

INSTITUTO NACIONAL DE ENDOCRINOLOGIA Y METABOLISMO

Diabetes mellitus y ejercicio

Por el Dr.:

FRANCISCO CARVAJAL MARTINEZ*

Carvajal Martínez, F. *Diabetes mellitus y ejercicio*. Rev Cub Ped 55: 2, 1983.

Se enfatiza en la importancia del ejercicio como parte del tratamiento del diabético. Se revisan los aspectos fisiológicos y fisiopatológicos (diabetes mellitus). Se considera que el ejercicio es beneficioso para el diabético con buen control metabólico de la enfermedad, no así para el que mantiene hiperglicemia con cetosis o sin ésta. Se hacen algunas observaciones o recomendaciones al respecto.

El ejercicio ha sido considerado durante muchos años como beneficioso para el diabético, debido a esto ha sido ubicado como uno de los pilares fundamentales en el tratamiento de esta enfermedad.

El uso terapéutico del ejercicio en pacientes diabéticos se remonta a épocas tan primitivas como la señalada por el médico indio *Sushruta* en el año 600 a.n.e. Sin embargo, esto no toma énfasis hasta 1865, por *Bouchard* y 1882 por *Trousseau*, todos en la época preinsulínica. Después de este descubrimiento *Joslin* y *Katch* señalaron su importancia en el tratamiento de pacientes diabéticos.¹ No obstante, han sido escasas las investigaciones que sustentan el valor del ejercicio y no es hasta estos últimos 20 años, y principalmente esta última década, en que se ha profundizado en aspectos, tales como: los cambios metabólicos, hormonales, cardiovasculares y otros que se producen en el paciente diabético como consecuencia de diferentes tipos de ejercicio y su relación con el control metabólico.

Consideramos importante analizar el efecto del ejercicio en condiciones fisiológicas, así como su repercusión en el diabético.

1. Efectos del Ejercicio en condiciones fisiológicas

Es conocido que toda contracción muscular ocasiona un gran consumo de energía.² Debido a que los depósitos de ésta (glucógeno y tejido adiposo) en el músculo estriado son escasos, estas necesidades se obtienen principalmente de la glucosa y los ácidos grasos libre circulantes y, en

* Especialista de I grado en endocrinología. Jefe del departamento de endocrinología infantil del Instituto Nacional de Endocrinología y Metabolismo.

segundo lugar, de los aminoácidos y cuerpos cetónicos, mientras las necesidades energéticas del músculo en reposo se resuelven mediante los ácidos grasos libres, al inicio del ejercicio los carbohidratos ocupan el primer lugar oxidativo.

a) *Efectos agudos del ejercicio*

Existe aumento de la captación de glucosa por el tejido muscular; los mecanismos internos que provocan este hecho dependen probablemente de varios factores, así se ha señalado:¹ 1) La existencia de un factor de actividad muscular (MAF) liberado durante el ejercicio. 2) Aumento de la actividad no supresible parecida a la insulina (NSILA). 3) Aumento del flujo sanguíneo y apertura de los capilares con mayor área de superficie capilar. 4) En modelos experimentales en los que se utilizaron ratas, se ha identificado la hipoxia como un potente estimulador de la captación de la glucosa. 5) Aumento de los niveles de calcio citoplasmático. 6) Se ha señalado que la insulina a pesar de ser el principal regulador de la captación de glucosa en los tejidos sensibles a la insulina durante el ejercicio no desempeña una función importante, al parecer pueden existir factores locales que estimulan directamente la captación de glucosa o potencialicen el efecto de la insulina. 7) Por último, el nivel de utilización de la glucosa circulante por el músculo en ejercicio puede deberse a otros procesos metabólicos, por ejemplo, se ha señalado que el aumento de la glucogenólisis disminuye la utilización de la glucosa por el músculo, pues la glucosa-6-fosfato inhibiría la hexoquinasa, o, también, que la oxidación de ácidos grasos libres puede disminuir la utilización de la glucosa por el músculo o que pequeñas concentraciones de catecolaminas pueden facilitar la captación de glucosa.

Por otro lado, además de los carbohidratos, los ácidos grasos libres desempeñan una función oxidativa, importante; durante el ejercicio la captación muscular de ácidos grasos libres está aumentada debido a la movilización de lípidos desde el tejido adiposo, además del extraído durante el mismo ejercicio muscular.^{1,2}

El aporte de estos agentes oxidativos (glucosa y ácidos grasos libres) depende principalmente de los siguientes factores: la duración e intensidad del ejercicio, el grado de entrenamiento, así como el nivel de nutrición existente. Si el ejercicio es mantenido, se utiliza en los primeros momentos el glucógeno muscular, después la glucosa circulante y ya a las 2 horas aproximadamente los ácidos grasos libres ocupan el primer lugar como fuente de energía. Ejercicios intensos necesitan aumento de los requerimientos de la glucosa en el músculo, mientras durante el entrenamiento ocupan el primer lugar los ácidos grasos libres; los aminoácidos al parecer no desempeñan una función importante, algunos como la valina, leucina e isoleucina pueden originar energía en ejercicios prolongados, así, como se ha señalado, produce aumento de la actividad del ciclo glucosa-alanina durante y después de períodos de ejercicios. Sin embargo, todavía existen criterios contradictorios al evaluar la función de los aminoácidos en relación con el ejercicio.

b) Factores que regulan la producción hepática de glucosa

Los requerimientos de glucosa pueden obtenerse a partir de la glucogenólisis y particularmente durante ejercicios prolongados desde la gluconeogénesis.

Es conocido que al inicio del ejercicio los niveles de insulina disminuyen debido a una inhibición de la secreción de insulina, probablemente inducida por vía adrenérgica,^{1,3} al mismo tiempo aumentan los niveles circulantes de catecolaminas y la hormona de crecimiento. También durante ejercicios prolongados o intensos los niveles de glucagón y cortisol aumentan.

Sin embargo, en términos generales pueden existir diferentes patrones de respuesta hormonal según sea el tipo de ejercicio o el grado de entrenamiento.^{4,5}

c) Efectos del entrenamiento

Se ha señalado¹ mejoría de la función respiratoria y cardiovascular, disminución de la adiposidad, aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-colesterol) que provocan un efecto protector o preventivo contra la arteriosclerosis.⁶ También se ha señalado disminución de los niveles de insulina como aumento de la sensibilidad de ésta en los tejidos.

2. Ejercicio y diabetes mellitus

En términos generales el ejercicio bien controlado es beneficioso^{1,2,7} al aumentar la captación de glucosa por el músculo y disminuir los requerimientos insulínicos. Además, si es con un programa de entrenamiento pueden aumentar los niveles de HDL-colesterol.¹ Sin embargo, es aceptado, en el diabético insulino dependiente descompensado, que el ejercicio provoca deterioro de la diabetes, con hiperglicemia, lipólisis y cetogénesis.² El aumento de la hiperglicemia parece ser consecuencia de la liberación hepática de la glucosa, además de la no utilización periférica de la misma. Estas respuestas pueden ser mediadas, en parte, por el aumento plasmático exagerado de las catecolaminas, el glucagón, el cortisol y la hormona de crecimiento como respuesta al ejercicio.

Por otro lado, recientemente se ha señalado² que el ejercicio aumenta la movilización de la insulina desde las zonas subcutáneas de la inyección. Esto puede ser debido al aumento del flujo capilar o por alteraciones de la presión intersticial secundaria a contracciones musculares.

El resultado puede ser una hiperinsulinemia y por tanto, una mayor posibilidad de hipoglicemia.

También al parecer el ejercicio aumenta la sensibilidad a la insulina.

Ha sido demostrado que éste provoca un aumento de la capacidad de unión de la insulina a los monocitos y eritrocitos circulantes en los sujetos que realizan ejercicio⁸ y principalmente si están entrenados,⁹ con lo que se mejora la tolerancia a la glucosa.

Microangiopatía diabética y ejercicio

La relación entre la microangiopatía diabética y el ejercicio ha sido poco estudiada. Es conocido que en el diabético se producen alteraciones en la circulación de los pequeños vasos (microangiopatía), consistentes en cambios anatómicos en la membrana basal de los capilares y en las paredes de las arteriolas y vénulas.

Los diabéticos con cambios microvasculares (en ojos o riñones) al realizar ejercicio tienen un aumento de la presión sanguínea. Este hecho está unido al desarrollo y progresión de la microangiopatía.¹⁰

Habitualmente existe proteinuria durante un ejercicio intenso y prolongado. Sin embargo, ésta es mayor en el diabético con complicaciones vasculares; así, se ha señalado el ejercicio como prueba para detectar nefropatía diabética latente.¹¹⁻¹³

Además, se refiere³ que en el diabético con nefropatía avanzada el ejercicio puede ocasionar isquemia cortical renal, y de ser intenso y prolongado, puede provocar insuficiencia renal aguda.

Por otro lado, en el diabético con retinopatía, el aumento de la presión arterial (sistólica y diastólica) que ocurre durante el ejercicio puede afectar los vasos oculares y ocasionar hemorragia.⁸

RECOMENDACIONES

De todo lo antes expuesto se pueden obtener las siguientes observaciones o recomendaciones:

1. Se debe ofrecer alimentos al diabético antes o durante la práctica de ejercicio con el objetivo de prevenir las hipoglicemias.
2. También la ingestión de alimentos puede ser requerida en el período de recuperación posejercicio con el objetivo de reemplazar los depósitos de glucógeno.
3. Se debe administrar la dosis de insulina en las zonas o extremidades poco o no utilizadas durante el ejercicio.
4. La mayor sensibilidad a la insulina que ocurre durante el ejercicio sugiere que la dosis de ésta puede ser disminuida.
5. La respuesta fisiológica al ejercicio es limitada en el diabético con microangiopatía, por lo que en general no se recomienda éste o debe ser indicado en casos seleccionados y atendido cuidadosamente.
6. Es recomendable preparar planes de entrenamiento con el objetivo de favorecer y mantener el buen control metabólico en el diabético, así como mejorar su capacidad física.
7. El ejercicio es favorable para el control metabólico del diabético compensado, no así para el descompensado (en hiperglicemia con cetosis o sin ésta).

SUMMARY

Carvajal Martínez, F. *Diabetes mellitus and physical exercise*. Rev Cub Ped 55: 2, 1983.

Importance of physical exercise as part of treatment for the diabetic patient is emphasized. Physiologic and physiopathologic aspects in *diabetes mellitus* are reviewed. It is considered that physical exercises is beneficial for the diabetic patient with a good metabolic control of the disease, no being so for the patient who has ketotic or non ketotic hyperglycemia. Some concerning observations and recommendations are made.

RÉSUMÉ

Carvajal Martínez, F. *Diabetes mellitus et exercise*. Rev Cub Ped 55: 2, 1983.

Il est souligné l'importance de l'exercice en tant que partie du traitement du diabétique. Il est revu les aspects physiologiques et physiopathologiques de la maladie. L'exercice est considéré très favorable pour le patient diabétique avec un bon contrôle métabolique, mais pas pour celui qui maintient une hyperglycémie avec ou sans cétose. Des remarques et des recommandations sont faites.

BIBLIOGRAFIA

1. Vranic, M.; M. Berger: Exercise and diabetes mellitus. *Diabetes* 28: 147, 1979.
2. Skyler, J.: Diabetes and exercise: Clinical implications. *Diabetes Care* 2:307, 1979.
3. Berger, H. et al.: Metabolic and hormonal effects of muscular exercise in juvenile type diabetes. *Diabetologia* 13: 355, 1977.
4. Pagano, G. et al.: Metabolic and hormonal changes during exercise in healthy, diabetic and obese subjects. *Acta Diabetol Lat* 16: 19, 1979.
5. Locard, E. et al.: Studies of growth hormone secretion in juvenile diabetes. *Horm Res* 11: 29, 1979.
6. Hohn, G.; P. Björntorp: Metabolic effects of physical training. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 283: 9, 1979.
7. Larsson, V.: Physical exercise and juvenile diabetes. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 283: 120, 1979.
8. Pedersen, O. et al.: Effects of exercise on insulin receptors of erythrocytes and monocytes diabetics. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 283: 79, 1979.
9. Kolvisto, V. et al.: Effects of acute exercise and training on insulin binding to monocytes and insulin sensitivity in vivo. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 283: 71, 1979.
10. Mc Millan, D.: Exercise and diabetic microangiopathy. *Diabetes (Suppl)* 28: 103, 1979.
11. Hermansson, G.; J. Ludvigsson: Renal function and bloodpressure reaction during exercise in diabetic and nondiabetic children and adolescents. *Acta Paediatr Scand (Suppl)* 283: 86, 1979.
12. Mogensen, C.; E. Vittinghus: Urinary albumin excretion during exercise in juvenile diabetes. *Scand J Clin Lab Invest* 35: 295, 1975.
13. Viberbl, G. et al.: Increased glomerular permeability to albumin induced by exercise in diabetic subjects. *Diabetologia*, 14: 293, 1978.

Recibido: 15 de julio de 1982.

Aprobado: 23 de agosto de 1982.

Dr. Francisco Carvajal
INEM, Hospital "Comandante Manuel Fajardo"
Zapata y D. Vedado.
Ciudad de La Habana.