

XX Jornadas del Comité de Graduados de la Sociedad Argentina de Diabetes Tema: “Obesidad y diabetes”

Mesa 2: Tratamiento nutricional y actividad física

XX Conference of the Graduate Committee of the Argentine Diabetes Society Topic: “Obesity and diabetes”

Table 2: Nutritional treatment and physical activity

Coordinadora: María Inés Argerich¹

Secretaria: Celina Soledad Acosta²

Integrantes: Martín Díaz Ruiz³, Nadia Escobedo⁴, Viviana Sosa⁵, Daniela Rodríguez⁶, Karina Koleff⁷, Fabiana Vázquez⁸, María Laura Pomares⁹, Joaquín González¹⁰, Geraldine Audino¹¹, Matías Re¹²,

Expertos invitados: Gabriel Minuchín¹³, Mercedes Ganduglia¹⁴

Compaginadores: Laura Dimov¹⁵, Mariano Forlino¹⁶

RESUMEN

Introducción: el manejo integral de la diabetes mellitus (DM) y la obesidad exige un enfoque personalizado, multidisciplinario, basado en la evidencia y centrado en la persona. La terapéutica nutricional y la actividad física forman parte de los pilares del tratamiento tanto de la DM como de la obesidad.

Objetivos: revisar la literatura sobre el tratamiento nutricional y la actividad física en relación con la DM y la obesidad.

Materiales y métodos: se realizó una revisión de la literatura publicada en PubMed para seleccionar estudios relevantes. Se priorizaron publicaciones con alto nivel de evidencia, incluyendo guías clínicas, revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos clínicos controlados de menos de 10 años de publicación. También se incluyeron estudios observacionales de buena calidad metodológica cuando aportaran información específica no cubierta por estudios de mayor jerarquía.

Resultados: en cuanto a las estrategias nutricionales, el ayuno intermitente (AI) muestra beneficios en la pérdida de peso y el perfil metabólico en las personas con obesidad y DM2, pero no superiores a la restricción calórica continua y con riesgos de hipoglucemia en ciertos pacientes. Las dietas vegetarianas y basadas en plantas, bien planificadas, se asocian con menor riesgo de enfermedades crónicas, incluyendo DM2, y mejoran el índice de masa corporal (IMC) y el control glucémico. Las dietas cetogénicas ofrecen beneficios a corto plazo en obesidad, como saciedad y mejora metabólica, pero requieren supervisión estricta y no superan a otras dietas a largo plazo. La dieta paleolítica, aunque con algunos beneficios metabólicos reportados, tiene limitaciones metodológicas y problemas de adherencia, por lo que no se recomienda como primera opción. Las dietas mediterránea y DASH son patrones con fuerte respaldo científico para la prevención y el control de las enfermedades cardiovasculares en personas con DM2, mostrando mejoras en marcadores clínicos. Respecto de los edulcorantes no calóricos (ENC), la evidencia sugiere efectos neutros o discretamente beneficiosos a corto y mediano plazo sobre el peso y la adiposidad, sin impacto negativo en el apetito o

ABSTRACT

Introduction: the comprehensive management of diabetes mellitus (DM) and obesity requires a personalized, multidisciplinary, evidence-based, and person-centered approach. Nutritional therapy and physical activity are the pillars of treatment for both diabetes mellitus and obesity.

Objectives: to review the literature on nutritional therapy and physical activity in relation to DM and obesity.

Materials and methods: a review of the literature published in PubMed was conducted to select relevant studies. Publications with a high level of evidence were prioritized, including clinical guidelines, systematic reviews, meta-analyses, and controlled clinical trials published less than 10 years ago. Observational studies of good methodological quality were also included when they provided specific information not covered by higher-ranking studies.

Results: regarding nutritional strategies, intermittent fasting (IF) shows benefits in weight loss and metabolic profile in people with obesity and T2DM, but is not superior to continuous calorie restriction and carries risks of hypoglycemia in certain patients. Well-planned vegetarian and plant-based diets are associated with a lower risk of chronic diseases, including T2DM, and improve BMI and glycemic control. Ketogenic diets offer short-term benefits in obesity, such as satiety and metabolic improvement, but require strict supervision and do not outperform other diets in the long term. The Paleolithic diet, although with some reported metabolic benefits, has methodological limitations and adherence issues, so it is not recommended as a first-line option. The Mediterranean and DASH diets are patterns with strong scientific support for the prevention and control of cardiovascular disease in people with T2DM, showing improvements in clinical markers. Regarding non-caloric sweeteners (NCS), evidence suggests neutral or modestly beneficial effects in the short and medium term on weight and adiposity, with no negative impact on appetite or glycemia. However, observational associations with increased risk of type 2 DM could be influenced by reverse causality bias.

la glucemia. Sin embargo, asociaciones observacionales con mayor riesgo de DM2 podrían estar influenciadas por sesgo de causalidad inversa. La sarcopenia en el envejecimiento requiere una mayor ingesta proteica y ejercicio físico, con evidencia heterogénea sobre la suplementación con omega 3 y vitamina D. El manejo de la coexistencia de la DM1 y la obesidad exige un enfoque integral con nutrición y actividad física adaptada. La nutrigenómica y la nutrigenética abren la puerta a estrategias de nutrición de precisión personalizadas. Tanto el *high intensity interval training* (HIIT) como el *moderate intensity continuous training* (MICT) son efectivos para mejorar el control glucémico y la composición corporal. Finalmente, las tecnologías digitales pueden mejorar la adherencia a las intervenciones de actividad física y alimentación.

Conclusiones: las dietas mediterránea y DASH cuentan con un sólido respaldo científico para la prevención y el control de las enfermedades cardiovasculares en personas con DM2. Las dietas cetogénicas pueden ser útiles a corto plazo para el sobrepeso y la obesidad bajo supervisión profesional, pero no constituyen una solución a largo plazo ni universal. La dieta paleolítica muestra algunos beneficios para el control del peso, pero la evidencia es limitada. Se recomiendan dietas vegetarianas y basadas en plantas bien planificadas en todas las etapas de la vida debido a sus beneficios metabólicos y su papel en la prevención de la DM2 y las enfermedades cardiovasculares, lo que destaca su sostenibilidad. El AI parece prometedor para la DM2 y la obesidad, y requiere de individualización y supervisión médico-nutricional, siendo la monitorización continua de la glucosa una herramienta útil. Por otro lado, si bien los ECN son seguros dentro de un enfoque integral, se requiere más investigación a largo plazo sobre su impacto cardiometabólico. En el manejo de la DM1 y la obesidad, aún se necesitan recomendaciones específicas, además de mayor investigación sobre estrategias seguras y efectivas. También es crucial incluir intervenciones integrales como educación, ejercicio y apoyo conductual en todos los casos. Para la sarcopenia, se recomienda un enfoque combinado de nutrición adecuada y suplementación estratégica, resultando imprescindible la actividad física adaptada. La nutrigenética y la nutrigenómica representan un avance hacia una medicina más personalizada. La actividad física personalizada es fundamental en el manejo integral de la DM1 y la DM2 y la obesidad, tanto para la prevención como para el tratamiento, independientemente de la edad. Finalmente, la salud digital emerge como una herramienta prometedora con orientación profesional y adaptación a las preferencias del paciente.

Palabras clave: diabetes; obesidad; edulcorantes no calóricos; ayuno intermitente; veganismo; sarcopenia; dietas cetogénicas; dieta paleolítica; mediterránea; DASH; nutrigenómica; ejercicio; HIIT; MICT; tecnología.

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 2025; Vol. 59 (19-37)

Sarcopenia in aging requires higher protein intake and physical exercise, with heterogeneous evidence on omega-3 and vitamin D supplementation. Managing the coexistence of type 1 DM and obesity requires a comprehensive approach with tailored nutrition and physical activity. Nutrigenomics and nutrigenetics open the door to personalized precision nutrition strategies. Both HIIT and MICT are effective in improving glycemic control and body composition. Finally, digital technologies can improve adherence to physical activity and nutrition interventions.

Conclusions: *the Mediterranean and DASH diets have strong scientific support for the prevention and control of cardiovascular disease in people with type 2 diabetes. Ketogenic diets may be helpful in the short term for overweight and obesity under professional supervision, but they are not a long-term or universal solution. The Paleolithic diet shows some benefits for weight management, but the evidence is limited. Well-planned vegetarian and plant-based diets are recommended at all life stages due to their metabolic benefits and their role in preventing T2DM and cardiovascular disease, highlighting their sustainability. Intermittent fasting (IF) appears promising for T2DM and obesity, requiring individualization and medical-nutritional supervision, with continuous glucose monitoring being a useful tool. On the other hand, while non-caloric sweeteners (NCS) are safe within a comprehensive approach, more long-term research is needed on their cardiometabolic impact. In the management of type 1 diabetes mellitus (T1DM) and obesity, specific recommendations are still needed, and further research on safe and effective strategies is warranted. It is also crucial to include comprehensive interventions such as education, exercise, and behavioral support in all cases. For sarcopenia, a combined approach of adequate nutrition, strategic supplementation, and tailored physical activity is essential. Nutrigenetics and nutrigenomics represent a step toward more personalized medicine. Personalized physical activity is essential in the comprehensive management of type 1 diabetes mellitus (T1DM) and type 2 diabetes (T2DM), as well as obesity, for both prevention and treatment, regardless of age. Finally, digital health is emerging as a promising tool with professional guidance and adaptation to patient preferences.*

Key words: *diabetes; obesity; non-caloric sweeteners; intermittent fasting; veganism; sarcopenia; ketogenic; paleolithic; Mediterranean; DASH; nutrigenomics; exercise; HIIT; MICT; technology.*

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 2025; Vol. 59 (19-37)

- ¹ Médica Diabetóloga, Sección Diabetes, Hospital Perrupato, San Martín, Mendoza, Argentina
- ² Médica especialista en Clínica Médica, especializada en Diabetología (Sociedad Argentina de Diabetes), Médica de cabecera PAMI, Consultorios Plaza, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ³ Médico especialista en Nutrición y Diabetes, Centro de Salud "María Luisa Espinoza", Ministerio de Desarrollo Humano, Formosa Capital, Formosa, Argentina
- ⁴ Médica especialista en Nutrición, Consejo de Médicos de la Provincia de Córdoba, especializada en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Diagnóstico Avellaneda, Marcos Juárez, Córdoba, Argentina
- ⁵ Médica especialista en Clínica Médica, especializada en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Hospital Escuela de Agudos Dr. Ramón Madariaga, Posadas, Misiones, Argentina
- ⁶ Médica Pediatra, Consejo de Médicos de la Provincia de Córdoba, especialista en Diabetes (Universidad Nacional de Córdoba), Máster en Fisiología del Ejercicio, Universidad de Barcelona, Hospital de Niños de la Santísima Trinidad, Córdoba Capital, Córdoba, Argentina
- ⁷ Médica especialista en Clínica Médica (Universidad Nacional del Nordeste), especialista en Endocrinología, Universidad Nacional de Tucumán, graduada en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Chaco, Argentina
- ⁸ Médica especialista en Medicina Interna y Nutrición, especializada en Diabetes, staff del Servicio de Endocrinología, Nutrición y Diabetes, Hospital Británico de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ⁹ Médica especialista en Nutrición (Universidad de Buenos Aires), especializada en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), CEGYM Unidad Diabetológica, Corrientes Capital, Argentina
- ¹⁰ Médico especialista en Clínica Médica y Diabetología, Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario de la Universidad de Cuyo (UNCuyo), Mendoza, Argentina
- ¹¹ Médica de Familia (Universidad de Buenos Aires), especialista en Nutrición (Fundación Barceló), especializada en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Hospital de Agudos José M. Penna, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ¹² Médico especialista en Medicina Interna (Universidad Nacional de La Plata), especializado en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Hospital San Juan de Dios La Plata y Policlínica Bancaria, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ¹³ Médico especialista en Clínica Médica y Diabetes, exresidente del Hospital Central de Mendoza, Director del Posgrado de Actividad Física y Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ¹⁴ Coordinadora del Grupo de Estudio de Obesidad, Asociación Argentina de Licenciados en Nutrición (AALEN), Educadora en Diabetes (Sociedad Argentina de Diabetes), Consultorio de Obesidad, Diabetes y Nutrición (CO-DYN), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
- ¹⁵ Médica diabetóloga, Hospital Lencinas, Secretaria del Comité de Graduados, Sociedad Argentina de Diabetes (SAD), compaginadora de las XX Jornadas del Comité de Graduados de la SAD, Mendoza, Argentina
- ¹⁶ Médico especialista en Medicina Interna, especializado en Diabetes, coordinador del Comité de Graduados, Sociedad Argentina de Diabetes (SAD), compaginador de las XX Jornadas del Comité de Graduados de la SAD, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Contacto de la autora: Laura Dimov
E-mail: laudimov@gmail.com
Fecha de trabajo recibido: 29/9/2024
Fecha de trabajo aceptado: 19/7/2025

Conflictos de interés: los autores declaran que no existe conflicto de interés.

INTRODUCCIÓN

El abordaje de patologías tan prevalentes como la diabetes mellitus (DM) y la obesidad, según lo describe la última Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR)¹, requiere recomendaciones basadas en la evidencia y centradas en la persona. Por este motivo, en este artículo repasaremos estrategias nutricionales que demostraron ser beneficiosas para mejorar el control glucémico, la composición corporal y los factores de riesgo cardiovascular. Asimismo, abordaremos tópicos que han sido tema de debate como la utilización de edulcorantes no calóricos (ENC) en estos pacientes. Por otro lado, revisaremos los efectos de la actividad física que complementa el tratamiento nutricional, tanto en la sensibilidad a la insulina como en la prevención y el tratamiento de la sarcopenia. Por último, discutiremos la aplicación de la medicina de precisión, y las tecnologías aplicadas al tratamiento de las personas con obesidad y DM. La presente revisión tiene en cuenta principalmente la evidencia científica en relación a

adultos con DM2 y obesidad; se aclara de manera específica en los apartados en los que se detalle información con respecto a otras poblaciones.

Dieta mediterránea y DASH: evidencia en prevención cardiovascular

La enfermedad cardiovascular (ECV) es la principal causa de morbimortalidad global, y la alimentación es el principal factor de riesgo independiente². La dieta mediterránea presenta más evidencia en la prevención del desarrollo de ECV, muerte prematura y enfermedad vascular periférica³ en personas con DM, principalmente con DM2. Este patrón alimentario recomienda un alto consumo de vegetales, frutas, granos enteros, legumbres, nueces y aceite de oliva, y moderado de pescado y vino, evitando las carnes rojas y los azúcares simples. La dieta DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) fue diseñada para el manejo de la hipertensión arterial (HTA) y cuenta con evidencia de beneficios CV. Al igual que la dieta mediterránea, se focaliza en reducir el consumo de sal, be-

bidas azucaradas y grasas saturadas⁴. Ambas dietas incluyen la recomendación de evitar los ultraprocesados y fomentar el consumo de comidas caseras². La dieta DASH tiene evidencia en la reducción de la presión arterial (PA), el colesterol LDL, el riesgo global de ECV y el *stroke*; el *American College of Cardiology (ACC)* le otorga a esto evidencia IA⁴. La dieta mediterránea ha evidenciado prevención primaria y secundaria de eventos CV, reducción del riesgo de mortalidad CV y por cualquier causa, reducción del riesgo de infarto agudo de miocardio (IAM) y *stroke*, así como también mejoría de la calidad y expectativa de vida (nivel de evidencia IIA)^{4,5}. Correlaciona también con menor sobrepeso y obesidad^{2,3}. Las causas que pueden explicar estos beneficios se dividen en:

- Directas: ingesta diaria de grandes cantidades de vitaminas, minerales, antioxidantes y fibra. Se ha demostrado su correlación con la reducción de marcadores de inflamación, activación plaquetaria y disfunción endotelial⁶.

- Indirectas: el descenso de peso, el perímetro de cintura y la PA son factores independientes del riesgo CV, y su mejoría se correlaciona con un mejor pronóstico⁷.

El estudio PREDIMED-Plus (estudio multicéntrico de España) evaluó el efecto del descenso de peso mediante el patrón alimentario mediterráneo en prevención de eventos CV en personas con DM2, síndrome metabólico y obesidad. En la rama del tratamiento intensivo se brindó asesoramiento nutricional, ejercicio físico y apoyo conductual, mientras que en la rama control se evaluaron los mismos objetivos, pero con menor frecuencia de encuentros y sin apoyo específico en el cambio de hábitos. Hubo mayor adherencia con el paso de los meses, incluso hasta los 12 meses, manteniendo el descenso de peso lento, pero progresivo (la mayoría de los estudios similares observó el mayor descenso a los 6 meses y luego una recuperación variable en el peso). Los autores adjudican esto a la mayor palatabilidad de este tipo de dieta y la facilidad de adaptarla. Se ha confirmado la reducción de marcadores inflamatorios, peso y perímetro de cintura, no así reducción de eventos CV ni de la medicación que reciben los participantes para el manejo de la HTA o la dislipemia en esta primera corte a un año⁸. En conclusión, existe evidencia suficiente para recomendar la dieta DASH en quienes padecen HTA y el patrón mediterráneo en personas con DM. Estos patrones deben ser adaptados a la zona geográfica donde residen los pacientes para favorecer su adherencia.

Las dietas Mediterránea y DASH, con sólida evidencia científica, previenen y controlan enfermedades cardiovasculares. En DM2, la dieta Mediterránea reduce riesgos y mejora la calidad de vida, mientras que la DASH controla la HTA. Sus beneficios son directos (nutrientes) e indirectos (pérdida de peso, menos inflamación/presión arterial). El estudio PREDIMED-Plus enfatiza la importancia de intervenciones integrales y adaptadas a cada población para mejorar la adherencia y los resultados.

Dieta cetogénica

Esta dieta demostró utilidad en la epilepsia, las enfermedades neurodegenerativas y psiquiátricas. Desde 1960 se comenzó a utilizar para el descenso de peso⁹⁻¹¹. Su uso es controvertido y requiere de investigación adicional. Se asocia a la reganancia de peso cuando se abandona. No favorece hábitos alimentarios saludables. A largo plazo, no tiene una eficacia diferente a otras dietas^{9,11,12,13}. A continuación, se presentan los principales tipos de dietas cetogénicas y sus características distintivas⁹.

Dietas cetogénicas de muy bajas calorías (very low-calorie ketogenic diet, VLCKD)

- Contenido calórico: menos de 800 kcal/día.
- Proteínas: 1,2-1,5 g/kg de peso corporal ideal.
- Carbohidratos: menos de 30 g/día.
- Grasas: aproximadamente 44% del total calórico.
- Indicaciones clínicas: tratamiento de la obesidad severa, especialmente en la preparación para la cirugía bariátrica.

Ayuno modificado con preservación de proteínas (protein sparing modified fast, PSMF)

- Contenido calórico: aproximadamente unas 400 kcal/día.
- Proteínas: 1,2-1,5 g/kg/día.
- Carbohidratos: menos de 20-30 g/día.
- Grasas: mínimas.
- Características: prioriza la ingesta proteica para preservar la masa muscular, con una restricción calórica y de grasas más pronunciada que la VLCKD.

Dietas cetogénicas normocalóricas (eucaloric ketogenic diet, EKD)

- Contenido calórico: aproximadamente unas 2000 kcal/día.
- Proteínas: normales o elevadas.
- Carbohidratos: bajos.

- Grasas: ajustadas para mantener el balance energético.

- Uso clínico: principalmente en epilepsia refractaria y tumores cerebrales como gliomas.

Dietas hipercalóricas, hiperproteicas y bajas en carbohidratos (p. ej., dieta Atkins, paleolítica)

- Contenido calórico: variable, generalmente hipocalóricas.

- Proteínas: elevadas.

- Carbohidratos: bajos.

- Grasas: elevadas.

Consideraciones: aunque pueden inducir una rápida pérdida de peso a corto plazo, no se recomiendan ampliamente debido a posibles efectos negativos en el metabolismo y la microbiota intestinal.

Las dietas bajas en carbohidratos generan un rápido descenso de peso (1-1,5 kg/semana) y así logran un impacto psicológico positivo, además de ser bien toleradas^{9,14,15}. Producen mayor saciedad, disminuyen la insulinoresistencia (IR), la glucemia y la PA^{9,11,15,16,17,18}. Reducen la expresión de genes de inflamación y el estrés oxidativo^{14,15}. Favorecen la reducción de la circunferencia de cintura, la HbA1c y los triglicéridos, y el aumento de las lipoproteínas de alta densidad¹⁹. Mejoran la respuesta inmunológica a la infección por SARS-CoV-2²⁰. Mejoran la calidad de sueño y de vida^{15,17,21}. Los efectos secundarios son transitorios y los principales son: somnolencia, irritabilidad, náuseas y estreñimiento^{9,21}. También se describen: deshidratación, hipoglucemia, halitosis, caída del cabello, hiperuricemia, hipocalcemia, hipoproteïnemia¹³. Aumentan el LDL, reducen la diversidad de la microbiota intestinal por bajos carbohidratos ricos en fibra, menor producción de ácidos grasos de cadena corta^{9,15}. Se indican en casos de obesidad asociada o no con comorbilidad, sin logros con otras dietas, para la preparación para la cirugía bariátrica y por necesidad clínica de perder peso rápido (cirugía o fertilidad)^{9,15}. Contraindicaciones: embarazo, lactancia, DM1, evento cardiovascular reciente, gota, litiasis renal, alteraciones hidroelectrolíticas, enfermedad psiquiátrica, insuficiencia hepática, renal o respiratoria, uso de inhibidores de SGLT2^{15,16}. Con respecto a su seguimiento, se sugiere implementar por no más de 12 semanas continuas, luego realizar transición gradual a una alimentación equilibrada; suplementar con vitaminas del complejo B, C y E, minerales, potasio, sodio, magnesio, calcio y ácidos grasos omega 3. El uso de bicarbonato de sodio alcaliniza la orina facilitando la excreción del ácido úrico¹⁵.

Las dietas cetogénicas pueden ser útiles a corto plazo para el sobrepeso y la obesidad bajo supervisión profesional, mejorando el metabolismo. No son una solución universal para la DM, y requieren individualización por sus riesgos y efectos en la microbiota. Se necesita más investigación a largo plazo, especialmente en DM1, siendo crucial una transición a una dieta equilibrada.

Dieta paleolítica

Su fundamento es la falta de coincidencia entre la comida actual y el ADN paleolítico "somos lo que comemos"^{9,22}. Imita grupos de alimentos de esa era. Es hipocalórica, hiperproteica e hiperlipídica, baja en carbohidratos, fibra dietética 45-100 g/día, 35% grasas, 35% carbohidratos y 30% proteínas⁹. Sus resultados son contradictorios, con estudios cortos de pocos pacientes, por lo que el seguimiento a largo plazo es necesario^{22,23,24,25,26,27}. Como aspectos positivos, se destaca que reduce factores de riesgo CV (presión, colesterol, triglicéridos, LDL, peso, masa grasa, cintura), aumenta la insulinosensibilidad, disminuye la leptina en ayunas, brinda mayor saciedad y modulación de la microbiota intestinal^{22,23,24,27,28}. En cambio, los aspectos negativos incluyen: que es de alto costo, con mala adherencia y palatabilidad, y genera déficit de vitamina D, calcio y yodo^{9,22,28}.

La adopción de la dieta paleolítica se asocia con reducciones significativas del peso corporal, el índice de masa corporal (IMC) y la circunferencia de cintura, lo que sugiere su potencial beneficio en el control de marcadores antropométricos relacionados con las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Sin embargo, los autores enfatizan la necesidad de realizar más estudios clínicos aleatorizados con muestras más amplias y de mayor duración para confirmar estos beneficios y evaluar otros posibles efectos en la salud.

La dieta paleolítica muestra beneficios preliminares en el peso y la cintura, sugiriendo potencial contra las ECNT. Sin embargo, la evidencia de calidad es limitada para confirmar su eficacia y seguridad a largo plazo, requiriendo una evaluación personalizada dentro de un plan nutricional más amplio que considere la adherencia y la sostenibilidad.

Veganismo, dietas basadas en plantas

Las dietas vegetarianas se caracterizan por excluir carnes, productos cárnicos y pescados, e incluir alimentos de origen vegetal, con o sin lácteos, huevos o miel. Sus variantes pueden ser ovolactovegetariana, lactovegetariana u ovovegetariana, entre otras. La alimentación basada en plantas se compone de alimentos que provienen de plantas con pocos o ningún ingrediente de origen animal²⁹⁻³¹. Incluye: verduras, cereales integrales, legumbres, frutos secos, semillas y frutas, alimentos sin procesar o mínimamente procesados (p. ej.: seitán, tofu o texturizados de legumbres)³¹. A diferencia del veganismo, no incluye alimentos ultraprocesados.

Definiciones²⁹⁻³¹

- Dieta vegetariana. Se define como un patrón alimentario que excluye la carne y los productos derivados de esta y, en diferentes grados, otros productos de origen animal. Esta categoría incluye, entre otras, las dietas ovolactovegetarianas y veganas.

- Dieta basada en plantas (*plant-based*). Se describe como un patrón alimentario en el cual los alimentos de origen animal son total o mayormente excluidos. Bajo esta definición, dietas como la flexitariana y la pescetariana podrían considerarse basadas en plantas.

Diferencias entre tipos de dietas vegetarianas

- Ovolactovegetariana. Excluye todas las formas de carne y pescado, pero incluye huevos y productos lácteos.

- Ovovegetariana. Excluye carne, pescado y productos lácteos, pero permite el consumo de huevos.

- Lactovegetariana. Excluye carne, pescado y huevos, pero incluye productos lácteos.

- Vegana. Elimina todos los productos de origen animal, incluyendo carne, pescado, huevos, productos lácteos y, en muchos casos, otros productos de origen animal como la miel.

En la década de 1960-1970 se relacionaba a la alimentación vegetariana con carencias nutricionales y se creía que una alimentación omnívora era más adecuada nutricionalmente, aunque con más riesgo de excesos³². Con el correr de los años, esto fue modificándose hasta la actualidad donde se sabe que las dietas vegetarianas adecuadamente planificadas (con el fin de evitar carencias) son saludables y pueden proporcionar beneficios en la prevención y el tratamiento de las ECNT.

Son apropiadas en todas las etapas del ciclo vital, así como también para deportistas³⁰. Las personas que adoptan una dieta basada en plantas suelen tener un IMC 5 puntos más bajo respecto de un patrón omnívoro. Disminuyen, además, la mortalidad general, las ECV (34%), la incidencia de cáncer (18%) y de DM (50%, que se incrementa al 75% cuanto más estricto sea)³⁰. Una dieta basada en vegetales inexorablemente genera un mayor consumo de fibras y menor densidad calórica lo que conlleva a una pérdida de peso a expensas del tejido adiposo, sin dejar de remarcar que si está bien planificada no compromete el tejido muscular pudiendo incluso presentarse una ganancia de masa magra cuando se acompaña de actividad física programada para tal fin³³⁻³⁶.

Diversos estudios evidenciaron un efecto beneficioso de la alimentación basada en plantas en el control de la glucemia con una reducción significativa de entre el 0,3% y el 0,4% de la HbA1c versus una dieta omnívora^{37,38}. En cuanto a la prevención, comparativamente el patrón dietario vegetariano saludable se asoció a un menor riesgo de desarrollar DM2 en relación al no vegetariano³⁹. Se observó entre un 34% y un 37% menor riesgo de padecer DM en aquellos individuos que adoptan dicho patrón alimentario en comparación con los consumidores de carne (al menos 50 g/día)^{40,41}. La evidencia científica actual y las más importantes comunidades científicas de todo el mundo concluyen en el uso como parte de la terapéutica de estos patrones alimentarios, ya que son eficaces tanto para el sobrepeso y la obesidad como para otras ECNT como la DM y las ECV^{42,43,44}. Los patrones alimentarios deberían ser sustentables con un impacto ambiental bajo. Es importante recordar y recomendar el consumo de productos de estación y regionales, con vegetales en mejores condiciones, con mejor sabor y menor uso de pesticidas, que no necesiten grandes traslados, disminuyendo costos, el uso de plástico y la huella de carbono colaborando además con las economías regionales.

Las dietas vegetarianas y basadas en plantas, bien planificadas y con supervisión profesional, son efectivas y seguras en todas las edades para prevenir y tratar la DM2, mejorar el metabolismo, reducir la grasa corporal, y disminuir el riesgo CV y de ciertos cánceres, además de ser sostenibles.

Ayuno intermitente en diabetes

El ayuno intermitente (AI) se ha propuesto como estrategia para reducir el peso corporal y mejorar el metabolismo. Una característica es que todas las comidas se consumen durante un período de tiempo estrictamente definido, seguidas de períodos de ayuno. Debido a que la "ventana de alimentación" es corta, la ingesta total de calorías es menor que si el tiempo de ingesta de alimentos fuera ilimitado⁴⁵. Existen diferentes regímenes de AI⁴⁶ que se diferencian en la frecuencia y el tiempo de ingesta. Se destacan:

- Ayuno de días alternos. Los días de ayuno son separados por días de consumo de alimentos *ad libitum*⁴⁷.

- Ayuno periódico (ayuno 5/2 o 6/1). El ayuno es de 1 o 2 días a la semana.

- Alimentación restringida en el tiempo. El consumo de alimentos solo se permite durante un período de tiempo específico cada día; generalmente son ayunos diarios de 16 a 20 h⁴⁸.

La pérdida de peso es de leve a moderada (3% al 8% de pérdida desde el inicio) durante períodos cortos (8 a 12 semanas), sin diferencias significativas en la pérdida de peso en comparación con la restricción calórica continua⁴⁹. Algunos estudios se han extendido hasta 52 semanas con hallazgos similares⁵⁰. El AI tiene una mayor adherencia, mejora los factores de riesgo metabólicos, la composición corporal y la pérdida de peso en personas con obesidad^{51,52,53}. Se ha demostrado que el AI, a través de la reducción de la adiposidad (particularmente visceral y del tronco), promueve mejoras en los niveles y en la sensibilidad de la leptina/adiponectina, lo que conduce a un mejor control del apetito y niveles más bajos de inflamación crónica⁵⁴. Afecta positivamente el control glucémico al disminuir los niveles de glucosa y de HbA1c, aumenta la insulinosensibilidad y mejora la función de las células beta⁵⁰, aunque falta evidencia sobre sus efectos en el control glucémico y la seguridad en pacientes con DM⁴⁸.

Carter et al.⁵⁵ realizaron un ensayo clínico en el que participaron 137 adultos con DM2 y se dividieron en dos grupos: uno de restricción energética intermitente (500-600 kcal/día) 2 días por semana y dieta normal en días alternos, y otro grupo de restricción energética continua (1200-1500 kcal/día). Después de 12 meses de intervención, ambos grupos mostraron reducciones similares de la HbA1c y mayores reducciones de peso en el grupo de restricción energética intermitente. En personas con

DM, es importante evaluar el riesgo de hipoglucemia, especialmente en quienes utilizan insulina y sulfonilureas. El riesgo es considerablemente menor con otros antidiabéticos orales. En personas tratadas con insulina, considerar el uso del monitoreo continuo de glucosa (MCG)⁴⁷. Se debe recomendar una hidratación adecuada y en aquellos que realizan AI a largo plazo, asegurar una ingesta adecuada de proteínas y nutrientes para evitar déficit. En embarazadas, lactantes, niños pequeños, adultos mayores, personas con trastornos de la alimentación e inmunodeficiencia se contraindica el AI y más aún si padecen DM.

El ayuno intermitente representa una opción terapéutica nutricional prometedora para mejorar el control metabólico y favorecer la pérdida de peso en personas con DM2 y obesidad, siempre que se individualice y acompañe de un seguimiento médico-nutricional. La elección del régimen de ayuno intermitente debe considerar el tipo de tratamiento farmacológico, el riesgo de hipoglucemias y el estado nutricional del paciente.

Edulcorantes no calóricos en obesidad y diabetes

Respecto del impacto de los edulcorantes no calóricos (ENC) en relación con el peso y la adiposidad, a 6 meses de seguimiento demostraron ser neutros o levemente beneficiosos. No se observaron diferencias respecto del apetito con el uso de sucralosa y aspartamo. Los ENC tendrían un menor impacto en el sistema de recompensa a nivel central, además de reducir la ingesta calórica cuando se comparan con la ingesta de azúcares. En relación a la adipogénesis y el gasto calórico, los resultados fueron inconsistentes. Tampoco se encontró evidencia a favor del desarrollo de DM2 o alteraciones en la homeostasis glucémica, pero se requieren más estudios para demostrar esta asociación. No existen hasta la fecha reportes de alteración en la absorción de la glucosa en el intestino o en los niveles de insulinemia. Existe evidencia, aunque insuficiente, en cuanto al rol protector de los ENC en la adiposidad y la IR al contrarrestar el efecto de la inflamación inducida por los lipopolisacáridos y por ende alteraciones en la señalización insulínica^{56,57}.

Una revisión sistemática (RS) con metaanálisis en red comparó los ENC versus los azúcares calóricos (glucosa, sacarosa y fructosa) y su efecto en la glucemia posprandial. Los ENC no tuvieron efec-

to alguno sobre la glucemia posprandial, insulina, GLP-1, GIP, PYY, ghrelina y glucagón, ni evidencia de efectos adversos endocrino-metabólicos, a diferencia de las bebidas endulzadas con azúcares que aumentan las respuestas posprandiales de glucosa, insulina, GLP-1 y GIP, pero sin diferencias en la respuesta de ghrelina y glucagón⁵⁸.

En un análisis secundario del estudio *Type 2 Diabetes Treatment Options in Adolescents and Young Adults* (TODAY) se compararon distintos grados de consumo de ENC versus no consumidores, y a su vez el aumento o la disminución gradual del consumo a lo largo del período de seguimiento. La ingesta de kilocalorías, fibra, carbohidratos, grasas totales, grasas saturadas y proteínas fue mayor entre los altos consumidores de ENC en comparación con los no consumidores. No hubo asociación de factores de riesgo cardiometabólicos entre los grupos. Los que disminuyeron la ingesta de ENC, aumentaron la ingesta de azúcar sin impacto en la significancia estadística después de ajustar por variables⁵⁹.

En otra RS el uso de ENC vinculó resultados beneficiosos en relación con el peso corporal, el IMC y/o la ingesta energética debido a la disminución de la cantidad de azúcar agregada. En una RS y metaanálisis de corte prospectiva (n=14; n=416830 participantes) se concluyó que los ENC no se relacionaron con daño cardiometabólico y que, en sustitución de las bebidas azucaradas, generarían beneficio. La evidencia de estas conclusiones es de baja a muy baja⁶⁰. El estudio francés *NutriNet-Santé* (n=105588) asoció positivamente la ingesta de ENC (aspartamo y acesulfamo-K) y el riesgo de DM2. Con la sucralosa, la asociación fue menor, sin poderse eliminar el potencial sesgo de causalidad inversa⁶¹.

Los ENC representan una opción segura dentro de un enfoque nutricional integral, aunque se requiere mayor evidencia prospectiva y de alta calidad metodológica para definir su impacto a largo plazo en la salud cardiometabólica

Tratamiento nutricional en la diabetes mellitus tipo 1 y la obesidad

El aumento de peso en pacientes con DM1 se asocia con mayor requerimiento de insulina, IR, inflamación, dislipidemia, mayor riesgo cardiometabólico y de complicaciones crónicas. El aumento de peso es un efecto secundario del tratamiento de la DM1 por el efecto anabólico de la insulino-

terapia⁶². El temor a la hipoglucemia genera menor motivación para realizar actividad física y/o mayor consumo de carbohidratos simples antes o durante el ejercicio contribuyendo al aumento de peso^{63,64}. Puede ocurrir durante o 24 h después de la actividad, por lo que debe reducirse la dosis de insulina cuando el ejercicio se planifica con anticipación⁶². La actividad física aeróbica y de fuerza generan pérdida de peso, y proporcionan beneficios CV y psicológicos. Asociándolas a una dieta hipocalórica, disminuyen la masa grasa, mantienen la masa muscular y aumentan la sensibilidad a la insulina⁶⁴. Otros factores exógenos, como trastornos de la conducta alimentaria, sueño de corta duración, estrés crónico y otros factores psicosociales, son predisponentes para la obesidad⁶⁴. Factores biológicos endógenos, como el perfil hormonal intestinal, la predisposición genética, la epigenética o la microbiota intestinal, desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de la obesidad. La alteración de los moduladores de la alimentación secretados por las células beta, como la insulina y la amilina, producen cambios en la ingesta de alimentos y promueven el aumento de peso. Además, la disfunción de las células alfa pancreáticas produce secreción deficiente de glucagón en la hipoglucemia y una desregulación de la secreción posprandial de glucagón^{62,64}.

Por otra parte, existen guías de recomendaciones para el manejo nutricional centradas principalmente en pacientes con DM2 que brindan pautas para el manejo en personas con DM1. No existe un porcentaje ideal de calorías provenientes de carbohidratos, proteínas y grasas para las personas con DM, por lo tanto, la distribución de los macronutrientes debe basarse en las características clínicas y las preferencias de cada paciente^{65,66}. Una reducción de la ingesta calórica diaria de 500-1000 Kcal/día resulta efectiva para reducir el peso en pacientes con obesidad, así como para fomentar el consumo de carbohidratos con bajo índice glucémico y alto contenido en fibra, alimentos ricos en ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados. Una dieta hipocalórica basada en el patrón mediterráneo podría considerarse beneficiosa para la pérdida de peso en DM⁶⁷.

Actualmente existe falta de evidencia del uso de fármacos para el tratamiento de la obesidad en personas con DM1 ya que estos pacientes han sido excluidos de los ensayos principales⁶⁴. En la obesidad mórbida, la cirugía bariátrica demostró ser eficaz en la reducción del peso, las necesida-

des diarias de insulina y las comorbilidades relacionadas con la obesidad. Sin embargo, su efecto sobre el control glucémico en la DM1 es controvertido. Las complicaciones metabólicas más importantes son la cetoacidosis diabética (CAD), la hipoglucemia grave y la variabilidad glucémica. Se requieren más estudios para evaluar los efectos de la cirugía bariátrica en DM1⁶⁸.

En los últimos años se ha observado un aumento de la obesidad en pacientes con DM1. Es fundamental el abordaje nutricional adecuado a las condiciones del paciente, considerando su actividad habitual, el ejercicio físico y su variabilidad glucémica, requiriendo un abordaje personalizado. Existe escasa evidencia sobre el uso de fármacos antiobesidad y los riesgos potenciales de la cirugía bariátrica en esta población. Se resalta la importancia de continuar investigando nuevas estrategias eficaces y seguras para el manejo de la obesidad en el contexto de DM1.

Nutrigenética y nutrigenómica en obesidad

La variabilidad de respuesta a las intervenciones alimentarias se asocia a variantes genéticas que influyen en la absorción, la metabolización y la utilización de los nutrientes. La nutrición de precisión (NP) estudia estas variantes y su respuesta a la dieta, el rol que tienen los nutrientes sobre la expresión genética, para definir la respuesta biológica. La NP genera recomendaciones nutricionales “específicas y personalizadas” según el perfil genético, el fenotipo, el estado de salud y el ambiente⁶⁹.

Nutrigenética y obesidad

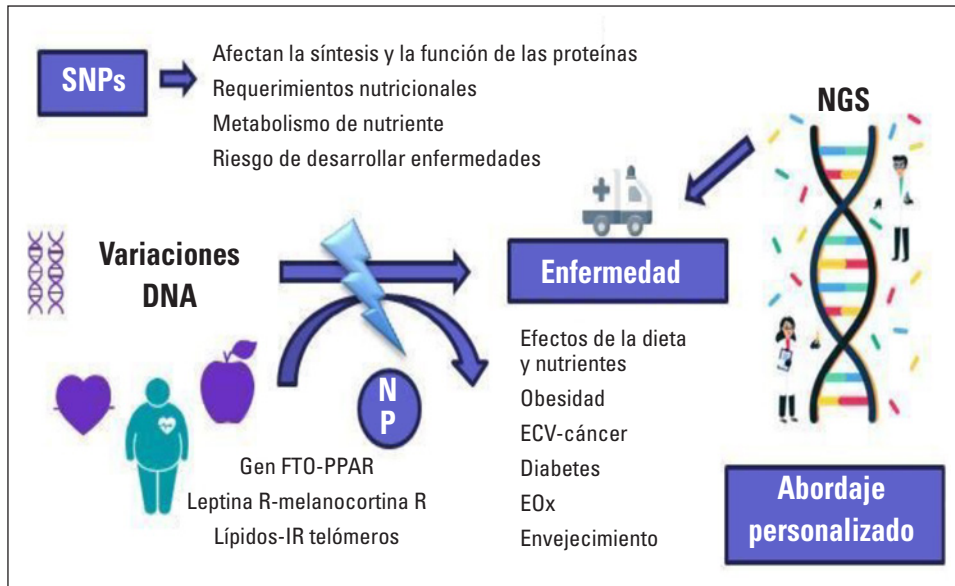
La nutrigenética estudia la influencia del genotipo (variantes de la secuencia de ADN) según las respuestas a los nutrientes y su impacto sobre el

riesgo de enfermedades (Figura 1). La obesidad modifica la expresión de genes y la estabilidad del genoma, determinando cambios en el fenotipo hacia la IR⁷⁰. La regulación del peso corporal depende de múltiples factores genéticos (Figura 2).

En un estudio en personas con DM2 los sujetos que portaban el alelo A en el gen obesogénico FTO perdieron menos peso ($p=0,022$) y tuvieron una disminución menor del IMC desde el inicio hasta los 12 meses (p interacción $=0,047$) en comparación con los portadores de TT⁷¹. Por lo tanto, la diversidad en el perfil genético entre individuos y grupos étnicos difiere en el requerimiento de nutrientes, el metabolismo y la respuesta a las intervenciones nutricionales y dietéticas.

Nutrigenómica y regulación del peso corporal

La nutrigenómica estudia el efecto de la nutrición sobre la expresión génica, y en el proteoma y el metaboloma⁶⁹. Los nutrientes pueden afectar y regular la actividad génica a través de modificaciones epigenéticas (modificaciones reversibles en la estructura de la cromatina) y modificaciones del ADN, sin alterar su secuencia a través de dos mecanismos principales: metilación del ADN y modificación de histonas⁷². Los microARN o ARN no codificantes largos generados por los cambios nutrigenómicos regulan la expresión génica, producen la remodelación de la cromatina y cambios epigenéticos por múltiples mecanismos siendo biomarcadores de enfermedades crónicas como la obesidad. La NP podría prevenir la aparición de ECV y enfermedades metabólicas. Existiría asociación entre el alelo de riesgo (T) y los fenotipos cardiovasculares según la determinación genética o la interacción gen-dieta; por ejemplo, cuando existe modulación por la dieta mediterránea, se revierte el fenotipo de alto riesgo CV⁷³.



SNPs: single nucleotid polimorfism; FTO: Fat mass and obesity associates gene; PPAR: receptores activados por proliferadores peroxisomales; leptina R: receptor de leptina; melanocortina R: receptor de melanocortina; Eox: estrés oxidativo; NGS: next generation sequencing.

Figura 1: Las variaciones en el DNA y SNPs afectan los requerimientos nutricionales y aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades.

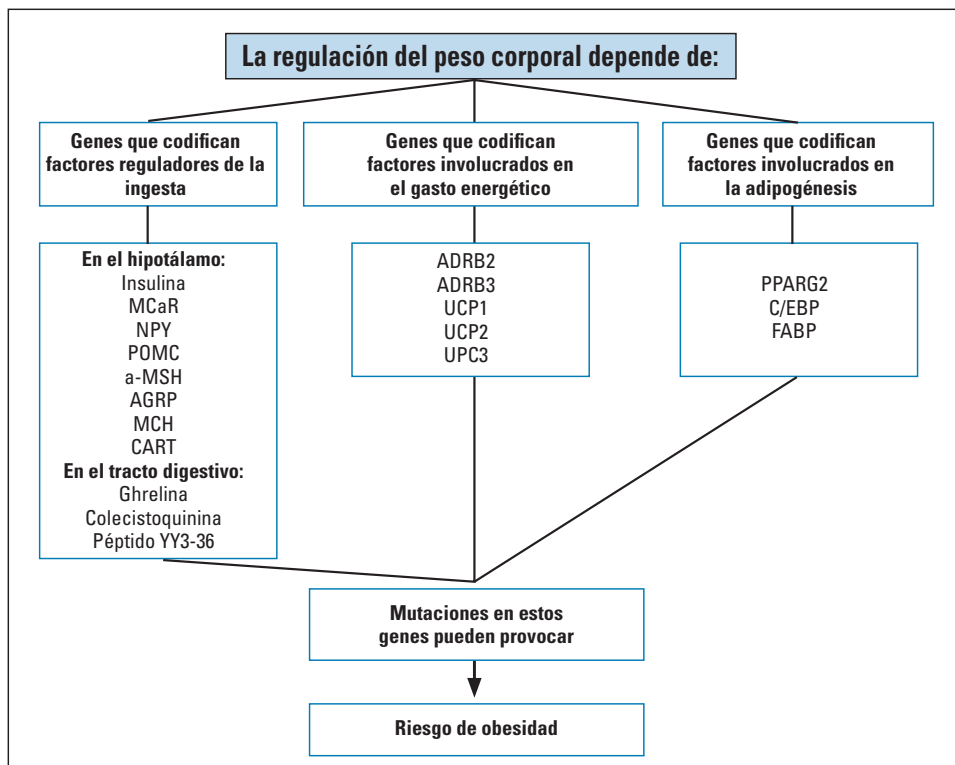


Figura 2: Regulación del peso corporal. Ejemplos de variantes genéticas, vías y procesos asociados a la acumulación y la distribución adiposa.

Las variantes genéticas específicas pueden influir en la respuesta a los componentes dietéticos y requerimientos nutricionales y, a su vez, la dieta puede modular la expresión génica. Un enfoque integral de la NP permitiría a los profesionales generar recomendaciones nutricionales individuales. Los estudios nutrigenéticos y nutrigenómicos ofrecen oportunidades para mejorar la prevención de trastornos metabólicos y ECV, con efectos transgeneracionales. El background genético puede influenciar el éxito de la terapia⁷⁴.

Nutrición y sarcopenia

Uno de los puntos importantes en la prevención y el tratamiento de la sarcopenia según el *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2* (EWGSOP2) es el tratamiento nutricional⁷⁵. La combinación de nutrientes es la forma más efectiva de mantener la salud muscular⁷⁶. Para mantener la forma física, las personas ancianas necesitan más proteína en la dieta que la gente joven, por lo cual deberían consumir en promedio al menos 1 a 1,2 g de proteína/kg de peso/día. La mayoría de los adultos que tiene una enfermedad aguda o crónica necesita incluso más proteína (p. ej., 1,2 a 1,5 g/kg de peso/día); personas con enfermedad severa, injurias o con marcada malnutrición pueden necesitar tanto como 2 g/kg de peso/día. Las personas mayores con enfermedad renal severa que no están en diálisis (p. ej., GFR <30 ml/min /1,73 m²) son la excepción para la regla de altas proteínas y deben limitar su ingesta.

La calidad de la proteína, el tiempo de ingerirla y la suplementación con aminoácidos debería considerarse para mejorar los beneficios, pero hacen falta más estudios para explicitar recomendaciones.

En combinación con el incremento del consumo de proteínas, el ejercicio es recomendado con niveles individualizados, seguros y bien tolerados^{77,78,79}. Otro nutriente estudiado en la sarcopenia son los ácidos grasos poliinsaturados (*poly-unsaturated fatty acids*, PUFA). En general, su efecto sobre la fuerza muscular demostró ser positivo. Sin embargo, el parámetro de respuesta podría ser diferente. También se comprobó una variedad de beneficios en la función física, en particular en la velocidad de caminar y en el *test time up and go* (TUG Test). Sin embargo, los cambios fueron demasiado escasos para ser de significancia clínica. La suplementación durante un tiempo prolongado

tendería a ser más favorable. La suplementación con omega 3 PUFA puede tener efecto positivo sobre la síntesis de proteínas en respuesta a un estímulo anabólico. Los mecanismos por los cuales la suplementación con omega 3 PUFA mejora la salud muscular son: a) antiinflamatorios, por incremento de la expresión del mTORC-1; b) disminuye el sistema proteosoma-ubiquitina y el sistema de autofagia por los lisosomas; c) mejora la biogénesis y la función mitocondrial; d) optimiza el transporte de aminoácidos; e) mejora la actividad en la unión neuromuscular.

Sin embargo, los ensayos relevantes difieren ampliamente en sus protocolos, regímenes de suplementación y medidas de sus objetivos, resultando altamente heterogéneos⁸⁰. Varios estudios exploraron el rol de la suplementación con vitamina D para la prevención de la sarcopenia y la fragilidad, obteniendo resultados contradictorios. En cuanto a la vitamina D, teniendo en cuenta estudios recientes, especialmente para los más ancianos que son el grupo de alto riesgo para sarcopenia, debe recomendarse intervención multifactorial, incluyendo suplementación con vitamina D, ingesta de proteínas y ejercicio físico⁸¹.

Un enfoque integrado que combine nutrición adecuada, suplementación estratégica y actividad física adaptada a cada paciente representa la intervención más prometedora para la preservación de la salud muscular en personas mayores y la prevención de la sarcopenia.

Efecto de los diferentes tipos de ejercicio en la sarcopenia

La definición de sarcopenia es un progresivo y generalizado desorden del músculo esquelético, asociado a resultados adversos como caídas, fracturas, incapacidad y mortalidad⁷⁵. Para evaluarla de manera práctica se sugiere valorarla usando el *hand grip* y el tiempo para incorporarse desde una silla. En cuanto a la masa muscular, se puede evaluar la masa de las extremidades aislada y otro punto en relación a la altura; en cuanto a las aptitudes, velocidad al caminar, el test SPPB (*short physical performance battery*)⁸², el TUG⁸³ y el test de caminata de 400 mts⁷⁵. En este sentido, se han evaluado diferentes protocolos de ejercicio para revertir la sarcopenia. El entrenamiento de fuerza supervisado produjo grandes incrementos en la masa magra y en la fuerza muscular en hombres y mujeres

>78 años. Dependiendo del ejercicio y el sexo, el incremento de 1RM (repetición máxima) fue de un 17% a un 43% de la línea de base, en un promedio de 18 semanas (128 días) de entrenamiento⁸⁴.

En otro metaanálisis se demostró que la participación del entrenamiento de fuerza entre 8-18 semanas con una frecuencia de 1 a 3 días por semana puede restaurar los niveles de fuerza perdidos en varios años de inactividad^{85,86,87}. En un estudio de personas obesas con un IMC >30 y >65 años se realizó intervención nutricional con déficit calórico de entre 500 y 750 kcal durante 26 semanas en el cual se estudiaron cuatro grupos de 40 personas cada uno: grupo control, grupo combinado (aeróbico y fuerza), grupo aeróbico y grupo de fuerza. El VO₂ pico (cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir medido como ml/kg/min.) aumentó más en el grupo combinado y el aeróbico que en el grupo de fuerza: 17,2 a 20,3 (el cambio fue de 3,1±0,3 [17% de aumento]) y 17,6 a 20,9 (un cambio de 3,3±0,3 [18% de aumento]), respectivamente, versus 17,3 a 18,3 (un cambio de 1,3±0,3 [8% de aumento]). El total del test de 1RM aumentó en el grupo fuerza (de 288 a 337 kg un cambio de 49±5 kg [aumentó un 19%]) y en el grupo combinación (de 272 a 320 kg; un cambio de 48±5 [aumentó un 18%]), mientras se mantuvo en el grupo aeróbico. La velocidad al caminar, uno de los puntos tenidos en cuenta al diagnosticar sarcopenia, aumentó más en el grupo combinación (68,8 a 80,9 mts/minuto un cambio 12,1±1,3 mts/minuto [aumentó un 14%]) que en el grupo aeróbico (74,6 a 82,7 mts/minuto; un cambio de 8,1±1,3 mts/minuto [9% de aumento])⁸⁸. Todos los resultados comparados fueron estadísticamente significativos. Resultados como los de este estudio demuestran la necesidad de combinar ejercicios de fuerza para prevenir la sarcopenia en general, y en especial en tratamientos de descenso de peso en personas con obesidad.

Existen test como el hand grip, tiempo de incorporación de la silla, velocidad al caminar, test SPPB, el TUG y la prueba de caminata de 400 mts que son útiles para evaluar la sarcopenia y generar un plan de acción que incluya ejercicios aeróbicos y de resistencia muscular para revertir esta condición y prevenir la sarcopenia en los tratamientos de descenso de peso.

HIIT/ejercicio aeróbico efectos sobre la diabetes y la obesidad

Debemos definir qué es el entrenamiento intervalado de alta intensidad (*high intensity interval training*, HIIT) y qué se entiende por entrenamiento continuo de intensidad moderada (*moderate intensity continuous training*, MICT).

El MICT es aquel que tiene una intensidad del 43% al 63% de la VO₂max o que se encuentra entre el 64-76% de la frecuencia cardíaca máxima calculada para una persona, mientras que el HIIT es el entrenamiento intervalado de alta intensidad, que consiste en períodos de actividad física vigorosa al 80-95% del VO₂max, separados por pausas activas con una intensidad menor al 40% de la VO₂max, en sesiones de 20-30 min. El MICT ha demostrado beneficios sobre las glucemias, sobre todo en pacientes con diagnóstico reciente de DM, sexo masculino y jóvenes⁸⁹, así como también en la reducción aguda de los niveles de glucemia luego del ejercicio⁹⁰. En cuanto al impacto sobre el peso, tiene un discreto efecto cuando se lo compara con terapia nutricional. El HIIT también tiene un impacto glucémico con reducción de un 13% en el promedio de glucemias de 24 h, disminución del 30% de las glucemias a las 3 h posprandiales, con bajo riesgo de hipoglucemias⁹¹; además, muestra reducción del IMC y de la masa grasa en personas con obesidad^{92,93}.

Al comparar ambas estrategias (MICT versus HIIT), los resultados son contradictorios ya que hay estudios y metaanálisis que no encuentran diferencias entre estrategias en cuanto a la sensibilidad a la insulina⁹⁴ o los cambios en la composición corporal⁹⁵, mientras que otros muestran superioridad del HIIT en cuanto al control glucémico agudo luego de una sesión de ejercicio y a largo plazo.

Se concluye que ambas estrategias son beneficiosas desde el punto de vista metabólico y sobre la composición corporal, con algunos datos que sugieren mayor efecto del HIIT, con menor requerimiento de tiempo.

Actividad física en niños, embarazadas, adultos mayores y personas con limitaciones físicas

La actividad física (AF) es importante para mejorar la calidad de vida y la salud en todas las edades⁹⁶.

- *Niños.* Con la AF se favorece el desempeño académico y la salud mental. Están indicados 60 minutos de AF diaria aeróbica de intensidad moderada o vigorosa semanal⁹⁷. Se recomienda AF mediante el juego, actividades recreativas en la escuela y clubes con participación familiar⁹⁸. El estudio KIDS PLAY español respalda el juego como intervención⁹⁹. La familia es importante para motivarlos y para establecer hábitos saludables^{100,101}.

- *Embarazadas.* La AF beneficia la salud materno-fetal reduciendo las complicaciones¹⁰⁰. Realizar ejercicio durante el embarazo mejora la función CV y el estado físico¹⁰². Se recomiendan 150 minutos de AF aeróbica de intensidad moderada semanal, incorporando actividades de fortalecimiento muscular y flexibilidad¹⁰³.

- *Adulto mayor.* La AF de intensidad de moderada a vigorosa reduce factores de riesgo CV. El entrenamiento de fuerza contrarresta la pérdida de masa muscular debido a la edad¹⁰⁴.

- *En personas con obesidad.* Se recomienda aumentar la AF, logrando mayor movilidad y capacidad para participar en actividades de la vida diaria (AVD), brindando independencia¹⁰⁴. Se aconsejan 300 minutos de AF aeróbica de intensidad moderada, o 150 minutos de AF aeróbica de intensidad vigorosa, con entrenamiento del equilibrio semanalmente⁹⁷. El plan de actividades debe adaptarse a las capacidades y la aptitud aeróbica para reducir el sedentarismo¹⁰⁶.

- *Limitaciones físicas.* La DM conduce a fragilidad dando un deterioro de la función física¹⁰⁶. La obesidad clase II/III se asocia con mayor tiempo dedicado a completar AVD por la movilidad reducida. Se recomienda AF regular, 150-300 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada, o 75-150 minutos de actividad aeróbica de intensidad vigorosa, alternando 2 días semanales con fortalecimiento muscular.

- *Adultos mayores con discapacidad.* Deben realizar AF multicomponente, con entrenamiento de fuerza de intensidad moderada 3 o más días a la semana⁹⁷. Es importante prescribir ejercicio en función de las condiciones y las características de la enfermedad de base¹⁰⁷. En DM2, el entrenamiento combinado es superior al entrenamiento aeróbico solo¹⁰⁶.

- *En neuropatía diabética.* Combinar entrenamiento de resistencia y sensoriomotor es beneficioso¹⁰⁷. Para alteraciones de la marcha, los programas de ejercicios se centran en actividades sin carga de peso^{107,108}. En el estudio chino DA QING, la intervención en el estilo de vida no arrojó beneficios para neu-

ropatía, pero sí reducción del 47% en la incidencia de retinopatía grave¹⁰⁷⁻¹⁰⁹. La AF de intensidad moderada podría tener un efecto protector en la retinopatía diabética (RD)¹¹⁰. Un estudio Europeo mencionó que la AF con ejercicios de baja a moderada intensidad se asocian con niveles menos graves de RD^{107-109,111}. La amputación del miembro inferior tiene mayor incidencia en DM^{105,107-109,111}. Intervenciones en el estilo de vida centradas en la AF y el manejo del estrés son efectivas para mejorar el funcionamiento físico y psicosocial en pacientes amputados. Se recomiendan ejercicios de fuerza, equilibrio, flexibilidad y marcha para reducir caídas^{105,107-109,111,112}. Al igual que la población general, deben limitar el tiempo sedentario sustituyéndolo por AF de cualquier intensidad⁹⁷.

Independientemente de la edad o de las comorbilidades de las personas con DM, la indicación de la actividad física nunca debe contraindicarse, sino adaptarla a las necesidades individuales para una óptima adherencia y así lograr los resultados propuestos.

Tecnología aplicada a la actividad física y nutrición en diabetes y obesidad

El sobrepeso y la obesidad tienen una alta prevalencia y se asocian a numerosas condiciones de salud¹¹³. La disponibilidad de tecnologías para la actividad física y la dieta es amplia: dispositivos portátiles para monitorear la actividad física, *Apps* y formatos de salud digital.

Un ensayo clínico en 400 participantes (entre 18-35 años) de la Universidad de Pittsburg (*IDEA trial*) comparó dos grupos que recibieron inicialmente una intervención para la pérdida de peso durante 6 meses. Al grupo 1 se le agregaron mensajes de texto y acceso a un sitio *web* del estudio con materiales educativos sobre alimentación y actividad física (SBWI, *standard behavioral weight loss intervention*), y al grupo 2 la misma intervención descrita para SBWI con la entrega de tecnología portátil (sensor colocado en el brazo), además de una interfaz basada en la *web* (*fitness tracker*) para monitorear la actividad física y la dieta (EWLI, *technology-enhanced intervention*). La duración fue de 24 meses a intervalos de 6 meses y el objetivo primario fue el cambio de peso entre dos grupos. Los *endpoints* secundarios incluyeron composición corporal, *fitness*, AF e ingesta calórica. Ambos grupos tuvieron descenso de peso, siendo la diferencia no significativa con solo 2,4 kg

a favor del grupo con tecnología portátil durante 24 meses¹¹⁴. En un segundo ensayo (TRIPPA trial), con 800 sujetos de entre 21 y 65 años, el uso de *fitness trackers* durante 6 meses (ya sea solos o con incentivos [dinero o donaciones]) no mejoró los resultados de salud, peso y PA en comparación con el grupo control (sin seguimiento ni incentivos)¹¹⁵. Actualmente la tecnología digital ha mejorado muchos aspectos de la vida moderna¹¹⁶.

En una revisión de 2023 se evaluaron programas de ejercicios digitales y su evolución durante la última década, y se encontró que las aplicaciones pueden mejorar la adherencia a los programas. Fukuoka et al. hallaron que un podómetro más el uso de una *App* y sesiones de intervención en el estilo de vida dieron como resultado una mayor pérdida de peso que un podómetro solo en adultos con sobrepeso¹¹⁷. Del mismo modo, otro estudio indicó que agregar asesoramiento por correo electrónico aumentaba la AF en comparación con el uso de un podómetro solo¹¹⁸.

Existen muchas barreras para el ejercicio y la AF en poblaciones con obesidad. Las plataformas digitales ofrecen alternativas para brindar un acceso equitativo con capacidad de seguimiento. Se deben considerar las preferencias personales del individuo, cómo quiere interactuar con la tecnología, o si se requieren elementos sociales y técnicas de cambio de comportamiento para prevenir la reganancia de peso. Se debería considerar si las personas que pagan por el acceso a las plataformas digitales les afecta su comportamiento (positiva o negativamente), siendo necesario evaluar el uso a largo plazo de la tecnología en salud digital¹¹⁹.

A pesar de que existe controversia, probablemente a futuro la salud digital sea una herramienta útil para lograr objetivos de descenso de peso en pacientes con sobrepeso y obesidad comprendiendo que el compromiso y la adherencia al ejercicio y una alimentación saludable son determinantes fundamentales en la pérdida de peso junto con el apoyo profesional para mantener los objetivos¹²⁰.

Existen desafíos importantes como la personalización, el diseño centrado en el usuario, la sostenibilidad del uso a largo plazo y el análisis del impacto económico y motivacional. A futuro, la salud digital representa una herramienta prometedora en la prevención y el tratamiento de la obesidad y DM, siempre que se acompañe de una guía profesional y adaptada a las preferencias del paciente.

DISCUSIÓN

La mesa de trabajo abordó de forma integral las estrategias actuales del tratamiento nutricional y de la actividad física en personas con DM y obesidad, analizando críticamente la evidencia científica disponible y su aplicación en distintos contextos clínicos y poblacionales.

Respecto del uso de los edulcorantes no calóricos, se concluyó que, si bien no presentan efectos adversos significativos a corto plazo, aún se necesita evidencia prospectiva de calidad para evaluar su impacto a largo plazo en la salud cardiometabólica. Asimismo, el ayuno intermitente es considerado una herramienta terapéutica prometedora, pero su implementación requiere una cuidadosa individualización según el tratamiento farmacológico, el riesgo de hipoglucemias y el estado nutricional.

Otro eje central fue el análisis de los diferentes patrones dietéticos. Las dietas vegetarianas y basadas en plantas demostraron ser seguras, eficaces y sostenibles para todas las edades, mientras que las dietas cetogénicas mostraron utilidad a corto plazo, aunque con limitaciones para su mantenimiento a largo plazo. Por otro lado, la dieta paleolítica evidenció beneficios preliminares, pero la falta de estudios de calidad impide recomendarla ampliamente.

En relación con la sarcopenia, se destacó la importancia de un enfoque multifactorial que combine una nutrición rica en proteínas, suplementación estratégica (como vitamina D y omega 3) y actividad física adaptada. También se reconoció la complejidad del tratamiento en pacientes con DM1 y obesidad, enfatizando la necesidad de nuevas investigaciones que orienten intervenciones seguras y eficaces.

Un aspecto innovador del trabajo fue la incorporación de la nutrigenética y la nutrigenómica como herramientas que permitirían avanzar hacia una medicina de precisión, ofreciendo recomendaciones personalizadas basadas en el perfil genético del paciente. En la misma línea, se debatió el rol creciente de las tecnologías digitales y su potencial para mejorar la adherencia a los planes nutricionales y de actividad física, destacando la importancia del acompañamiento profesional y el diseño centrado en el usuario para su efectividad a largo plazo.

Finalmente, se discutieron los beneficios del ejercicio físico, tanto el entrenamiento de alta intensidad (HIIT) como el continuo de intensidad moderada (MICT), y se acordó que ambas modalidades son efectivas para el control glucémico y la

mejora de la composición corporal, siendo el HIIT más eficiente en términos de tiempo. Se hizo énfasis en que la actividad física debe ser una indicación transversal, adaptada a las características y necesidades de cada persona, sin exclusiones por edad o comorbilidades.

CONCLUSIONES

El abordaje de la DM y de la obesidad exige un enfoque profundamente individualizado y holístico. Lejos de soluciones universales, es fundamental que las intervenciones nutricionales, la actividad física y el uso estratégico de la tecnología se adapten meticulosamente a las características clínicas, las preferencias y el contexto social y cultural de cada paciente. Esta personalización es la piedra angular para lograr resultados sostenibles y significativos.

Se han revisado diversas estrategias dietarias, donde las dietas vegetarianas y basadas en plantas se posicionan como opciones prometedoras y sostenibles, tanto para la prevención como para el tratamiento de la DM2. Otros enfoques como el ayuno intermitente y las dietas cetogénicas pueden ser herramientas útiles a corto plazo, siempre y cuando se implementen bajo estricta supervisión profesional. Por otro lado, la dieta paleolítica aún requiere de mayor evidencia científica para recomendarse de forma amplia. En cuanto a los edulcorantes no calóricos, si bien se consideran seguros a corto plazo dentro de un plan alimentario equilibrado, se subraya la necesidad de estudios de mayor calidad que confirmen su impacto a largo plazo sobre la salud cardiometabólica. Asimismo, la prevención y el tratamiento de la sarcopenia, una condición relevante en este contexto, demanda una combinación estratégica de ingesta proteica adecuada, suplementación dirigida (como vitamina D y omega 3) y un plan de ejercicio físico adaptado.

La integración de la nutrigenética y la nutrigenómica representa un avance significativo hacia la medicina de precisión, permitiendo elaborar recomendaciones dietarias aún más individualizadas. Este campo tiene el potencial de optimizar la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas al considerar cómo la genética de cada persona influye en su respuesta a los nutrientes.

Respecto del ejercicio físico, tanto el entrenamiento de alta intensidad por intervalos (HIIT) como el entrenamiento de intensidad moderada continua (MICT) han demostrado ser estrategias efectivas para mejorar el control glucémico y la

composición corporal. No obstante, la clave de su éxito reside en la prescripción individualizada, que debe contemplar las capacidades físicas, las preferencias y las condiciones de salud de cada paciente para asegurar la adherencia y seguridad.

Finalmente, la tecnología emerge como una herramienta poderosa que puede favorecer la adherencia a los hábitos saludables. Sin embargo, su implementación debe realizarse siempre con acompañamiento profesional, respetando las preferencias del paciente y evaluando su sostenibilidad a largo plazo. Es crucial reconocer que, a pesar de los avances, aún persisten desafíos, y la necesidad de más investigación es apremiante, especialmente en poblaciones específicas como la de pacientes con DM1 y obesidad, para consolidar estrategias basadas en evidencia que siempre ubiquen al paciente en el centro del abordaje terapéutico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta Nacional de Factores de Riesgo. Resultados definitivos. Octubre de 2019. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/enfr_2018_resultados_definitivos.pdf.
2. Locke A, Schneiderhan J, Zick SM. Diets for health: goals and guidelines. *Am Fam Physician* 2018 Jun 1;97(11):721-8.
3. Nosova EV, Conte MS, Grenon SM. Advancing beyond the "heart-healthy diet" for peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2015 Jan 1;61(1):265-74.
4. Fischer NM, Pallazola VA, Xun H, Cainzos-Achirica M, Michos ED. The evolution of the heart-healthy diet for vascular health: A walk through time. *Vasc Med* 2020 Apr;25(2):184-93. doi: 10.1177/1358863X19901287.
5. Kahleova H, Salas-Salvadó J, Rahelić D, Kendall CW, Rembert E, Sievenpiper JL. Dietary patterns and cardiometabolic outcomes in diabetes: a summary of systematic reviews and meta-analyses. *Nutrients* 2019 Sep 13;11(9). doi: 10.3390/nu11092209.
6. Richardson LA, Izuora K, Basu A. Mediterranean diet and its association with cardiovascular disease risk factors. A scoping review. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Oct 6;19(19). doi: 10.3390/ijerph191912762.
7. Livingstone KM, Milte CM, Torres SJ, Hart MJ, Dingle SE, Shaw JE, et al. Nineteen-year associations between three diet quality indices and all-cause and cardiovascular disease mortality: The Australian Diabetes, Obesity, and Lifestyle Study. *J Nutr* 2022 Mar 3;152(3):805-15. doi: 10.1093/jn/nxab386.
8. Salas-Salvadó J, Díaz-López A, Ruiz-Canela M, Basora J, Fitó M, Corella D, et al. Effect of a lifestyle intervention program with energy-restricted mediterranean diet and exercise on weight loss and cardiovascular risk factors: one-year results of the PREDIMED-plus trial. *Diabetes Care* 2019 May;42(5):777-788. doi: 10.2337/dc18-0836.
9. Sukkar SG, Muscaritoli M. A Clinical perspective of low carbohydrate ketogenic diets: a narrative review. *Front Nutr* 2021 Jul 12;8:642628. doi: 10.3389/fnut.2021.642628.
10. Deledda A, Palmas V, Heidrich V, et al. Dynamics of gut microbiota and clinical variables after ketogenic and mediterranean diets in drug-Naïve patients with type 2 diabetes mellitus and obesity. *Metabolites* 2022;12(11). doi: 10.3390/metabo12111092.

11. Corrêa PR, Cardoso de APM. Ketogenic diets in weight loss: a systematic review under physiological and biochemical aspects of nutrition. *Rev Chil Nutr* 2019;46(5):606-13.
12. Pepe RB, Lottenberg AM, Fujiwara CTH, Beyruti M, Cintra DE, Machado RM, et al. Position statement on nutrition therapy for overweight and obesity: nutrition department of the Brazilian association for the study of obesity and metabolic syndrome (ABESO-2022). *Diabetol Metab Syndr* 2023 Jun 9;15(1):124. doi: 10.1186/s13098-023-01037-6.
13. Umphonsathien M, Rattanasian P, Lokattachariya S, Suansawang W, Boonyasuppayakorn K, Khovidhunkit W. Effects of intermittent very-low-calorie diet on glycemic control and cardiovascular risk factors in obese patients with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *J Diabetes Investig* 2022 Jan;13(1):156-66. doi: 10.1111/jdi.13619.
14. Kirkpatrick CF, Bolick JP, Kris-Etherton PM. Review of current evidence and clinical recommendations on the effects of low-carbohydrate and very-low-carbohydrate (including ketogenic) diets for the management of body weight and other cardiometabolic risk factors. A scientific statement from the National Lipid Association Nutrition and Lifestyle Task Force. *J Clin Lipidol* 2019;13(5):689-711.
15. Muscogiuri G, Barrea L, Laudisio D, Pugliese G, Salzano C, Savastano S, et al. The management of very low-calorie ketogenic diet in obesity outpatient clinic: a practical guide. *J Transl Med* 2019 Oct 29;17(1):356. doi: 10.1186/s12967-019-2104-z.
16. Di Rosa C, Lattanzi G, Spiezia C, Imperia E, Piccirilli S, Beato I, et al. Mediterranean diet versus very low-calorie ketogenic diet. Effects of reaching 5% body weight loss on body composition in subjects with overweight and with obesity. A cohort study. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Oct 11;19(20). doi: 10.3390/ijerph192013040.
17. Saslow LR, Daubenmier JJ, Moskowitz JT, Kim S, Murphy EJ, Phinney SD, et al. Twelve-month outcomes of a randomized trial of a moderate-carbohydrate versus very low-carbohydrate diet in overweight adults with type 2 diabetes mellitus or prediabetes. *Nutr Diabetes* 2017 Dec 21;7(12):304. doi: 10.1038/s41387-017-0006-9.
18. Bhanpuri NH, Hallberg SJ, Williams PT, McKenzie AL, Ballard KD, Campbell WW, et al. Cardiovascular disease risk factor responses to a type 2 diabetes care model including nutritional ketosis induced by sustained carbohydrate restriction at 1 year: an open label, non-randomized, controlled study. *Cardiovasc Diabetol* 2018 May 1;17(1):56.
19. Zhou C, Wang M, Liang J, He G, Chen N. Ketogenic diet benefits to weight loss, glycemic control, and lipid profiles in overweight patients with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Aug 22;19(16). doi: 10.3390/ijerph191610429.
20. Paoli A, Gorini S, Caprio M. The dark side of the spoon: glucose, ketones and COVID-19: a possible role for ketogenic diet? *J Transl Med* 2020 Nov 20;18(1):441. doi: 10.1186/s12967-020-02600-9.
21. Barrea L, Verde L, Di Lorenzo C, Savastano S, Colao A, Muscogiuri G. Can the ketogenic diet improve our dreams? Effect of very low-calorie ketogenic diet (VLCKD) on sleep quality. *J Transl Med* 2023 Jul 18;21(1):479. doi: 10.1186/s12967-023-04280-7.
22. de Menezes EVA, Sampaio HA de C, Carioca AAF, Parente NA, Brito FO, Moreira TMM, et al. Influence of paleolithic diet on anthropometric markers in chronic diseases: systematic review and meta-analysis. *Nutr J* 2019 Jul 23;18(1):41. doi: 10.1186/s12937-019-0457-z.
23. de la O V, Zazpe I, Goni L, Santiago S, Martín-Calvo N, Bes-Rastrollo M, et al. A score appraising Paleolithic diet and the risk of cardiovascular disease in a Mediterranean prospective cohort. *Eur J Nutr* 2022 Mar;61(2):957-71. doi: 10.1007/s00394-021-02696-9.
24. Parente N de A, Sampaio HA de C, Carioca AAF, Brito FO. The effects of the Paleolithic diet on obesity anthropometric measurements. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2020 Apr 3;22:e69957.
25. Singh A, Singh D. The Paleolithic diet. *Cureus* 2023 Jan;15(1):e34214. doi: 10.7759/cureus.34214.
26. Otten J, Andersson J, Ståhl J, Stomby A, Saleh A, Waling M, et al. Exercise training adds cardiometabolic benefits of a Paleolithic diet in type 2 diabetes mellitus. *J Am Heart Assoc* 2019 Jan 22;8(2):e010634. doi: 10.1161/JAHA.118.010634.
27. Jamka M, Kulczyński B, Juruć A, Gramza-Michałowska A, Stokes CS, Walkowiak J. The effect of the Paleolithic diet vs. healthy diets on glucose and insulin homeostasis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Med Res* 2020 Jan 21;9(2). doi: 10.3390/jcm9020296.
28. Tarantino G, Citro V, Finelli C. Hype or reality: should patients with metabolic syndrome-related NAFLD be on the Hunter-Gatherer (Paleo) diet to decrease morbidity? *J Gastrointest Liver Dis* 2015 Sep;24(3):359-68. doi: 10.15403/jgld.2014.1121.243.gta.
29. Hargreaves SM, Rosenfeld DL, Moreira AVB, Zandonadi RP. Plant-based and vegetarian diets: an overview and definition of these dietary patterns. *Eur J Nutr* 2023 Apr;62(3):1109-21. doi: 10.1007/s00394-023-03086-z.
30. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: vegetarian diets. *J Acad Nutr Diet* 2016 Dec;116(12):1970-80. doi: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
31. BDA. Vegetarian, vegan and plant-based diet. Disponible en: <https://www.bda.uk.com/resource/vegetarian-vegan-plant-based-diet.html>. [Citado septiembre 2024].
32. Sabatè J. Nutrición vegetariana. Editorial Safeliz 2005;586.
33. Bulsiewicz WJ. The importance of dietary fiber for metabolic health. *Am J Lifestyle Med* 2023 Apr 12;17(5):639-48. doi: 10.1177/15598276231167778.
34. Rolls BJ, Roe LS, Meengs JS. Salad and satiety: energy density and portion size of a first-course salad affect energy intake at lunch. *J Am Diet Assoc* 2004 Oct;104(10):1570-6. doi: 10.1016/j.jada.2004.07.001.
35. Huang RY, Huang CC, Hu FB, Chavarro JE. Vegetarian diets and weight reduction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Gen Intern Med* 2016 Jan;31(1):109-16. doi: 10.1007/s11606-015-3390-7.
36. Hall KD, Guo J, Courville AB, Boring J, Brychta R, Chen KY, et al. Effect of a plant-based, low-fat diet versus an animal-based, ketogenic diet on ad libitum energy intake. *Nat Med* 2021 Feb;27(2):344-53. doi: 10.1038/s41591-020-01209-1.
37. Yokoyama Y, Barnard ND, Levin SM, Watanabe M. Vegetarian diets and glycemic control in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diagn Ther* 2014 Oct;4(5):373-82. doi: 10.3978/j.issn.2223-3652.2014.10.04.
38. Morales G, Ruiz F, Bes-Rastrollo M, Schifferli I, Muñoz A, Celedón N. Dietas basadas en plantas y factores de riesgo cardio-metabólicos. ¿Qué dice la evidencia? *Rev Chil Nutr* 2021 Jun;48(3):425-36.
39. Tonstad S, Stewart K, Oda K, Batech M, Herring RP, Fraser GE. Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013 Apr;23(4):292-9. doi: 10.1016/j.numecd.2011.07.004.
40. Satija A, Bhupathiraju SN, Rimm EB, Spiegelman D, Chiuve SE, Borgi L, et al. Plant-based dietary patterns and incidence of type 2 diabetes in US men and women. Results from three prospective cohort studies. *PLoS Med* 2016 Jun;13(6):e1002039. doi: 10.1371/journal.pmed.1002039.
41. Papier K, Appleby PN, Fensom GK, Knuppel A, Pérez-Cornago A, Schmidt JA, et al. Vegetarian diets and risk of hospitalisation or death with diabetes in British adults: results from the EPIC-Oxford study. *Nutr Diabetes* 2019 Feb 25;9(1):7. doi: 10.1038/s41387-019-0074-0.
42. Koeder C, Alzughayyar D, Anand C, Kranz RM, Husain S, Schoch N, et al. The healthful plant-based diet index as a tool for obesity prevention-The healthy lifestyle community program cohort 3 study. *Obes Sci Pract* 2023 Jun;9(3):296-304. doi: 10.1002/osp4.649.

43. Lichtenstein AH, Appel LJ, Vadiveloo M, Hu FB, Kris-Etherton PM, Rebholz CM, et al. 2021 Dietary guidance to improve cardiovascular health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2021 Dec 7;144(23):e472-87. doi: 10.1161/CIR.0000000000001031.
44. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Böck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies With the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Rev Esp Cardiol* 2022 May;75(5):429. doi: 10.1016/j.rec.2022.04.003.
45. Patterson RE, Sears DD. Metabolic effects of intermittent fasting. *Annu Rev Nutr* 2017 Aug 21;37:371-93. doi: 10.1146/annurev-nutr-071816-064634.
46. Zubrzycki A, Cierpka-Kmieć K, Kmieć Z, Wronska A. The role of low-calorie diets and intermittent fasting in the treatment of obesity and type-2 diabetes. *J Physiol Pharmacol* 2018 Oct;69(5). doi: 10.26402/jpp.2018.5.02.
47. Grajower MM, Horne BD. Clinical management of intermittent fasting in patients with diabetes. *Nutrients* 2019 Apr 18;11(4). doi: 10.3390/nu11040873.
48. Zubrzycki A, Cierpka-Kmieć K, Kmieć Z, Wronska A. The role of low-calorie diets and intermittent fasting in the treatment of obesity and type-2 diabetes. *J Physiol Pharmacol* 2018 Oct;69(5). doi: 10.26402/jpp.2018.5.02.
49. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. 5. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes. *Standards of Care in Diabetes-2023. Diabetes Care* 2023 Jan 1;46(Supple 1):S68-96. doi: 10.2337/dc23-S005.
50. Liu D, Zhang H. Calorie restriction with or without time-restricted eating in weight loss. *Reply. N Engl J Med* 2022 Jul 21;387(3):281. doi: 10.1056/NEJMc2207023.
51. Anton SD, Moehl K, Donahoo WT, Marosi K, Lee SA, Mainous AG, et al. Flipping the metabolic switch: understanding and applying the health benefits of fasting. *Obesity* 2018 Feb;26(2):254-68. doi: 10.1002/oby.22065.
52. Harvie M, Wright C, Pegington M, McMullan D, Mitchell E, Martin B, et al. The effect of intermittent energy and carbohydrate restriction v. daily energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers in overweight women. *Br J Nutr* 2013 Oct;110(8):1534-47. doi: 10.1017/S0007114513000792.
53. Varady KA, Bhutani S, Church EC, Klempel MC. Short-term modified alternate-day fasting: a novel dietary strategy for weight loss and cardioprotection in obese adults. *Am J Clin Nutr*. 2009 Nov;90(5):1138-43. doi: 10.3945/ajcn.2009.28380.
54. Albosta M, Bakke J. Intermittent fasting: is there a role in the treatment of diabetes? A review of the literature and guide for primary care physicians. *Clin Diabetes Endocrinol* 2021 Feb 3;7(1):3. doi: 10.1186/s40842-020-00116-1.
55. Carter S, Clifton PM, Keogh JB. Effect of intermittent compared with continuous energy restricted diet on glycemic control in patients with type 2 diabetes: a randomized noninferiority trial. *JAMA Netw Open* 2018 Jul 6;1(3):e180756. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.0756.
56. Pang MD, Goossens GH, Blaak EE. The impact of artificial sweeteners on body weight control and glucose homeostasis. *Front Nutr* 2020;7:598340. doi: 10.3389/fnut.2020.598340.
57. Zhang R, Noronha JC, Khan TA, McGlynn N, Back S, Grant SM, et al. The effect of non-nutritive sweetened beverages on postprandial glycemic and endocrine responses: a systematic review and network meta-analysis. *Nutrients* 2023 Feb 20;15(4). doi: 10.3390/nu15041050.
58. Sylvestry AC, Chandran A, Talegawkar SA, Welsh JA, Drews K, El Ghormli L. Consumption of beverages containing low-calorie sweeteners, diet, and cardiometabolic health in youth with type 2 diabetes. *J Acad Nutr Diet* 2020 Aug;120(8):1348-58.e6. doi: 10.1016/j.jand.2020.04.005.
59. Rogers PJ, Appleton KM. The effects of low-calorie sweeteners on energy intake and body weight: a systematic review and meta-analyses of sustained intervention studies. *Int J Obes* 2021 Mar;45(3):464-78. doi: 10.1038/s41366-020-00704-2.
60. Lee JJ, Khan TA, McGlynn N, Malik VS, Hill JO, Leiter LA, et al. Relation of change or substitution of low and no-calorie sweetened beverages with cardiometabolic outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes Care* 2022 Aug 1;45(8):1917-30. doi: 10.2337/dc21-2130.
61. Debras C, Deschasaux-Tanguy M, Chazelas E, Sellem L, Druesne-Pecollo N, Esseddik Y, et al. Artificial sweeteners and risk of type 2 diabetes in the prospective NutriNet-Santé cohort. *Diabetes Care* 2023 Sep 1;46(9):1681-90. doi: 10.2337/dc23-0206.
62. Oboza P, Ogarek N, Olszanecka-Glinianowicz M, Kocelak P. Can type 1 diabetes be an unexpected complication of obesity? *Front Endocrinol* 2023 Mar 31;14:1121303. doi: 10.3389/fendo.2023.1121303.
63. Van der Schueren B, Ellis D, Faradji RN, Al-Ozairi E, Rosen J, Mathieu C. Obesity in people living with type 1 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2021 Nov;9(11):776-85. doi: 10.1016/S2213-8587(21)00246-1.
64. Vilarrasa N, San Jose P, Rubio MÁ, Lecube A. Obesity in patients with type 1 diabetes: links, risks and management challenges. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2021 Jun 21;14:2807-27. doi: 10.2147/DMSO.S223618.
65. Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Evidence-based European recommendations for the dietary management of diabetes. *Diabetologia* 2023 Jun;66(6):965-85. doi: 10.1007/s00125-023-05894-8.
66. Kueh MTW, Chew NWS, Al-Ozairi E, et al. The emergence of obesity in type 1 diabetes. *Int J Obes* 482024;289-301. doi: 10.1038/s41366-023-01429-8.
67. Mottalib A, Kasetty M, Mar JY, Elseaidy T, Ashrafzadeh S, Hamdy O. Weight management in patients with type 1 diabetes and obesity. *Curr Diab Rep* 2017 Aug 23;17(10):92. doi: 10.1007/s11892-017-0918-8.
68. Korakas E, Kountouri A, Raptis A, Kokkinos A, Lambadiari V. Bariatric surgery and type 1 diabetes: unanswered questions. *Front Endocrinol* 2020 Sep 18;11:525909. doi: 10.3389/fendo.2020.525909.
69. Ferguson LR, De Caterina R, Görman U, Allayee H, Kohlmeier M, Prasad C, et al. Guide and position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalised Nutrition: Part 1: Fields of precision nutrition. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2016 May 12;9(1):12-27. doi: 10.1159/000445350.
70. Mathers JC. Nutrigenomics in the modern era. *Proc Nutr Soc* 2017 Aug;76(3):265-75. doi: 10.1017/S002966511600080X.
71. Franzago M, Di Nicola M, Fraticelli F, Marchioni M, Stuppia L, Vitacolonna E. Nutrigenetic variants and response to diet/lifestyle intervention in obese subjects: a pilot study. *Acta Diabetol* 2022 Jan;59(1):69-81. doi: 10.1007/s00592-021-01787-7.
72. Franzago M, Santurbano D, Vitacolonna E, Stuppia L. Genes and diet in the prevention of chronic diseases in future generations. *Int J Mol Sci* 2020 Apr 10;21(7). doi: 10.3390/ijms21072633.
73. Tuncay C, Ergoren MC. A systematic review of precision nutrition and mediterranean diet: a personalized nutrition approaches for prevention and management of obesity related disorders. *Clin Nutr ESPEN* 2020 Aug;38:61-4. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.04.005.
74. Bashiardes S, Godneva A, Elinav E, Segal E. Towards utilization of the human genome and microbiome for personalized nutrition. *Curr Opin Biotechnol* 2018 Jun;51:57-63. doi: 10.1016/j.copbio.2017.11.013.
75. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019 Jan 1;48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169.

76. Ganapathy A, Nieves JW. Nutrition and sarcopenia. What do we know? *Nutrients* 2020 Jun 11;12(6). doi: 10.3390/nu12061755.
77. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc* 2013 Aug;14(8):542-59. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.021.
78. Rogeri PS, Zanella R Jr, Martins GL, García MDA, Leite G, Lugaresi R, et al. Strategies to prevent sarcopenia in the aging process: role of protein intake and exercise. *Nutrients* 2021 Dec 23;14(1). doi: 10.3390/nu14010052.
79. Deutz NEP, Bauer JM, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosy-Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr* 2014 Dec;33(6):929-36. doi: 10.1016/j.clnu.2014.04.007.
80. Therdyothin A, Phiphophatsanee N, Isanejad M. The effect of omega-3 fatty acids on sarcopenia: mechanism of action and potential efficacy. *Mar Drugs* 2023 Jul 13;21(7). doi: 10.3390/md21070399.
81. Kupisz-Urbańska M, Płudowski P, Marciniowska-Suchowierska E. Vitamin D deficiency in older patients. Problems of sarcopenia, drug interactions, management in deficiency. *Nutrients* 2021 Apr 10;13(4). doi: 10.3390/nu13041247.
82. Pavasini R, Guralnik J, Brown JC, di Bari M, Cesari M, Landi F, et al. Short physical performance battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2016 Dec 22;14(1):215. doi: 10.1186/s12916-016-0763-7.
83. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed "up and go" test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing* 2003 May;32(3):315-20. doi: 10.1093/ageing/32.3.315.
84. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB, et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005 Nov;60(11):1425-31. doi: 10.1093/gerona/60.11.1425.
85. Grgic J, Garofolini A, Orazem J, Sabol F, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med* 2020 Nov;50(11):1983-99. doi: 10.1007/s40279-020-01331-7.
86. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015 Dec;45(12):1693-720. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9.
87. Orsatto LBR, Blazevidh AJ, Trajano GS. Ageing reduces persistent inward current contribution to motor neurone firing. Potential mechanisms and the role of exercise. *J Physiol* 2023 Sep;601(17):3705-16. doi: 10.1113/JP284603.
88. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med* 2017 May 18;376(20):1943-55. doi: 10.1056/NEJMoa1616338.
89. Benham JL, Booth JE, Dunbar MJ, Doucette S, Boulé NG, Kenny GP, et al. Significant dose-response between exercise adherence and hemoglobin A1c change. *Med Sci Sports Exerc* 2020 Sep;52(9):1960-5. doi: 10.1249/MSS.0000000000002339.
90. Adams OP. The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2013 Feb 27;6:113-22. doi: 10.2147/DMSO.S29222
91. Ouerghi N, Fradj MKB, Bezrati I, Khammassi M, Feki M, Kaabachi N, et al. Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biol Sport* 2017 Dec;34(4):385-92. doi: 10.5114/biolSport.2017.69827.
92. Ryan BJ, Schleh MW, Ahn C, Ludzki AC, Gillen JB, Varshney P, et al. Moderate-intensity exercise and high-intensity interval training affect insulin sensitivity similarly in obese adults. *J Clin Endocrinol Metab* 2020 Aug 1;105(8):e2941-59. doi: 10.1210/clinem/dgaa345.
93. Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2017 Jun;18(6):635-46. doi: 10.1111/obr.12532.
94. Portela PF de M, Neto VGC, Monteiro ER, Santos da Silva R, da Silva VF, Nogueira CJ, et al. HIIT is most effective than mict on glycemic control of older people with glucose metabolism impairments: A systematic review and metanalysis. *Prim Care Diabetes* 2023 Apr 1;17(2):129-36.
95. Mendes R, Sousa N, Themudo-Barata JL, Reis VM. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training in middle-aged and older patients with type 2 diabetes: a randomized controlled crossover trial of the acute effects of treadmill walking on glycemic control. *Int J Environ Res Public Health* 2019 Oct 28;16(21). doi: 10.3390/ijerph16214163.
96. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA* 2018 Nov 20;320(19):2020-8. doi: 10.1001/jama.2018.1485.
97. WHO. Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization; 2020. 104 p. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
98. Incarbone O, Ferrante D, Bazan N, Gonzalez G. Manual Director de actividad física y salud de la república Argentina. Disponible en: https://cesni-biblioteca.org/wp-content/uploads/2020/04/manu00l-de-la-plenitudDDD_optimize.pdf.
99. Sánchez-López AM, Menor-Rodríguez MJ, Sánchez-García JC, Aguilar-Cordero MJ. Play as a method to reduce overweight and obesity in children: an RCT. *Int J Environ Res Public Health* 2020 Jan 3;17(1). doi: 10.3390/ijerph17010346.
100. American Diabetes Association. Professional Practice Committee. Introduction and methodology. Standards of Care in Diabetes 2025. *Diabetes Care* 2025;48 (Suppl1): S1-S5. doi: 10.2337/dc25-SINT.
101. Adolfsson P, Riddell MC, Taplin CE, Davis EA, Fournier PA, Annan F, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018 Oct;19 Suppl 27:205-26. doi: 10.1111/pedi.12755.
102. Laredo-Aguilera JA, Gallardo-Bravo M, Rabanales-Sotos JA, Cobo-Cuenca AI, Carmona-Torres JM. Physical activity programs during pregnancy are effective for the control of gestational diabetes mellitus. *Int J Environ Res Public Health* 2020 Aug 24;17(17). doi: 10.3390/ijerph17176151.
103. Padayachee C, Coombes JS. Exercise guidelines for gestational diabetes mellitus. *World J Diabetes* 2015 Jul 25;6(8):1033-44. doi: 10.4239/wjcd.v6.i8.1033.
104. El Assar M, Álvarez-Bustos A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez-Mañas L. Effect of physical activity/exercise on oxidative stress and inflammation in muscle and vascular aging. *Int J Mol Sci* 2022 Aug 5;23(15). doi: 10.3390/ijms23158713.
105. LeRoith D, Biessels GJ, Braithwaite SS, Casanueva FF, Draznin B, Halter JB, et al. Treatment of diabetes in older adults: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2019 May 1;104(5):1520-74. doi: 10.1210/je.2019-00198.
106. Mannucci E, Bonifazi A, Monami M. Comparison between different types of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network metanalysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2021 Jun 30;31(7):1985-92. doi: 10.1016/j.numecd.2021.02.030.
107. Streckmann F, Balke M, Cavaletti G, Toscanelli A, Bloch W, Décard BF, et al. Exercise and neuropathy. Systematic review with meta-analysis. *Sports Med* 2022 May;52(5):1043-65. doi: 10.1007/s40279-021-01596-6.

108. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes. A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016 Nov;39(11):2065-79. doi: 10.2337/dc16-1728.
109. Bönhof GJ, Herder C, Strom A, Papanas N, Roden M, Ziegler D. Emerging biomarkers, tools, and treatments for diabetic polyneuropathy. *Endocr Rev* 2019 Feb 1;40(1):153-92. doi: 10.1210/er.2018-00107.
110. Ren C, Liu W, Li J, Cao Y, Xu J, Lu P. Physical activity and risk of diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Acta Diabetol* 2019 Aug;56(8):823-37. doi: 10.1007/s00592-019-01319-4.
111. Praidou A, Harris M, Niakas D, Labiris G. Physical activity and its correlation to diabetic retinopathy. *J Diabetes Complications* 2017 Feb;31(2):456-61. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2016.06.027.
112. Van Helm S, Krops LA, Dekker R, Vrieling AH. Effectiveness of (active) lifestyle interventions in people with a lower limb amputation: a systematic review. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2022 Dec;4(4):100207. doi: 10.1016/j.arrct.2022.100207.
113. Abdelaal M, le Roux CW, Docherty NG. Morbidity and mortality associated with obesity. *Ann Transl Med* 2017 Apr;5(7):161. doi: 10.21037/atm.2017.03.107.
114. Jakicic JM, Davis KK, Rogers RJ, King WC, Marcus MD, Helsel D, et al. Effect of wearable technology combined with a lifestyle intervention on long-term weight loss. The IDEA Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2016 Sep 20;316(11):1161-71. doi: 10.1001/jama.2016.12858.
115. Finkelstein EA, Haaland BA, Bilger M, Sahasranaman A, Sloan RA, Nang EEK, et al. Effectiveness of activity trackers with and without incentives to increase physical activity (TRIPPA): a randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2016 Dec;4(12):983-95. doi: 10.1016/S2213-8587(16)30284-4.
116. Small GW, Lee J, Kaufman A, Jalil J, Siddarth P, Gaddipati H, et al. Brain health consequences of digital technology use. *Dialogues Clin Neurosci* 2020 Jun;22(2):179-87. doi: 10.31887/DCNS.2020.22.2/gsmall.
117. Fukuoka Y, Gay CL, Joiner KL, Vittinghoff E. A novel diabetes prevention intervention using a mobile App: a randomized controlled trial with overweight adults at risk. *Am J Prev Med* 2015 Aug;49(2):223-37. doi: 10.1016/j.amepre.2015.01.003.
118. Vetrovsky T, Cupka J, Dudek M, Kuthanova B, Vetrovska K, Capek V, et al. A pedometer-based walking intervention with and without email counseling in general practice: a pilot randomized controlled trial. *BMC Public Health* 2018 May 16;18(1):635. doi: 10.1186/s12889-018-5520-8.
119. Irvin L, Madden LA, Marshall P, Vince RV. Digital health solutions for weight loss and obesity: a narrative review. *Nutrients* 2023 Apr 12;15(8). doi: 10.3390/nu15081858.
120. Dobbie LJ, Tahrani A, Alam U, James J, Wilding J, Cuthbertson DJ. Exercise in obesity. The role of technology in health services. Can this approach work? *Curr Obes Rep* 2022 Sep;11(3):93-106. doi: 10.1007/s13679-021-00461-x.