

## Prescripción del ejercicio físico en sujetos con diabetes mellitus tipo 2 y diabetes gestacional

### Prescription of exercise in subjects with type 2 diabetes mellitus and gestational diabetes

Raúl Fernández Baños  
Universidad de Murcia

**Resumen.** Las personas que tienen un comportamiento sedentario tienen mayor prevalencia de sufrir diabetes mellitus tipo 2. Está demostrado que el entrenamiento aeróbico y los programas de acondicionamiento muscular producen mejoras en los pacientes que sufren esta enfermedad además ayudan a prevenirla siendo el periodo de embarazo en las mujeres clave. Se concluye que lo más adecuado en pacientes diabéticos es realizar un entrenamiento donde se combinen sesiones de fuerza con sesiones aeróbicas, llevando un control glucémico continuo.

**Palabras clave:** diabetes mellitus tipo 2, nutrición, entrenamiento de fuerza, entrenamiento aeróbico, diabetes gestacional.

**Abstract.** Sedentary individuals have higher prevalence of diabetes mellitus type 2. It has been shown that aerobic training and muscleconditioning programs produce improvements in patients suffering from this disease and also contribute to prevention, particularly during the key gestational period. It is concluded that it is most appropriate in diabetic patients to perform strength training sessions combined with aerobic sessions, while keeping a continuous glycemic control.

**Key words:** type 2 diabetes mellitus, nutrition, resistance training, aerobic training, gestational diabetes.

#### Introducción

Con el paso del tiempo la industrialización y los avances tecnológicos han mejorado la eficiencia en los lugares de trabajo, del transporte y del hogar, esto ha promovido un cambio en los estilos de vida de las personas pasando de ser sujetos activos a sedentarios. Este avance proporciona una gran comodidad ya que facilita las tareas a realizar a lo largo de nuestros días, pero este confort ha desencadenado una serie inconvenientes, como son el no realizar actividad física y la adquisición de malos hábitos alimentarios provocando enfermedades crónicas no transmisibles como la obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares pudiendo desencadenar la muerte.

Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2012), en el mundo hay más de 347 millones de personas con diabetes mellitus y prevé que las defunciones por esta afección se multipliquen por dos entre 2005 y 2030. Esta misma tendencia ascendente se comprobó con la Encuesta Nacional de Salud en España (ENSE) realizada entre los años 2011 y 2012 por el Instituto Nacional de Estadística [INE] (2013), donde el aumento de incidencia aumentó del 4,1% al 7,0%.

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) no insulinodependiente o de inicio en la edad adulta, se debe a una utilización ineficaz de la insulina. Este tipo representa el 90% de los casos mundiales y se debe en gran medida a un peso corporal excesivo y a la inactividad física.

Se hace necesario hablar también de la diabetes gestacional (DMG), concepto incluido por la National Diabetes Data Group (1979) que se define como la intolerancia a la glucosa de gravedad variable con inicio o primer reconocimiento durante la gestación. Según King (1998) el riesgo de padecer DMG aumenta con la edad materna, la paridad, el sobrepeso, los antecedentes familiares diabéticos y el antecedente de resultados adversos en embarazos previos, observándose además un aumento de prevalencia en los últimos años.

#### Estilos de vida y Diabetes Mellitus Tipo 2

El sedentarismo es la epidemia del siglo XXI en los países desarrollados y, sin embargo, la actividad física disminuye el riesgo de padecer enfermedades como la obesidad, afecciones cardíacas, algunos tipos de cáncer, diabetes, además de presentar indudables beneficios psicológicos (Márquez, Rodríguez & De Abajo, 2006). Además la inactividad física y la DM2 suponen grandes costes en la atención sanitaria (Janssen, 2012; Ruiz-Ramos, Escolar-Pujolar, Mayoral-Sánchez, Corral-San Laureano & Fernández-Fernández, 2006).

El tiempo empleado en ver la televisión viene acompañado de una

serie de comportamientos sedentarios perjudicando así al tiempo empleado en la realización de actividad física en el tiempo libre en hombres y mujeres, pero sobre todo en éstas últimas (Sugiyama, Healy, Dunstan, Salmon & Owen, 2008; Wijndaele, et al., 2009). Las mujeres con un estilo de vida sedentario que padecen DM2, perciben mayor esfuerzo al realizar una actividad física de baja intensidad en comparación con las mujeres sedentarias no diabéticas con sobrepeso y peso normal, pudiendo existir otros factores fisiológicos o psicológicos en las personas con DM2 (Huebschmann, et al., 2009).

El comportamiento sedentario se asocia con perfiles menos saludables en el colesterol HDL (colesterol no utilizado que se devuelve al hígado para su almacenamiento o excreción al exterior a través de la bilis), en hombres y en la presión arterial en mujeres, siendo la circunferencia de la cintura un parámetro significativo en ambos, apoyando así, la importancia de realizar ejercicio físico con una intensidad de moderada a vigorosa en hombres de 18 a 75 años y en mujeres mayores de 45 años con riesgo de sufrir DM2 (Wijndaele, et al., 2009).

En oposición al sedentarismo encontramos la actividad física, siendo la falta de ésta un factor de riesgo modificable que debería recibir mayor importancia para disminuir el impacto de la enfermedad coronaria cardíaca en la sociedad (García, 2014), reducir los niveles de lípidos en sangre (Estévez-López, Tercedor & Delgado-Fernández, 2012), disminuir la hipertensión arterial (Márquez, et al., 2006), rebajar la probabilidad de padecer DM2 (Galbo, Tobin & van Loon, 2007), reducir la prevalencia de aparición de los factores de riesgo metabólico del síndrome metabólico (Scheen, 2004), reducir la probabilidad de sufrir cáncer de colon (Bayego, Vila & Martínez, 2012) y mejorar la salud ósea (OMS, 2010).

El ejercicio físico resulta un tratamiento eficaz, seguro y agradable para los sujetos con DM2. Los programas de acondicionamiento neuromuscular deben generar sinergia con el ejercicio cardiovascular y otros tratamientos si fueran requeridos como el nutricional o el farmacológico (Chulvi & Sola, 2009).

Por todo lo anteriormente mencionado se cree necesario la correcta planificación de los programas de entrenamiento tanto a nivel aeróbico como a nivel de fuerza para las personas diabéticas, no sólo para prevenir los factores de riesgo que ocasiona la enfermedad, sino también para la mejora de ésta, teniendo en cuenta la evaluación médica realizada por un profesional y así, no poner en peligro a los pacientes.

#### Mecanismos implicados en la respuesta de la glucemia en el ejercicio físico

El nivel de glucosa en sangre dependerá de la ingesta exógena de glucosa a través de los alimentos, de la producción endógena por parte del hígado y de la captación de glucosa por los órganos del cuerpo, fundamentalmente por células nerviosas y musculares (del Águila, 2008).

Después de una comida y durante el ejercicio, las células musculares son las principales consumidoras de glucosa en estado posprandial existiendo dos tipos de transportadores de glucosa (Glut 1 y Glut 4). El primero, es el encargado de transportar glucosa del espacio extracelular al interior de la célula en condiciones de ayuno y reposo. Por otro lado, la activación del Glut 4 es de vital importancia para el transporte de la glucosa cuando realizamos ejercicio físico o en estadios posprandiales, activándose mediante un camino de señalización y de activación de enzimas en cascada (IRS, PI3-cinada y Akt-cinasa). Es por esto que la principal patología de la DM2 no reside en la capacidad secretora de insulina del páncreas, al menos en las fases iniciales de la enfermedad, sino en la capacidad de las células del músculo esquelético para responder a la insulina en su acción de transporte de glucosa desde la sangre al interior de la célula a través de los transportadores de glucosa (principalmente Glut 4) o en el camino de señalización (IRS, PI3-cinada y Akt-cinasa) según del Águila (2008).

Realizar ejercicio físico frecuentemente aumenta los niveles de la proteína transportadora Glut 4, observándose cambios a nivel molecular no sólo a nivel del receptor de la insulina, sino también en el camino de señalización intracelular (Kirwan & del Águila, 2003). Esta práctica regular de actividad física, proporciona un aumento de la vascularización del músculo esquelético, permitiendo así, un mayor flujo sanguíneo a nivel muscular y por consiguiente, un mayor transporte de glucosa a las células musculares (Wasserman & Ayala, 1989) y una mayor actividad de la enzima glucógeno sintetasa que ejerce, una acción directa sobre el transporte de la glucosa desde la circulación sanguínea hacia el interior celular para almacenar la glucosa en forma de glucógeno (Fell, Terblanche, Ivy, Young & Holloszy, 1982).

Está demostrado que la contracción muscular provocada por el ejercicio físico, estimula el transporte de glucosa independientemente de la acción de la insulina, dicho aumento provocado por la contracción muscular puede durar hasta 18 horas después de haber realizado dicho entrenamiento, volviendo a sus niveles iniciales posteriormente (Kirwan & del Águila, 2003; O'Gorman, del Águila, Williamson, Krishnan & Kirwan, 2000).

### **Prescripción del ejercicio físico en sujetos con Diabetes Mellitus Tipo 2**

La American College Sports Medicine [ACSM] y la American Diabetes Association [ADA] (2010), afirman que el ejercicio juega un papel importante en la prevención y control de la resistencia a la insulina, prediabetes, DMG y todas aquellas complicaciones de la salud relacionadas con la diabetes. Tanto el ejercicio aeróbico como el acondicionamiento muscular mejoran la acción de la insulina al menos de forma aguda, y puede ayudar con el control de los niveles de glucosa en sangre, lípidos, presión arterial, riesgo cardiovascular, la mortalidad y la calidad de vida, siempre y cuando el ejercicio se realice periódicamente de una forma continuada con la variación de los entrenamientos. Estos mismos autores manifiestan que las personas con DM2 pueden realizar actividad física de una manera segura, siempre y cuando se tomen ciertas precauciones, siendo ésta fundamental para la salud óptima en pacientes con esta patología.

El objetivo del tratamiento en la DM2 es lograr y mantener unos niveles óptimos de glucosa en sangre, de lípidos y los niveles de presión arterial para prevenir o retrasar las complicaciones crónicas de la diabetes (ADA, 2010). Muchas personas con DM2 pueden lograr el control de la glucosa en sangre siguiendo la combinación de un plan de alimentación nutritiva y ejercicio para perder el exceso de peso, consiguiendo la implementación de las conductas necesarias de auto-cuidado y tomar medicamentos orales, aunque otros pueden necesitar suplementos de insulina (U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention [USDHHS/CDPC], 2007). La dieta y la actividad física son fundamentales para el control y prevención de la DM2, ya que ayudan a tratar la glucosa asociada, lípidos, alteraciones control de la hipertensión, así como beneficio en la pérdida y mantenimiento de peso. La administración de medicamentos para controlar la

DM2, debe ser suministrados para mejorar el estilo de vida, pero nunca deben reemplazar la dieta y el ejercicio físico.

La DM2 es una causa importante de la mortalidad prematura y la morbilidad relacionada con la enfermedad cardiovascular, enfermedad de la ceguera, los riñones, el sistema nervioso y amputación (USDHHS/CDPC, 2007). Aunque la actividad física regular puede prevenir o retrasar la diabetes y sus complicaciones (Cohen, et al., 2008), la mayoría de las personas con DM2 se muestran con una actitud sedentaria (Morrato, Hill, Wyatt, Ghushchyan & Sullivan, 2007).

### **Evaluación médica en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2**

Antes de comenzar un programa de actividad física más intenso que caminar a paso ligero, las personas con diabetes deben evaluarse para conocer las condiciones que podrían estar asociadas con mayor riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular o que puedan contraindicar ciertos tipos de ejercicios o predisponer a lesiones tales como la neuropatía, tanto autonómica severa como la periférica grave y la preproliferativa o retinopatía proliferativa; teniendo en cuenta también la edad del paciente y el nivel de condición física anterior (Sigal, Kenny, Wasserman, Castaneda-Scepta & White, 2006).

La iniciación de un programa de ejercicios con pacientes afectados por la DM2 deben someterse primeramente a una evaluación médica con estudios de diagnóstico apropiados, examinando la presencia de complicaciones macro y micro vasculares, las cuales pueden empeorar debido al programa de ejercicios. El reconocimiento médico deberá centrarse en las previsible complicaciones de la diabetes en: a) el sistema cardiovascular, b) ojos, c) riñones y d) sistema nervioso.

#### **a. Sistema cardiovascular**

La ADA establece la obligatoria exploración cardiovascular basal con un electrocardiograma (ECG) a cualquier paciente diabético que se inicie en un programa de ejercicios de moderada a alta intensidad.

Quedarían exentos de obligación y a criterio del médico la evaluación mediante un ECG los pacientes diabéticos que planean realizar ejercicio físico de baja intensidad, como por ejemplo el caminar (<60% de la frecuencia cardíaca máxima). Por otro lado los sujetos con enfermedad arterial coronaria diagnosticada deben realizarse una evaluación supervisada de la respuesta isquémica al ejercicio y de la probabilidad de desencadenar arritmias durante el ejercicio.

#### **b. Retinopatía.**

La actividad física intensa puede desencadenar una hemorragia vítrea o un desprendimiento de retina en sujetos con retinopatía proliferativa diabética activa, debiendo evitar así los ejercicios con intensidad alta y aquellos que se realicen con la maniobra de Valsalva.

#### **c. Nefropatía.**

No se han establecido indicaciones específicas de actividad física para sujetos con nefropatía incipiente (microalbuminuria >20 mg/min excreción de albúmina) o con nefropatía evidente (>200 mg/min) pero es contraindicante el ejercicio de alta intensidad.

#### **d. Neuropatía.**

Por un lado encontramos la *neuropatía periférica* que se evalúa mediante la exploración de los reflejos tendinosos, el sentido de la posición, sentido vibratorio y la sensación al tacto, pudiendo provocar ulceraciones y lesiones graves como fracturas o esguinces. Los ejercicios con impactos repetitivos en las articulaciones como el caminar y el correr están contraindicados pero el ciclismo, la natación y el remo si son recomendados. Por otra parte encontramos la *neuropatía autónoma*, que limita la capacidad del ejercicio aumentando el riesgo cardiovascular. También las alteraciones del sistema nervioso pueden afectar a la piel, las pupilas y los sistemas gastrointestinal y genitourinario. Existe la posibilidad que los pacientes con esta patología desarrollen hipotensión e hipertensión tras la realización de ejercicios de alta intensidad, sobre todo cuando se inician en un programa de actividad física.

### **Entrenamiento aeróbico**

Para la mayoría de las personas con DM2 se recomienda el ejercicio

para el control de la diabetes realizándose de una forma segura y efectiva. El ejercicio aeróbico ha sido el modo de entrenamiento tradicionalmente prescrito para la prevención y control de la diabetes. Incluso con una semana de entrenamiento aeróbico en pacientes con DM2 puede mejorar la sensibilidad a la insulina en todo el cuerpo (Winnick, et al., 2007). Diversos estudios han demostrado que realizar actividad aeróbica a una intensidad de moderada y vigorosa, ayuda a mejorar la sensibilidad a la insulina (Evans, et al., 2005; Galbo, Tobin & van Loon, 2007; Houmand, et al., 2004), aunque sólo durante un período corto de tiempo de unas horas o pocos días (King, et al., 1995).

Se debe tener en cuenta el nivel de entrenamiento aeróbico de un individuo ya que afecta a la utilización de los hidratos de carbono durante una actividad aeróbica. El ejercicio aumenta la utilización de las grasas durante una sesión de duración similar de baja o moderada intensidad hecha después del entrenamiento, ahorrando así glucógeno muscular y glucosa en sangre, dando como resultado una menor disminución del nivel de azúcar en sangre (Pruchnic, Katslaras, Kelley, Winters & Goodpaster, 2004). La DM2 puede estar asociada con una disminución de lípidos y un cambio hacia una mayor oxidación de carbohidratos en todas las intensidades de los ejercicios (Ghanassia, Brun, Fedou, Raynaud & Mercier, 2006).

A la hora de planificar los entrenamientos aeróbicos en pacientes con DM2 se debe tener en cuenta los siguientes parámetros de frecuencia, intensidad y duración del ejercicio:

● **Frecuencia** – El ejercicio aeróbico debe ser realizado al menos tres días por semana, no siendo más de dos días consecutivos entre periodos de entrenamiento debido a la naturaleza transitoria de las mejoras inducidas por el ejercicio en la acción de la insulina (Boule, et al., 2005). La mayoría de los ensayos clínicos que evalúan los programas de intervención en sujetos que padecen la DM2 han utilizado una frecuencia de tres veces por semana (Boule, Hadda, Kenny, Wells & Sigal, 2001), pero las guías actuales para los adultos en general, recomiendan cinco sesiones de actividad moderada (Haskell, et al., 2007; U.S. Department of Health and Human Services [USDHHS], 2008).

● **Intensidad** – El ejercicio aeróbico debe ser a una intensidad moderada que corresponda aproximadamente a un 40-60% del VO<sub>2</sub> máx (capacidad aeróbica máxima). Para la mayoría de las personas con DM2, caminar a paso ligero es un ejercicio de intensidad moderada. Los beneficios adicionales quizás puedan obtenerse de un ejercicio a intensidad vigorosa mayor 60% VO<sub>2</sub> máx (ACSM & ADA, 2010). Un meta-análisis (Boule, Hadda, Kenny, Wells & Sigal, 2003) mostró que la intensidad del ejercicio predice mejoras en el control general de la glucosa en sangre en mayor medida que el volumen de entrenamiento, lo que sugiere que los ya habituados a un entrenamiento de intensidad moderada, deberían considerar la realización de actividad física a una intensidad vigorosa para obtener un control glucémico adicional (y probablemente mayores beneficios cardiovasculares).

● **Duración** – Las personas con DM2 deben realizar actividad física un mínimo de 150 min/semana a una intensidad moderada o alta. Las pautas federales de Estados Unidos (USDHHS, 2008) sugieren que un volumen de ejercicio de 5-10 MET min/sem es el aconsejable y se puede lograr, por ejemplo, caminando 150 min/semana a 6,4 km/h (intensidad de 5 MET) o corriendo 75 min a 9,6 km/h (intensidad 10 MET). Desafortunadamente la mayoría de las personas con DM2 no tienen la capacidad aeróbica suficiente para correr a 9,6 km/h, y pueden tener limitaciones ortopédicas o de otro tipo. En un estudio meta-análisis se comprobó que la capacidad aeróbica máxima media en individuos diabéticos fue solo de 6,4 MET (Boule, Hadda, Kenny, Wells & Sigal, 2003). Algunos de los beneficios cardiovasculares y de glucosa en sangre se pueden ganar a partir de volúmenes de ejercicio inferiores, mientras que beneficiaría aun más probablemente el resultado de la participación en duraciones más allá de las cantidades recomendadas. Por otro parte las personas con capacidades aeróbicas más altas (10 MET) pueden ser capaces de hacer ejercicio a una intensidad más alta por menor tiempo y obtener los mismos beneficios (ACSM & ADA, 2010). Por lo tanto, la mayoría de los individuos diabéticos requerirán al menos 150 minutos de ejercicio moderado o vigoroso aeróbico por semana para lograr una

reducción de riesgo de enfermedad cardiovascular.

A continuación en la tabla 1, se recoge un resumen de los criterios a tener en cuenta en la prescripción del ejercicio aeróbico con pacientes diabéticos, teniendo en cuenta la frecuencia, intensidad y duración del ejercicio.

En la actualidad, ningún estudio sobre las personas con DM2 se ha comparado con la progresión en la intensidad del ejercicio o el volumen. Es aconsejable la progresión gradual de ambos para reducir al mínimo el riesgo de lesiones, en particular si están presentes complicaciones de salud, y para fomentar la adhesión a la práctica deportiva (ACSM & ADA, 2010).

### Acondicionamiento muscular

En los últimos años, se ha despertado el interés por determinar los efectos de los programas de acondicionamiento neuromuscular en los pacientes de DM2 (Chulvi & Sola, 2009; ACSM & ADA, 2010; Sigal, Kenny, Wasserman, Castaneda-Sceppa & White, 2006; Sigal, Wasserman, Kenny & Castaneda-Sceppa, 2004).

El levantamiento de pesas y los ejercicios de resistencia muscular, cuando se realizan con regularidad y una intensidad de moderada a alta son beneficiosos para las personas con DM2. Cataneda et al. (2002) estudiaron la relación existente entre la intensidad del entrenamiento de fuerza y la DM2, basándose en el porcentaje de peso movido de una repetición máxima (1RM), sugiriendo una mayor eficacia de casi el doble, en los programas de acondicionamiento muscular con intensidad alta (60-80% 1RM) que la conseguida por los programas de intensidad moderada (< del 60% 1RM).

Sigal et al. (2004) sugieren que los sujetos con esta patología deben ser motivados a realizar ejercicios en salas de musculación 3 veces por semana, incluyendo todos los grandes grupos musculares y siguiendo una progresión de una a tres series y con un peso que no se pueda levantar más de ocho o 10 repeticiones (Sigal, et al., 2006).

Por otra parte Zacker (2005) especifica más las características del entrenamiento mencionando que, los programas de entrenamiento de fuerza se deben realizar con una frecuencia de dos o tres veces por semana, una intensidad del 60-90% de 1 RM, con un volumen de una a tres series de ocho a 15 repeticiones destinado a grandes grupos musculares como los cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, dorsales, pectorales y deltoides; aunque si el tiempo lo permite sería beneficioso introducir en el entrenamiento ejercicios de los grupos musculares más pequeños como los bíceps, tríceps, trapecio o las pantorrillas. Los intervalos de descanso entre series serán de uno a dos minutos, lo que permitirá realizar una sesión de entrenamiento de la fuerza en 20-30 minutos. Destaca la atención que se debe prestar a la adecuada mecánica de

Tabla 1  
Criterios a tener en cuenta en la prescripción con del ejercicio aeróbico

Frecuencia	Intensidad	Duración
2-5 días/sem en días no consecutivos	40-60% del VO <sub>2</sub> máx (capacidad aeróbica máxima) > 60% del VO <sub>2</sub> máx en pacientes que se han sometido a un ECG y no han obtenido contraindicaciones	Caminando - 150 min/semana a 6,4 km/h (intensidad de 5 MET) Corriendo 75 min/sem a 9,6 km/h (intensidad 10 MET)

Tabla 2  
Programa de acondicionamiento muscular adaptado de Chulvi y Sola (2009)

Autor	Frecuencia	Carga (series-repeticiones-intensidad)	Ejercicios
Sigal et al., 2004	3 días/sem	1-3 x 8-10	
Zacker, 2005	2-3 días/sem	1-3 x 8-15 (60-90% 1 RM); 1-2 min de descanso	
Sigal et al., 2006	1-3 días/sem	1-3 x 8-10	Principales grupos musculares
Colado y Chulvi, 2008	2 días/sem	1 x 10-15 (carácter submáximo)	8-10 polianticulares que engloben los principales grupos musculares
Chulvi y Sola, 2009		1-3 x 8-15 (60-80 % carga submáxima) cuando no exista contraindicación (80-95 % RM)	8-10 polianticulares que engloben los principales grupos musculares
ACSM y ADA, 2010	2-3 días/sem	3-4 x 10-15 (moderada 50% 1RM o vigorosa 75-80% 1 RM)	5-10 ejercicios de los principales grupos musculares.

Tabla 3  
Recomendaciones de actividad física en mujeres embarazadas con DMG

Frecuencia	Intensidad	Duración	Tipos de ejercicios
5 días/sem	40-60% del VO <sub>2</sub> máx (capacidad aeróbica máxima)	30 min/día	Actividades que conlleven pocos impactos (caminar, bicicleta elíptica, yoga, natación y actividades acuáticas)

elevación de las cargas y la técnica de respiración para evitar la maniobra de Valsalva.

Diversos autores (Colado & Chulvi, 2008; Chulvi & Sola, 2009) afirman que la adecuada prescripción del programa de acondicionamiento muscular debe estar ordenado en un circuito incluyendo de ocho a 10 ejercicios poli-articulares que involucren los principales grupos musculares realizados con volúmenes entre una y tres series, de ocho a 15 repeticiones realizadas con una carga submáxima (60-80% de una RM). Cuando no exista contraindicación se podría hacer uso de cargas cercanas a las máximas (80-95% de una RM). A su vez destacan que la inclusión del programa de acondicionamiento muscular debería ser tomada en cuenta debido a las posibilidades de mayor adherencia al ejercicio, menor estrés articular e incluso mayores beneficios sobre el perfil metabólico.

Se aconseja entrenar la fuerza en pacientes con DM2 de dos a tres veces por semana en días no consecutivos junto con actividades aeróbicas, incluyendo de cinco a 10 ejercicios de los principales grupos musculares y de tres a cuatro series con 10-15 repeticiones cada serie llegando casi a la fatiga (ACSM & ADA, 2010). Según estos autores la intensidad debe ser moderada (50% de 1 RM) o vigorosa (75-80% de 1RM) para aumentar la fuerza y la acción de la insulina.

A continuación en la tabla 2, se recoge un resumen de los distintos autores que proponen un programa de intervención en el entrenamiento de la fuerza, con pacientes diabéticos.

Según Zacker (2005) se debe tener presente una serie de contraindicaciones a la hora de aplicar los programas de acondicionamiento muscular en sujetos con DM2: *a) angina inestable, b) hipertensión no controlada, c) disritmias no controladas, d) cardiomiopatía hipertrófica, e) ciertos estados de retinopatía*. Este autor, además nos advierte de la necesidad de una evaluación médica previa en las situaciones en las que los pacientes muestren: a) fallo cardíaco, b) isquemia miocárdica, c) reducida función ventricular izquierda, d) neuropatías.

Además según del Águila et al. (2000), los diabéticos tienen que tomar una serie de precauciones a la hora de realizar ejercicios en salas de musculación, ya que las contracciones excéntricas disminuyen la acción de la insulina tanto a nivel sistémico como a nivel molecular en la célula muscular (IRS, PI3-cinasa y Akt-cinasa). Recordemos que estas tres enzimas son críticas en el transporte de la glucosa por la insulina hacia el interior de la célula muscular.

Durante muchos años, los estudios que relacionan la salud de las personas diabéticas con la prescripción del ejercicio físico se han centrado únicamente en el entrenamiento aeróbico, pero las últimas investigaciones demuestran que las sesiones de fuerza resultan también beneficiosas para mejorar el estado de salud en estos pacientes, y que la combinación de ambos puede resultar más óptima. Un estudio realizado por Sigal et al. (2006) han demostrado que la combinación de ejercicio cardiovascular con un programa de acondicionamiento muscular genera mayores mejoras sobre el control glucémico que las mismas intervenciones realizadas de forma aislada.

Los resultados obtenidos en el trabajo liderado por Rice et al. (1999) registraron el cambio desencadenado por la combinación de dieta adecuada -restricción de 1000 kilocalorías- con diferentes tipos de ejercicio físico, en donde un grupo realizó ejercicio aeróbico mientras que el otro realizó un programa de entrenamiento de fuerza. Ambos grupos redujeron su peso corporal y fue incrementada la sensibilidad a la insulina, sin embargo el grupo de que realizó el entrenamiento de fuerza generó una mayor adherencia al ejercicio (96%) frente al ejercicio aeróbico (92%).

### **Actividad física, Embarazo y Diabetes Mellitus Gestacional**

La prevalencia de la diabetes sigue aumentando en la sociedad, por esto resulta cada vez más importante identificar a las poblaciones de alto riesgo y aplicarles estrategias para retrasar o prevenir la aparición de diabetes. El riesgo de desarrollar DM2 se incrementa en mujeres diagnosticadas con DMG, siendo la actividad física considerada como una herramienta para prevenir tanto la DM2 como la DMG (Dyck, et al., 1998).

La DMG se está convirtiendo en una de las complicaciones más comunes de los embarazos afectando al 7% de todos los embarazos en los Estados Unidos, es decir > 200.000 casos al año (ADA, 2004) y este número va aumentando a medida que la prevalencia de la obesidad entre las mujeres de edad reproductiva se intensifica (Albrecht, et al., 2010).

La actividad física ha sido conocida durante mucho tiempo por su papel en la mejora de la homeostasis de la glucosa a través de su impacto directo o indirecto sobre la sensibilidad a la insulina a través de varios mecanismos, por lo tanto, también puede tener el potencial para prevenir la DMG (Tobias, Zhang, van Dam, Bowers & Hu, 2011). Los principales inconvenientes que se encuentra la prevalencia de la actividad física en mujeres embarazadas y posteriormente al parto, están relacionados con la falta de apoyo social y la autoeficacia de adhesión a la práctica deportiva, siendo este un grupo importante de sujetos a quien la prevención en la diabetes puede ser dirigida (Smith, Wha Cheung, Bauman, Zehle & Mc Lean, 2005). Está demostrado que la práctica de ejercicio físico ayuda a reducir la retención de peso durante el embarazo y a su vez, ayuda a las mujeres con sobrepeso u obesas en la pérdida de peso en el periodo postparto (Ferrara, et al., 2011).

Un estudio realizado sobre los comportamientos en la prevalencia de la actividad física en las mujeres embarazadas obtuvo que éstas realizaban más ejercicio después del parto que antes y durante el periodo de embarazo, pero donde más descendía el nivel de ejercicio practicado era en el periodo de gestación (Symons & Ulbrecht, 2006). Según estos autores las actividades más realizadas por estas fueron la de caminar, practicar yoga, actividades aeróbicas con poco impacto como la bicicleta elíptica y la natación.

Una intervención realizada en mujeres embarazadas diagnosticadas con DMG y con riesgo de desarrollar DM2, a las cuáles se les cambió la dieta y se les prescribió ejercicio físico con una intensidad moderada durante 150 minutos a la semana y la nutrición por ingerir alimentos con bajo índice glucémico o bajos en grasa; demostró reducir los factores de riesgo de padecer DM2, así como la obesidad y mejorar el aumento de lactancia (Ferrara, et al., 2011).

En la tabla 3, se recogen las recomendaciones de actividad física en mujeres con DMG detectadas en el periodo de embarazo.

### **Conclusiones**

En los últimos años se ha duplicado el número de personas que padecen la DM2, se prevee que esta cifra continúe en aumento y, está demostrado que la actividad física es fundamental para la prevención y el tratamiento de dicha patología, por esto las personas con esta enfermedad, deberían abandonar los comportamientos sedentarios y adoptar estilos de vida activos, reduciendo así el peso corporal y mejorando la sensibilidad de la insulina.

Todas las personas diabéticas que decidan iniciar un tratamiento mediante un programa de intervención física, deberían someterse a un examen médico realizado por un especialista aunque, solo sería obligatorio en pacientes que tengan uno o más factores de riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular o presente cualquier otra sintomatología producida por la diabetes, como la neuropatía autonómica, la neuropatía periférica, la nefropatía y la preproliferativa o retinopatía proliferativa. A su vez, los pacientes con DM2, precisan de una actividad monitorizada en la práctica de ejercicio físico, ya que la optimización del control glucémico, es la clave en la prevención de complicaciones en estos pacientes y el uso del glucómetro, puede ser utilizado como una herramienta motivacional, ya que el paciente que sabe interpretar sus glucemias gana independencia y flexibilidad en su terapia (Tejera & Carramiñana, 2014).

La actividad física recomendada en sujetos con DM2 la podemos dividir en ejercicios aeróbicos y de acondicionamiento muscular. La actividad aeróbica aconsejable a realizar sería de una frecuencia de dos a cinco días/sem con una duración de 150 min/sem, de ejercicio de moderado (40-60% del VO<sub>2</sub> máx) a vigoroso (> 60% VO<sub>2</sub> máx), dependiendo del nivel del deportista. Los programas de acondicionamiento mus-

cular recomendados serían de una frecuencia de tres días/sem, con ejercicios poliarticulares de una a cuatro series por ejercicio y de ocho a 15 repeticiones, teniendo una pausa que podría rondar de uno a tres minutos y, una intensidad dependiendo del nivel y las características del sujeto submáxima 60-80% de 1 RM, pudiendo entrenar a intensidades más altas 80-95% de 1 RM, cuando no exista contraindicaciones médicas.

Las mujeres embarazadas sedentarias corren el riesgo de sufrir DMG y posteriormente desarrollar DM2 influyendo también en el feto. Por ello es importante que éstas realicen ejercicio físico antes, durante y después del embarazo para reducir el peso corporal y la prevalencia a desarrollar diabetes, realizando 30 minutos al día durante cinco días a la semana de actividad física aeróbica de poco impacto como caminar, bicicleta elíptica, actividades acuáticas y yoga a intensidades de 40-60% del VO2 máx.

El ejercicio físico junto a la dieta ayuda a prevenir la aparición de enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico como la DM2. Además los deportistas diabéticos deben seguir una correcta alimentación antes, durante y después de la actividad física para no padecer una hipoglucemia.

## Referencias

- Albrecht, S., Kuklina, E., Bansil, P., Jamieson, D., Whiteman, M., Kourtis, A... Callaghan, W. (2010). Diabetes trends among delivery hospitalizations in the U.S., 1994-2004. *Diabetes Care*; 33:768-773.
- American College of Sports Medicine [ACSM] and American Diabetes Association [ADA] (2010). Exercise and Type 2 Diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 42 (12), 2282-2303.
- American Diabetes Association [ADA] (2004). Gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care*; 27(Suppl. 1):S88-S90.
- American Diabetes Association [ADA] (2010). Standards of medical care in diabetes 2010. *Diabetes Care*; 33(Suppl. 1):S11-S61.
- Bayego, E. S., Vila, G. S., & Martínez, I. S. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*, 138(1), 18-24.
- Boule, N., Haddad, E., Kenny, G., Wells, G. & Sigal, R. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*; 286(10): 1218-27.
- Boule, N., Kenny, G., Haddad, E., Wells, G. & Sigal, R. (2003). Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*; 46(8):1071-81.
- Boule, N., Weisnagel, S., Lakka, T., Tremblay, A., Bergman, R., Rankinen, T... Bouchard, C. (2005). Effects of exercise training on glucose homeostasis: the HERITAGE family study. *Diabetes Care*; 28(1):120-126.
- Castaneda, C., Layne, J., Munoz-Orians, L., Gordon, P., Walsmith, J., Foldvari, M... Nelson, M. (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*; 25:2335-2341.
- Chulvi-Medrano, I. & Solà-Muñoz, S. (2010). Programa de acondicionamiento neuromuscular en la diabetes mellitus 2. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 10* (37) pp. 77-92.
- Cohen, N., Dunstan, D., Robinson, C., Vulikh, E., Zimmet, P. & Shaw, J. (2008). Improved endothelial function following a 14-month resistance exercise training program in adults with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*; 79(3): 405-11
- Colado, J. & Chulvi, I. (2008) Criterios metodológicos para el desarrollo de programas de acondicionamiento neuromuscular en el ámbito de la salud en diferentes etapas evolutivas y para poblaciones con algunas alteraciones metabólicas. En P.L. Rodríguez (Ed.), *Acondicionamiento muscular en salas de musculación*. Barcelona: Ed. Panamericana.
- del Águila, L. (2008). Ejercicio y Diabetes. J. López-Chicharro y L. M. López-Mojares [Ed.], *Fisiología Clínica del Ejercicio* [301-313]. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- del Águila, L., Krishnan, R. K., Ulbrecht, J. S., Farrel, P.A., Correl, P.H. & Lang, C. H. (2000). Muscle damage impairs insulin stimulation of IRS-1, PI3-Kinase, and Akt-Kinase in human skeletal muscle. *American Journal Physiology Endocrinology Metabolism*. 279(1):E206-212.
- Dyck, R., Sheppard, M., Cassidy, H., Chad, K., Tan, L. & Van-Vliet, S. (1998). Preventing NIDDM among aboriginal people: is exercise the answer? Description of a pilot project using exercise to prevent gestational diabetes. *International Journal of Circumpolar Health*; 57(Suppl. 1):375-8.
- Estévez-López, F.; Tercedor, P. & Delgado-Fernández, M. (2012). Recomendaciones de actividad física para adultos sanos. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3):233-244.
- Ferrara, A., Hedderson, M., Albright, C., Ehrlich, S., Quesemberry, C., Peng, T... Crites, Y. (2011). A Pregnancy and Postpartum Lifestyle Intervention in Women with Gestational Diabetes Mellitus Reduces Diabetes Risk Factors. *Diabetes Care*; 34, 1519-1525.
- Fell, R. D., Terblanche, S., Ivy J. C., Young, J. & Holloszy, J. O. (1982). Effects of muscle glycogen content on glucose uptake following exercise. *Journal of Applied Physiology*, 52, 434-437.
- García, C. M. (2014). Análisis sobre la eficacia de niveles moderados de actividad física para reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Un Meta-análisis. *Educación Física y Ciencia*, 16(2). Recuperado de: <http://www.efyc.fahce.unlp.edu.ar/article/view/EFyCv16n02a05/>
- Ghanassia, E., Brun, J., Fedou, C., Raynaud, E. & Mercier, J. (2006). Substrate oxidation during exercise: type 2 diabetes is associated with a decrease in lipid oxidation and an earlier shift towards carbohydrate utilization. *Diabetes Metabolism*; 32(6): 604-10.
- Haskell, W., Lee, I., Pate, R., Powell, K., Blair, S., Franklin, B... Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*; 39(8):1423-34.
- Houmard, J., Tanner, C., Slentz, C., Duscha, B., McCartney, J. & Kraus, W. (2004) Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*; 96(1):101-6.
- Huebschmann, A., Reis, E., Emsermann, C., Dickinson, L., Reusch, J., Bauer, T. & Regensteiner, J. (2009). Women with type 2 diabetes perceive harder during exercise than nondiabetic women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 34, 851-857. doi: 10.1139/H09-074.
- Instituto Nacional de Estadística [INE] (2013). Encuesta Nacional de Salud. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np770.pdf>.
- Janssen, I. (2012). Health care costs of physical inactivity in Canadian adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 37, 803-806. doi:10.1139/H2012-061.
- King, H. (1998). Epidemiology of glucose intolerance and gestational diabetes in women with prior gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 23: 1444-1445
- King, D., Baldus, P., Sharp, R., Kesl, L., Feltmeyer, T. & Riddle, M. (1995). Time course for exercise-induced alterations in insulin action and glucose tolerance in middle-aged people. *Journal of Applied Physiology*; 78(1):17-22.
- Kirwan, J. P. & del Águila, L. F. (2003). Insulin signalling, exercise and cellular integrity. *Biochem Soc Trans Dec*, 31, 1281-1285.
- Márquez, S., Rodríguez, J. & De Abajo S. (2006). Sedentarismo y salud: efectos beneficiosos de la actividad física. *Apuntes Educación Física y Deportes* 83, 12-24.
- Morrato, E., Hill, J., Wyatt HR, Ghushchyan, V. & Sullivan PW (2007).

- Physical activity in U.S. adults with diabetes and at risk for developing diabetes, 2003. *Diabetes Care*; 30(2):203-9
- National Diabetes Data Group (1979). Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. *Diabetes* 28: 1039-1057.
- O'Gorman, D. J., del Águila, L. F., Williamson, D. L., Krishnan, R. K. & Kirwan, J. P. (2000). Insulin and exercise differentially regulate PI3-Kinase and glycogen synthase in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 89(4):1412-9.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. *Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2012). Diabetes. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
- Pruchnic, R., Katsiaras, A., He, J., Kelley, D., Winters, C. & Goodpaster, B. (2004). Exercise training increases intramyocellular lipid and oxidative capacity in older adults. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*; 287(5):E857-E862.
- Rice, B., Janssen, I., Hudson, R. & Ross, R. (1999). Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Diabetes Care*; 22:684-691.
- Ruiz-Ramos A, Escobar-Pujolar A, Mayoral-Sánchez E, Corral-San Laureano F & Fernández-Fernández, I. (2006). La diabetes mellitus en España: mortalidad, prevalencia, incidencia, costes económicos y desigualdades. *Gac Sanit*; 20 (Supl 1):15-24.
- Scheen, A. J. (2004). Management of the metabolic syndrome. *Minerva Endocrinology*, 29, 31-45.
- Sigal, R., Wasserman, D., Kenny, G. & Castaneda-Sceppa, C. (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*; 27; 10:2518-2539.
- Sigal, R., Kenny, G., Wasserman, D., Castaneda-Sceppa, C. & White, R. (2006) Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 29:1433-1438.
- Smith, B., Wha-Cheung, N., Bauman, A., Zehle, K. & Mc Lean, M. (2005). Postpartum Physical Activity and Related Psychosocial Factor Among Women with Recent Gestational Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*: 28, 2650-2654.
- Symons, D. & Ulbrecht, J. (2006). Understanding Exercise Beliefs and Behaviors in Women with Gestational Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*: 29, 236-240.
- Sugiyama, T., Healy, G., Dunstan, D., Salmon, J. & Owen, N. (2008). Is Television Viewing Time a Marker of a Broader Pattern of Sedentary Behavior?. *Annals of Behavioral Medicine*. 35:245-250. doi: 10.1007/s12160-008-9017-z.
- Tejera, C. y Carramiñana, F. (2014). Medidores de la glucemia y calculadoras del bolo de insulina. *Diabetes Práctica*:05 (01), 28-33.
- Tobias, D., Zhang, C., van Dam, R., Bowers, K. & Hu, F. (2011). Physical Activity Before and During Pregnancy and Risk of Gestational Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*: 34, 223-229.
- U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention [USDHHS/CDPCP] (2008). *National Diabetes Fact Sheet: General Information and National Estimates on Diabetes in the United States, 2007*. Atlanta (GA)
- U. S. Department of Health and Human Services [USDHHS] (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report*. Washington (DC); p. 683.
- Wasserman, D. & Ayala J. (1989). Interaction of physiological mechanisms in control of muscle glucose uptake. *Clinical Exp Pharmacol Physiology*, 32(4): 319-323.
- Wijndaele, K., Duvigneaud, N., Matton, L., Duquet, W., Delecluse, C... & Philippaerts, R. M. (2009). Sedentary behavior, physical activity and continuous metabolic syndrome risk score in adults. *European Journal of Clinical Nutrition* 63, 421-429.
- Winnick, J., Michael-Sherman, W., Habash, D., Sotout, M., Failla, M., Belury, M. & Schuster, D. (2007). Short-Term Aerobic Exercise Training in Obese Humans with Type 2 Diabetes Mellitus Improves Whole-Body Insulin Sensitivity through Gains in Peripheral, not Hepatic Insulin Sensitivity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 93(3): 771-778. Doi: 10.1210/jc.2007-1524. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2266960/>
- Zacker, R. J. (2005). Strength training in diabetes management. *Diabetes Spectrum*; 18, 71-75.

