

ANEXO 1

EL EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN PRIMARIA DE DIABETES MELLITUS TIPO 2

Dr. Luis Gerardo Rodríguez Plaza, Dra. Martha Sánchez Zambrano.

INTRODUCCIÓN

La insuficiente actividad física, o sedentarismo, ha sido reconocida como uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de varios estados patológicos asociados con el estilo de vida occidental¹⁻⁴. Numerosos estudios llevados a cabo a partir de los años 50 del siglo pasado han encontrado una asociación entre la falta de actividad física y la aparición de sobrepeso, resistencia a la insulina, síndrome metabólico, diabetes tipo 2, enfermedad aterosclerótica y aumento de la mortalidad tanto cardiovascular como general⁵.

Por el contrario, la práctica regular de actividad física, especialmente de tipo aeróbica (ver abajo), está asociada a una menor incidencia de trastornos en el metabolismo de la glucosa y de los lípidos, menor incidencia de enfermedad coronaria, y menor progresión a diabetes en pacientes que ya tienen alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos⁶.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES

- Sedentarismo: Puede ser definido como el realizar menos del 10% del gasto calórico diario en actividades cuya intensidad es igual o mayor a 4 METs⁷(ver abajo). Otros lo definen como el gasto de < 150 kilocalorías (Kcal) por día en actividades entre 3-5 METs. Finalmente, también puede definirse como el gasto de < 1.000 Kcal/semana en actividad física⁸.

- Actividad física: Es toda actividad muscular llevada a cabo durante la rutina diaria: incluye las actividades hechas en el hogar, en el trabajo, etc.

- Ejercicio: Es una forma de actividad física que es planificada y estructurada para mejorar uno o varios aspectos de la condición física: fuerza, flexibilidad o capacidad aeróbica.

- Cuantificación de la actividad física: La actividad física y el ejercicio son la expresión de actividad muscular, la cual consume

oxígeno, glucosa y ácidos grasos. El consumo de oxígeno guarda una relación lineal con la intensidad de la actividad muscular, por eso es la forma más común de estimar su intensidad. El consumo de oxígeno de un adulto en reposo es de alrededor de 3,5 ml O₂/Kg peso/ minuto. Para simplificar, esta magnitud es definida como 1 equivalente metabólico, o MET. Tanto la actividad física como el ejercicio se pueden cuantificar como múltiplos del consumo de oxígeno en reposo, por ejemplo una actividad ligera puede consumir 2-3 METs, mientras que una actividad vigorosa puede consumir 10 y más METs⁹. Este concepto se refiere solamente a la intensidad de la actividad, no toma en cuenta el tiempo empleado en ella. Por eso, otra manera frecuente de expresar la actividad física es como la cantidad de kilocalorías consumidas haciendo ejercicio en un lapso de tiempo determinado: Kcal por hora, día o semana. Por ejemplo, caminar en plano a una velocidad de 6 kilómetros por hora consume aproximadamente 300 Kcal. Si este ejercicio se realiza 5 veces por semana, entonces tenemos un gasto de 1.500 Kcal/semana⁹.

- Tipos de actividad muscular: cuando un músculo es estimulado frente a una resistencia baja, se acorta, generando movimiento y poca tensión muscular. Esto es conocido como una contracción isotónica. Por el contrario, si la resistencia opuesta al músculo es alta, habrá poco o ningún acortamiento y se generará gran tensión muscular: contracción isométrica.

- Ejercicio Aeróbico: cuando se realizan contracciones isotónicas a repetición, se realiza un ejercicio isotónico. Si los grupos musculares involucrados son importantes (grandes, numerosos), el consumo de oxígeno del organismo se incrementará, lo cual llevará a una activación del sistema cardiovascular y respiratorio, lo cual define a un ejercicio como aeróbico: caminar trotar, nadar, montar bicicleta son ejemplos de ello.

- Ejercicio de resistencia: en este caso, la resistencia que se opone a la contracción muscular es mayor, por lo que habrá más

desarrollo de tensión muscular en comparación con un ejercicio isotónico. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se realiza levantamiento de pesas.

FISIOLOGÍA DE EJERCICIO EN EL METABOLISMO GLUCÍDICO

La práctica regular de ejercicio, tanto aeróbico como de resistencia, solos o combinados lleva a un aumento de la actividad muscular, lo que trae como consecuencia un mayor consumo de glucosa y ácidos grasos. Este estímulo genera una serie de cambios a nivel celular y molecular que modifican profundamente el metabolismo. Entre las modificaciones que ocurren, cabe destacar las siguientes¹⁰: Cambios bioquímicos en el músculo esquelético, caracterizados por aumento en:

- La actividad del transportador de glucosa GLUT-4.
- El contenido de GLUT-4.
- Los transportadores de glucosa independientes de la insulina.
- Los transportadores de glucosa dependientes de insulina.
- La actividad enzimática y metabólica relacionada a la glucosa.
- El metabolismo lipídico.
- La capacidad de almacenamiento de glucógeno.

Con disminución de la gluconeogénesis Cambios estructurales en el músculo esquelético, representados por incremento en:

- La densidad capilar.
- El flujo sanguíneo.
- El número y tamaño de las fibras tipo IIA.

Cambios sistémicos:

- Reducción de la grasa visceral.
- Disminución de los indicadores de inflamación sistémica.
- Descenso de la presión arterial.

- Cambios favorables en el perfil lipídico.
- Mejoría de la función endotelial.
- Aumento de la capacidad aeróbica.

BENEFICIOS DEL EJERCICIO

Un 2,3% de declinación de la inactividad física, en un lapso de 20 años (1980-2000) en Estados Unidos, previno o pospuso, aproximadamente 5% de muertes debido a enfermedad cardiovascular (ECV)³. En la población general el riesgo relativo de ECV asociado con inactividad en rango de 1,5 a 2,4, representó un aumento en el riesgo comparable al observado con hipercolesterolemia, hipertensión arterial o tabaquismo¹. El ejercicio tiene un efecto favorable sobre los factores de riesgo, con particular beneficio sobre reducción de hipertensión arterial, hiperlipidemia y obesidad sólo o en combinación con otros cambios del estilo de vida como la alimentación saludable y reducción de la ingesta calórica¹¹.

La inactividad está asociada con reducción en la sobrevida en paciente DM tipo 2, independientemente del nivel del peso y de otros factores de riesgo¹¹. La intervención de estilo de vida en el estudio *Diabetes Prevention Program* (DPP), el cual incluyó 150 minutos/semana de ejercicio de intensidad moderada, tuvo un efecto beneficioso sobre la glucemia en aquellas personas con prediabetes. En diabéticos se ha demostrado el efecto beneficioso del ejercicio en reducción de HbA1c, mejoría de la sensibilidad y resistencia a la insulina con descenso de la hiperglucemia; estos cambios han sido reportados principalmente en obesos con DM tipo 2, lo cual sugiere que hay una buena relación entre pérdida de grasa corporal y mejoría del control glucémico; sin embargo, esto último puede ser independiente de la pérdida de peso¹¹⁻¹².

INDICACIÓN DEL EJERCICIO

Para instaurar el programa de ejercicio deberá estar estructurado cumpliendo ciertas condiciones:

1. Evaluación médica inicial: Antes de un programa de ejercicio, estas recomendaciones deberán ser aplicadas en todos los potenciales

participantes:

- Historia clínica y examen físico: Determinar si hay presencia de enfermedad cardiovascular (ECV), que incluya: enfermedad arterial coronaria previa (infarto del miocardio, angina de pecho, revascularización miocárdica), enfermedad valvular, insuficiencia cardíaca y cardiopatía congénita, las cuales requerirán evaluaciones adicionales y prescripción por especialistas. Si el individuo no presenta ECV conocida, pero tiene presencia de síntomas y signos que sugieran la presencia de enfermedad significativa o presencia de factores de riesgo para EAC, requerirán estudios adicionales como la prueba de esfuerzo¹³⁻¹⁶.

- Evaluaciones adicionales: Prueba de esfuerzo (PE)¹³⁻¹⁶: En hombres >45 años y mujeres >55 años, sin sospecha ó diagnóstico de ECV, no se considera para realizar PE, la cual deberá realizarse si tienen 2 factores de riesgo (no DM). Esta posición ha sido controvertida, porque no hay datos que sustenten esta recomendación, siendo de poca utilidad en aquellos individuos que inicien con programas de actividad física de moderada intensidad, pacientes con bajo riesgo CV, asintomáticos. Se debe considerar PE en aquellos individuos asintomáticos con riesgo intermedio.

En pacientes diabéticos^{17,18}, antes de aumentar el patrón de actividad física habitual o un programa de ejercicio, debiera tener una evaluación médica con estudios diagnósticos apropiados. La evaluación clínica se enfocará en los síntomas y signos de la enfermedad que afecta la esfera CV, ojos, riñones, pie y sistema nervioso, así evidenciará la presencia de complicaciones macro y microvasculares, que pudiera empeorar con el ejercicio. Consideración especial es la evaluación ocular¹⁷, para determinar la presencia de retinopatía proliferativa, ya que el ejercicio vigoroso o de resistencia puede provocar hemorragia vítrea o desprendimiento de retina, por lo que el paciente deberá evitar ejercicio de tensión o maniobras como Valsalva.

La neuropatía periférica^{17,18} puede provocar pérdida de sensibilidad en el pie y los ejercicios repetitivos pueden provocar ulceraciones y fracturas.

En la tabla 1 se listan los ejercicios contraindicados y recomendados. Además de las consideraciones previas, el paciente deberá tener control glucémico. Se realizará electrocardiograma y las guías para realizar prueba de esfuerzo son mencionadas en la Tabla 2¹¹.

Tabla 1. Ejercicios para los pacientes diabéticos.

Contraindicados	Recomendados
<ul style="list-style-type: none"> •Trotadora (treadmill) •Caminata prolongada •Trotar •Ejercicio escalonado 	<ul style="list-style-type: none"> •Nadar •Bicicleta •Remar •Ejercicios de silla •Ejercicios de brazos •Otras formas de ejercicio que no impliquen cargar peso

Tabla 2. Guías para la prueba de esfuerzo.

Prueba de esfuerzo no necesaria (todos los criterios deben estar presentes)	Prueba de esfuerzo recomendada (si ≥ 1 criterio está presente)
<ul style="list-style-type: none"> • Sin historia clínica de EAC • Asintomático • Sin evidencia de EAP o ECV • ECG normal • Programa de ejercicio ligero a moderado 	<ul style="list-style-type: none"> • Historia de EAC; sin prueba de esfuerzo en los últimos dos años • Síntomas de molestia en tórax o disnea • Evidencia clínica o de laboratorio de EAP o enfermedad vasculocerebral • Evidencia ECG de infarto o isquemia • Programa de ejercicio vigoroso

EAC: enfermedad arterial coronaria; **EAP:** enfermedad arterial periférica; **ECG:** electrocardiograma; **ECV:** enfermedad cardiovascular.

2. PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO:

- Individualización del programa de acuerdo al paciente, considerar nivel de actividad física al momento de iniciar el programa, edad, sexo, condiciones mórbidas, limitaciones ortopédicas, osteoartritis, obesidad, enfermedad broncopulmonar crónica; pudiendo llegar a requerir ejercicio supervisado.

- Prescripción del ejercicio Calentamiento¹⁷. Las recomendaciones estándar para pacientes diabéticos como no diabéticos, es que la actividad física debe incluir un apropiado período de calentamiento, el cual puede consistir de 5-10 minutos de actividad aeróbica de bajo nivel de intensidad (caminata, bicicleta, etc), o ser sustituido por ejercicio de estiramiento.

Tipo de ejercicio. Las investigaciones realizadas apoyan el hecho de que ambos tipos de ejercicio (aeróbico y de resistencia) realizados en combinación, son más efectivos que cada uno de ellos por separado: 30 a 60 minutos, 5 veces a la semana de ejercicio aeróbico, complementado con 2 a 3 sesiones semanales de ejercicios de resistencia⁹ (Tabla 3).

Tabla 3. Recomendaciones de ejercicio en adultos mayores de 18 años⁹

- Los adultos deberán, al menos, hacer 150 minutos (2 horas y 30 minutos) semanales de ejercicio de moderada intensidad o 75 minutos semanales de ejercicio aeróbico de vigorosa intensidad.
- Actividad física o un equivalente que combine actividad aeróbica de moderada y vigorosa intensidad. La actividad aeróbica debería ser realizada en episodios de, al menos, 10 minutos y preferiblemente, incrementar progresivamente en la semana.
- Para mayor beneficio de salud, el adulto debería aumentar su actividad aeróbica a 300 minutos (5 horas) a la semana de ejercicio aeróbico de moderada intensidad, o 150 minutos semanales de ejercicio aeróbico de vigorosa intensidad.
- El adulto debería también hacer ejercicios de resistencia de moderada o alta intensidad, que involucre los principales grupos musculares, 2 o más días a la semana, actividad que provee beneficios de salud adicionales.

Es recomendable que las personas con diabetes traten de seguir las guías de la actividad física para la población en general^{16,18,19}, las recomendaciones de la Sociedad Americana de Diabetes se mencionan en la tabla 4

El uso del podómetro o contador de pasos⁹, es una opción para llevar la cuenta y control del progreso de las caminatas, el caminar 10.000

pasos por día es una recomendación que se ha popularizado, pero no es una indicación de las guías; la clave para su uso y estar ajustado a las recomendaciones de las guías primero conocer el objetivo en tiempo (minutos de caminata al día) y luego calcular cuantos pasos son necesarios cada día para lograr la meta. Una forma de lograr esa meta es:

1. Medir el número de pasos en un día de actividad cotidiana, con el podómetro colocado, por ejemplo: 5.000 pasos al día.

2. Medir en número de pasos durante una caminata programada por 10 minutos, por ejemplo: 1.000 pasos, si se va a realizar 40 minutos de caminata: $1.000 \times 4 = 4.000$ pasos por sesión de caminata.

3. Calcular el total de pasos diarios: $5.000 + 4.000$ (40 minutos de caminata) = 9.000 pasos al día.

4. Semanalmente se puede incrementar el tiempo de ejercicio hasta lograr el objetivo, la tasa de progresión debe ser individualizada, por ejemplo comenzar con 5.000 pasos/día e ir incrementando 500 pasos/día semanalmente, pero si el paciente tiene una capacidad física menor, iniciar con menor número de pasos al día e ir incrementando semanalmente el número de pasos.

Tabla 4. Recomendaciones de ejercicio en pacientes con diabetes mellitus, de la Asociación Americana de Diabetes (American Diabetes Association)¹⁸

- *Prevención Primaria.* Pacientes con riesgo alto para desarrollar DM tipo 2, programas estructurados enfatizando cambios del estilo de vida que incluye pérdida moderada de peso (7% del peso corporal) y actividad física regular (150 minutos/semanal)¹⁸.
- *Diabetes Mellitus tipo 2.* Pacientes con DM tipo 2, deberán realizar 150 minutos/ semanales de actividad física aeróbica de moderada intensidad (50-70% de la reserva de frecuencia cardiaca). En ausencia de contraindicaciones, pacientes con DM tipo 2, deberían realizar ejercicios de resistencia 3 veces/ semanales, 2-4 sets de 8-10 repeticiones, con períodos de 1-2 minutos de descanso entre sets¹¹⁻¹⁸.

RIESGOS DEL EJERCICIO

- **Cardíacos:** como infarto del miocardio o muerte súbita durante la actividad física son raros. Sin embargo, el riesgo de tales eventos, aumenta cuando se comienza actividad física intensa o más intensa de lo usual, en particular en aquellos individuos previamente inactivos. Aquellos individuos que son usualmente activos tienen menor riesgo de eventos cardíacos.

- No cardíacos: El riesgo de lesiones musculares se incrementa con la cantidad de la actividad física, pero la personas activas tienen menor riesgo por tipo y cantidad de ejercicio que aquellas inactivas.

- Riesgo del ejercicio en pacientes diabéticos. Van dirigidos en primera instancia al control metabólico: hipoglucemia. En segunda instancia las complicaciones de la diabetes, enfermedad cardiovascular, retinopatía, nefropatía, pie diabético, disautonomias.

RECOMENDACIONES PARA ACTIVIDAD FÍSICA SEGURA

La actividad física es segura para la mayoría de las personas, sin embargo para reducir el riesgo de lesiones y otros eventos adversos, se deberá⁹:

- Elegir la actividad física acorde al nivel de la capacidad funcional.

- Aumento progresivo y gradual de la actividad física, hasta obtener la meta establecida. Las personas inactivas deben “comenzar lento e ir lento”.

- Utilizar ropa y calzado adecuados, ambiente seguros, horas del día.

- Si hay condiciones física o preexistentes, síntomas, deben ser monitorizadas por personal médico entrenado, puede requerir evaluación previa para estipular tipo y cantidad de actividad física apropiada, además de la implementación de estudios de apoyo para ello.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995;273:402–407.
2. Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, Dans T, Avezum A, et al; INTERHEART Study Investigators. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case control study. *Lancet*. 2004;364:937–952.
3. Ford ES, Ajani UA, Croft JB, Critchley JA, Labarthe DR, et al. Explaining the decrease in U.S. deaths from coronary disease, 1980–2000. *N Engl J Med* 2007;356:2388–2398.
4. Heart Disease and Stroke Statistics—2009 Update: A Report From the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2009; 119: e21 –e181.
5. Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary Heart-Disease and Physical Activity of Work. *Lancet* 1953; II: 1053-7.
6. The Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346: 393–403, 2002.
7. Bernstein MS, Morabia A, Sloutskis D. Definition and Prevalence of Sedentarism in an Urban Population. *Am J Public Health* 1999; 89: 862-7.
8. Mandil S, Myers JN, Oliveira RB, Abella JP, Froelicher VF. Characterizing Differences in Mortality at the Low End of the Fitness Spectrum. *MSSE* 2009; 41: 1573-9.
9. U.S. Department of Health and Human Services. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, 2008.
10. Bronas Ulf, Treat-Jacobson D, Painter P. Exercise Training as Complementary Therapy in the Prevention and Management of Type 2 Diabetes *Diabetes Spectrum*. 2009. 22:220-225.
11. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA. Exercise Training for Type 2 Diabetes Mellitus: Impact on Cardiovascular Risk: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2009;119:3244-3262.
12. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP et al. Effects of Exercise on Glycemic Control and Body Mass in Type 2 Diabetes Mellitus. A Meta-analysis of Controlled Clinical Trials. *JAMA*. 2001;286:1218-1227.
13. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association *Circulation*, Aug 2007; 116: 1081 - 1093.
14. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001;104:1694-1740.
15. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF et al. AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines) *Circulation* 2002;106:1883 – 1892.
16. Haskell W, Lee I, Pate R, Powell K, Blair S, et al. Physical Activity and Public Health. Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007;116:1081-1093.