diabetes aún no se encuentran disponibles.⁴⁰

Litio

Tiene la capacidad de inhibir la GSK3, una llave enzimática que regula los niveles de glucógeno en los tejidos. Estudios *in vitro* han mostrado que el litio incrementa la estimulación de los transportadores de glucosa y la síntesis de glucógeno. Sin embargo, estudios *in vivo* muestran paradójicamente que los niveles de glucosa incrementan cuando se administra por vía intravenosa.³⁶ El litio puede generar toxicidad a largo plazo, con lo cual ocasiona lesión y pérdida de las células principales del túbulo colector de la nefrona de manera irreversible, por lo que no se sugiere su uso.⁴¹

Nutrición artificial

La *nutrición artificial* se considera como una herramienta terapéutica más en el cuidado de los pacientes. Aquellos pacientes que tienen imposibilidad para conseguir un aporte nutricional aceptable son candidatos para recibir nutrición artificial por vía enteral o parenteral. Los pacientes hospitalizados con DM deben recibir del 100 al 120% de sus requerimientos energéticos calculados considerando sus comorbilidades y con la utilización del peso adecuado. Para pacientes con peso sano la recomendación es de 25-30 kcal/día, en tanto para pacientes con obesidad se sugiere 20-25 kcal/día del peso real. En el paciente obeso crítico el objetivo no debe superar 65-70% de las necesidades energéticas calculadas o medidas por calorimetría indirecta. Si esta no está disponible, se sugieren 11-14 kcal/kg real de peso/día.⁴²

La distribución de macronutrientos se establece considerando la patología de base y las comorbilidades, sugiriendo un aporte proteico entre 1-1.5 g/kg/día en pacientes sin enfermedad renal crónica. En el paciente obeso crítico los aportes sugeridos ideales de proteína son 2.0 g/kg de peso/día y puede llegar a 2.5 g. El aporte de grasas recomendado es entre 20 y 30% del total calórico o bien en un 40% del total calórico no proteico y debe ajustarse en aquellos pacientes que reciben nutrición parenteral y propofol. El uso de los HC se sugiere entre 50 y 55% del total calórico o bien en un 60% del total calórico no proteico y se debe verificar que la tasa de infusión no supere los 5-7 mg/kg/min; sin embargo, en caso de descontrol glucémico se sugiere no sobrepasar los 4 mg/kg/min. En el paciente obeso crítico se puede minimizar el aporte de HC con un límite de 200 g/día.⁴² El manejo de la hiperglucemia en estos pacientes debe realizarse con una terapia agresiva de insulina. En pacientes con nutrición parenteral, el aporte de insulina deberá iniciarse a 0.1 UI de insulina regular/g glucosa e incrementar 0.05 UI hasta un máximo de 0.2 UI/g glucosa.

La disponibilidad de fórmulas enterales con menor aporte de HC y mayor contenido de grasas monoinsaturadas con o sin fibra nos permite flexibilidad de uso para lograr un control glucémico. Las fórmulas poliméricas estándar (50/30-35/15-20) son una alternativa inicial por su costo, así como las fórmulas especializadas bajas en HC. Las fórmulas elementales son necesarias en poblaciones con trastornos digestivos o trastornos de la capacidad absorbiva y en el caso de pacientes con problemas de retención hídrica podemos utilizar fórmulas hipercalóricas. Debe considerarse una vía de alimentación pospilórica en aquellos pacientes con gastroparesia.⁴³

El monitoreo de la glucemia es esencial y debe realizarse de dos a cuatro veces al día; posteriormente, dos veces al día y manejar esquemas de insulina regular. En el paciente con descontrol metabólico que requiere uso de bomba de insulina, la glucemia debe monitorizarse cada hora. En los pacientes adultos hospitalizados con alimentación artificial, el objetivo glucémico es entre 140 y 180 mg/dL y se debe considerar hipoglucemias con niveles de glucosa en sangre < 70 mg/dL en pacientes con nutrición parenteral.⁴³ Otros parámetros que deben monitorizarse son los electrolitos

séricos, las pruebas de función hepática y renal, así como la medición de triglicéridos antes y después de infundir emulsiones lipídicas.

Conclusiones

Los cambios en el estilo de vida son clave en la prevención y el tratamiento de pacientes con diabetes mellitus. Es fundamental que el profesional de la salud

tenga conocimiento de los conceptos y las recomendaciones para el manejo nutricional de los pacientes.

Declaración de conflicto de interés: las autoras han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

Referencias

- Organización Mundial de la Salud [Internet]. Diabetes. Organización Mundial de la Salud; 30 de octubre de 2018. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Rivera-Dommarco J, y Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Nutrición y Salud de Medio Camino 2016. Informe final de resultados [Internet]; México: Secretaría de Salud/Instituto Nacional de Salud Pública; 2016. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
- Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus [Internet]. México: Secretaría de Salud; 23 de noviembre de 2010. Disponible en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5168074&fecha=23/11/2010
- Garber AJ, Abrahamson MJ, Barzilay JL, Blonde L, Bloomgarden ZT, Bush MA, et al.; American Association of Clinical Endocrinologists (AACE); American College of Endocrinology (ACE). Consensus statement by the American association of clinical endocrinologists and American College of Endocrinology on the comprehensive type 2 diabetes management algorithm—2017 executive summary. *Endocr Pract.* 2016;22(1):84-113.
- Gonzalez-Campoy JM, St Jeor ST, Castorino K, Ebrahim A, Hurley D, Jovanovic L, et al; American Association of Clinical Endocrinologists/the American College of Endocrinology and the Obesity Society. Clinical practice guidelines for healthy eating for the prevention and treatment of metabolic and endocrine diseases in adults: cosponsored by the American Association of Clinical Endocrinologists/the American College of Endocrinology and the Obesity Society: executive summary. *Endocr Pract.* 2013 Sep-Oct;19(5):875-87.
- American Diabetes Association. 4. Lifestyle management. *Diabetes care,* 2017; 40(Supplement 1), S33-S43.
- American Diabetes Association. Índice Glucémico y Diabetes [Internet]. American Diabetes Association; 2015. Disponible en <http://www.diabetes.org/es/alimentos-y-actividad-física/alimentos/que-voy-a-comer/comprendiendo-de-los-carbohidratos/índice-glucémico-y-diabetes.html>
- International Diabetes Federation. Clinical Practice Recommendations for managing Type 2 Diabetes in Primary Care [Internet]. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2017. Disponible en <https://www.idf.org/component/attachments/attachments.html?id=1270&task=download>
- Federación Mexicana de Diabetes, A.C. Índice glucémico y carga glucémica [Internet]. México: Federación Mexicana de Diabetes; 2015. Disponible en <http://fmddiabetes.org/que-es-el-índice-glucémico-y-carga-glucémica>
- Peinado AB, Rojo-Tirado MA, Benito PJ. El azúcar y el ejercicio físico: su importancia en los deportistas. *Nutr Hosp.* 2013;28:48-56.
- Juanola-Falgarona M, Salas-Salvadó J, Ibarrola-Jurado N, Rabassa-Soler A, Diaz-López A, Guasch-Ferré M et al. Effect of the glycemic index of the diet on weight loss, modulation of satiety, inflammation, and other metabolic risk factors: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2014;100(1):27-35.
- Larsen TM, Dalskov S, van Baak M, Jebb S, Kafatos A, Pfeiffer A, et al. The Diet, Obesity and Genes (Diogenes) Dietary Study in eight European countries - a comprehensive design for long-term intervention. *Obes Rev.* 2010;11(1):76-91.
- Karl JP, Roberts SB, Schaefer EJ, Gleason JA, Fuss P, Rasmussen H, et al. Effects of carbohydrate quantity and glycemic index on resting metabolic rate and body composition during weight loss. *Obesity.* 2015;23(11):2190-8.
- Fogelholm M, Larsen TM, Westerterp-Plantenga M, Macdonald I, Martinez JA, Boyadjieva N, et al. PREVIEW: Prevention of Diabetes through Lifestyle Intervention and Population Studies in Europe and around the World. Design, Methods, and Baseline Participant Description of an Adult Cohort Enrolled into a Three-Year Randomised Clinical Trial. *Nutrients.* 2017 Jun 20;9(6). pii: E632.
- Ello-Martin JA, Roe LS, Ledikwe JH, Beach AM, Rolls BJ. Dietary energy density in the treatment of obesity: a year-long trial comparing 2 weight-loss diets. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(6):1465-77.
- De Arroyo P, Méndez O. Densidad energética y diversidad de dietas en hogares rurales y urbanos de México e ingreso familiar (1992–2002). *Gac Med Mex.* 2007;143(4):301-7.
- Franz MJ, Zhang Z, Venn BJ. Nutrition Therapy Effectiveness for the Treatment of Type 1 and Type 2 Diabetes: Prioritizing Recommendations Based on Evidence. In *Nutrition Guide for Physicians and Related Healthcare Professionals.* Springer International Publishing; 2017. pp: 91-102.
- American Diabetes Association. American Diabetes Association Complete Guide to Diabetes: The Ultimate Home Reference from the Diabetes Experts. 5th ed. Alexandria, Virginia: American Diabetes Association; 2011.
- Yam-Sosa AV, Candila-Celis J, Chuc-Burgos AC. Conteo de Hidratos de Carbono como Herramienta para el Control de los Niveles de Glucosa. *Desarrollo Científ Enferm.* 2012;20(8):243-8.
- Gillespie SJ, Kulkarni KD, Daly AE. Using carbohydrate counting in diabetes clinical practice. *J Am Diet Assoc.* 1998;98(8):897-905.
- Álvarez-Martínez EM. Manual de nutrición en diabetes para profesionales de la salud. México: Editorial Alfil; 2012.
- Yamada E, Okada S, Nakajima Y, Bastie CC, Tagaya Y, Osaki A, et al. Effect of carbohydrate counting using

- bolus calculators on glycemic control in type 1 diabetes patients during continuous subcutaneous insulin infusion. *J Diabetes Investig.* 2017;8(4):496-500.
23. Laurenzi A, Bolla AM, Panigoni G, Doria V, Uccellatore A, Peretti E, et al. Effects of carbohydrate counting on glucose control and quality of life over 24 weeks in adult patients with type 1 diabetes on continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Care.* 2011;34(4):823-7.
 24. Bell KJ, Barclay AW, Petocz P, Colagiuri S, Brand-Miller JC. Efficacy of carbohydrate counting in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2014;2(2):133-40.
 25. Diabetes Prevention Program Research Group. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet.* 2009;374(9702):1677-86.
 26. Tabatabaei-Malazy O, Nikfar S, Larijani B, Abdollahi M. Influence of ascorbic acid supplementation on type 2 diabetes mellitus in observational and randomized controlled trials; a systematic review with meta-analysis. *J Pharm Pharm Sci.* 2014;17(4):554-82.
 27. Granados-Silvestre MD, Ortiz-López MG, Montúfar-Robles I, Menjívar-Iraheta M. Micronutrientes y diabetes, el caso de los minerales. *Cir Cir.* 2014;82:119-25.
 28. Mann JF, Lonn EM, Yi Q, Gerstein HC, Hoogwerf BJ, Pogue J, et al. Effects of vitamin E on cardiovascular outcomes in people with mild-to-moderate renal insufficiency: results of the HOPE study. *Kidney Int.* 2004;65(4):1375-80.
 29. Blum S, Vardi M, Brown JB, Russell A, Milman U, Shapira C, et al. Vitamin E reduces cardiovascular disease in individuals with diabetes mellitus and the haptoglobin 2-2 genotype. *Pharmacogenomics.* 2010 May;11(5):675-84.
 30. Goldenstein H, Levy NS, Lipener YT, Levy AP. Patient selection and vitamin E treatment in diabetes mellitus. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2013 Mar;11(3):319-26.
 31. Praveena S, Pasula S, Sameera K. Trace elements in diabetes mellitus. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(9):1863-5.
 32. Doddigarla Z, Parwez I, Ahmad J. Correlation of serum chromium, zinc, magnesium and SOD levels with HbA1c in type 2 diabetes: a cross sectional analysis. *Diabetes Metab Syndr.* 2016 Jan-Mar;10(1 Suppl 1):S126-9.
 33. Siddiqui K, Bawazeer N, Joy SS. Variation in macro and trace elements in progression of type 2 diabetes. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:461591.
 34. Lin CC, Tsweng GJ, Lee CF, Chen BH, Huang YL. Magnesium, zinc, and chromium levels in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *Clin Nutr.* 2016;35(4):880-4.
 35. Armendáriz-Anguiano AL, Bacardí-Gascón M, Cruz AJ. Evidencias del efecto del cromo en personas con diabetes: revisión sistemática. *Revista Biomédica.* 2007;18(2):117-26.
 36. Wiernsperger N, Rapin J. Trace elements in glucometabolic disorders: an update. *Diabetol Metab Syndr.* 2010 Dec 19;2:70.
 37. Prashanth L, Kattapagari KK, Chitturi RT, Baddam VR, Prasad LK. A review on role of essential trace elements in health and disease. *J NTR Univ Health Sci.* 2015;4:75-85.
 38. Minamiyama Y, Takemura S, Kodai S, Shinkawa H, Tsukioka T, Ichikawa H, et al. Iron restriction improves type 2 diabetes mellitus in Otsuka Long-Evans Tokushima fatty rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2010;298(6):E1140-9.
 39. Bhattacharya PT, Misra SR, Hussain M. Nutritional aspects of essential trace elements in oral health and disease: an extensive review. *Scientifica (Cairo).* 2016; 2016:5464373.
 40. Scior T, Guevara-García JA. Vanadio y diabetes. Alianzas y Tendencias. 2016;1(2):1-4. Disponible en http://www.ditco.buap.mx/recursos/documentos/revista/vol1_no2_2016/vanadio.pdf
 41. Gong R, Wang P, Dworkin L. What we need to know about the effect of lithium on the kidney. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2016;311(6):F1168-F1171.
 42. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al.; Society of Critical Care Medicine; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2016;40(2):159-211.
 43. McMahon MM, Nystrom E, Braunschweig C, Miles J, Compher C; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. A.S.P.E.N. clinical guidelines: nutrition support of adult patients with hyperglycemia. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(1):23-36.

Cómo citar este artículo: Pérez-Cruz E, Calderón-Du Pont DE, Cardoso-Martínez C, Dina-Arredondo VI, Gutiérrez-Déciga M, Mendoza-Fuentes CE et al. Estrategias nutricionales en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2020;58(1):50-60.