

## El Efecto de la Frecuencia del Ejercicio Físico en el Control Glucémico y Composición Corporal de Diabéticos Tipo 2

Denise Maria Martins Vancea<sup>1</sup>, José Nelson Vancea<sup>2</sup>, Maria Izabel Fernandes Pires<sup>3</sup>, Marco Antonio Reis<sup>4</sup>, Rafael Brandão Moura<sup>5</sup>, Sergio Atala Dib<sup>1</sup>

Universidade Federal de São Paulo<sup>1</sup>; Estatístico<sup>2</sup>; Universidade de São Paulo<sup>3</sup>; Colégio Estadual Salime Mudeh<sup>4</sup>; Colégio Estadual Marechal Carlos Machado Bitencourt<sup>5</sup>, São Paulo, SP - Brasil

### Resumen

**Fundamento:** La diabetes y la enfermedad cardiovascular surgieron como principales amenazas a la salud humana, y el riesgo crece en los individuos con obesidad visceral. Es un consenso que el ejercicio físico debe formar parte del tratamiento de la diabetes mellitus (DM).

**Objetivo:** Comparar la influencia de programas de ejercicio físico orientados y estructurados (PEOE) con frecuencia de tres y cinco veces por semana, en el período de 20 semanas, en el control glucémico y la composición corporal de diabéticos tipo 2 (DM2).

**Métodos:** La investigación se realizó en la Universidad Federal de São Paulo. Grupo Control (GC), n=17, edad (edad promedio (EP): 55,8 años), recibió incentivo en la consulta médica para la realización de ejercicio físico. Grupo 3x (G3), n=14, edad (EP: 57,4 años), una hora de ejercicio físico, 3x/semana. Grupo 5x (G5), n=9, edad (EP: 58,8 años), mismo protocolo, pero 5x/semana. Tiempo de diagnóstico: EP: 5 años, en todos los grupos. La clase constaba de 5 min calentamiento, 30 min caminata en estera rodante hasta el 70% de la frecuencia cardíaca máxima y 10 min relajamiento. Se analizó IMC, cintura, porcentual de grasa (PG), glucemia capilar (GCap), glucemia de ayuno (GA), hemoglobina glucosilada (HbA1c).

**Resultados:** Se realizó una comparación entre el instante Basal (B) y la 20ª semana (20ª). Presentaron diferencias estadísticamente significativas: IMC en el G3 (B: 29,5±2,9 vs 20ª: 28,3±2,2 kg/m<sup>2</sup>, p=0,005) y el G5 (B: 29,7±4,4 vs 20ª: 29,1±4,3 kg/m<sup>2</sup>, p=0,025); cintura G5 (B: 100,5±11,9 vs 20ª: 93,3±11,7 cm, p=0,001); PG en el G3 (B: 31±5,1 vs 20ª: 26±5%, p=0,001) y G5 (B: 32,4±5,4 vs 20ª: 30,3±6,9%, p=0,001); GA, G5 (B: 150,8±47,5 vs 20ª: 109,2±30,5 mg/dl, p=0,034). El GC no presentó diferencias estadísticamente significativas, en estas variables. La GCap presentó una tendencia de caída en el post ejercicio físico en G5. La HbA1c no presentó diferencias estadísticamente significativas en tres grupos.

**Conclusión:** En la mayoría de los parámetros evaluados, el G5 se mostró mejor que el G3. Sin embargo, los resultados no presentaron una reducción de la HbA1c en los pacientes con DM2. (Arq Bras Cardiol 2009;92(2):23-29)

**Palabras clave:** Diabetes mellitus tipo 2, ejercicio, control glucémico, control, composición corporal.

### Introducción

La mayor etiología para mortalidad y gran morbilidad de los diabéticos es la aterosclerosis. La hipótesis para la lesión inicial de la aterosclerosis es la disfunción endotelial, que ha sido documentada en el diabetes mellitus tipo 2 (DM2), en que la hiperglucemia está asociada a un aumento del estrés oxidativo, que lleva a un incremento en la formación de radicales oxígeno, tales como superóxido, que reacciona con el óxido nítrico, llevando a su degradación<sup>1</sup>.

La diabetes y la enfermedad cardiovascular surgieron como amenazas principales a la salud humana, y el riesgo sigue

creciendo en los individuos con obesidad visceral<sup>2,3</sup>.

Se sabe que el ejercicio físico debe formar parte del tratamiento de la diabetes mellitus (DM), así como la dieta y la medicación. Desgraciadamente, esta práctica es heterogénea en la consulta rutinaria de esos pacientes. Posiblemente, eso ocurre en función de la falta de comprensión y/o motivación por una parte de esos individuos y de sus asistentes. La propia constancia de estas recomendaciones por profesionales del área de salud es deficiente<sup>4</sup>.

Entre los factores influyentes están los determinantes genéticos, los diferenciales en la edad, el biotipo, la aptitud física de los pacientes, la duración y la modalidad del ejercicio<sup>5-8</sup>.

Estudios han demostrado que el efecto del ejercicio físico sobre el control de la glucemia puede resultar efímero, obteniéndose una baja de glucemia post ejercicio físico y su retorno rápido a los niveles pre ejercicio físico, con la consiguiente suspensión del ejercicio<sup>9,10</sup>.

Correspondencia: Denise Maria Martins Vancea •

Rua Cruz e Souza, 514 - 88101-040 - Campinas - São José, SC - Brasil  
E-mail: dvancea@ig.com.br

Artículo recibido el 31/01/08; revisado recibido el 07/03/08; aceptado el 19/03/08.

La mayoría de los estudios que tuvieron como objetivo alcanzar los valores de buen control de la hemoglobina glucosilada (HbA1c) no resultó eficaz, y la frecuencia (3x por semana) de los ejercicios puede ser uno de los factores que justifican este resultado. Se sabe que el aumento de sensibilidad a la insulina, asociado al ejercicio físico, no permanece más que 72 horas<sup>5</sup>. Una de las sugerencias sería la subida de la frecuencia para que el intervalo entre las sesiones no ultrapasara ese período.

Además de ello, los relatos acerca del impacto de la frecuencia del ejercicio físico en la composición corporal de DM2 son escasos.

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la frecuencia de un programa de ejercicio físico, estructurado en la composición corporal y en el control glucémico de pacientes con DM2.

## Métodos

### Pacientes

Se evaluó a 40 individuos con diabetes mellitus de tipo 2 (DM2) en un estudio randomizado y prospectivo. Para participar de la investigación, los pacientes firmaron el formulario de consentimiento informado.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron: 1) diagnóstico de DM2, de acuerdo con la Asociación Americana de Diabetes<sup>11</sup>; 2) tiempo de diagnóstico clínico de DM inferior a 10 años; 3) ambos los sexos; 4) edad entre 40 y 65 años; 5) índice de masa corporal (IMC): 25-35 kg/m<sup>2</sup>; 6) glucemia de ayuno < 250 mg/dl; 7) presión arterial (PA): sistólica ≤ 160 mmHg y diastólica ≤ 100 mmHg; 8) ausencia de complicaciones crónicas clínicas de DM que pudieran perjudicar o ser perjudicadas por el programa de ejercicio físico.

Se dividieron a los pacientes estudiados en tres grupos: Grupo C = GC (n=17): que recibió orientación e incentivo para la práctica regular espontánea de ejercicio físico, en la consulta con el equipo multidisciplinar de rutina; Grupo 3x = G3 (n=14), pacientes que participaron de tres sesiones de ejercicio por semana y grupo 5x = G5 (n=9) de cinco sesiones, durante 20 semanas (Tab. 1).

El protocolo del estudio fue previamente aprobado por el comité de ética de la Universidad Federal de São Paulo (Número del Protocolo CEP 1293/00).

### Programa de ejercicio físico

Se realizó el programa de ejercicio físico estructurado (PEFE) en la Sesión de Fisiología Respiratoria de la Asignatura de Neumología, bajo la supervisión de profesores de educación física.

En el inicio del PEFE los pacientes de G3 e G5 recibieron una conferencia, en la que se presentó el programa, así como los beneficios, los riesgos y las recomendaciones que se debían seguir para la realización del ejercicio físico seguro.

Se aplicó el PEFE en el periodo matutino tras la comida de rutina, en una sala específica, servida de estereras y colchonetas para el relajamiento.

Tabla 1 – Características iniciales de los pacientes con DM2

Características	Basal		
	GC	G3	G5
n	17	14	09
Edad (años)	55,8±6,6	57,4±5,3	58,8±6,1
TDDM (años)	5,8±3,1	5,4±2,9	6,0±3,0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,6±5,8	29,5±2,9	29,7±4,4
Cintura (cm)	92,8±10,4	93,2±12,9	100,5±11,9
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	13,4 ± 6,0	12,7±4,0	12,8±2,0
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	8,6±4,0	8,0±4,0	8,0±2,0
Porcentual de Grasa (%)	28,6±8,1	31±5,1	32,4 ± 5,4
Glucemia de Ayuno (mg/dl)	193,8±106,4	142,7±83,1	150,8±47,7
Glucemia Postprandial (mg/dl)	234,3±112,7	218±64,4	214±81,7
HbA1c (%)	9,0±3,1	8,2±1,9	7,7 ± 1,8

\*los datos están presentados en promedio y desviación estándar. GC - grupo control; G3 - grupo que participó tres veces por semana del programa de ejercicio físico; G5 - grupo que participó cinco veces por semana del programa de ejercicio físico; TDDM - tiempo de diagnóstico de DM; IMC - índice de masa corporal; HbA1c - hemoglobina glucosilada.

Se desarrollaron las clases en tres partes: 1) calentamiento (5 minutos): ejercicios de alargamiento; 2) Principal (30 minutos): caminata en la estera; y 3) Vuelta a la calma (10 minutos): actividades de estiramiento, relajamiento y trabajo de conciencia corporal.

Al inicio del programa, la intensidad del ejercicio físico fue del 60% de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) predicha para la edad (220-edad), para ambos los grupos (G3 y G5), aumentando de manera gradual, hasta atingir el objetivo de 70% de la FC máx., entre cada sesión consecutiva<sup>12</sup>.

### Parámetros clínicos y metabólicos

Se evaluaron la glucemia capilar (Glucosímetros de la marca Roche y Abbott) y la frecuencia cardiaca antes y tras cada sesión del PEFE.

Todos los pacientes que participaron del estudio estaban dentro del nivel recomendado de glucemia (< 250 mg/dl) en cada sesión, para empezar el ejercicio físico. Se realizó un total de aproximadamente 1.608 pruebas de glucemia capilar en el G3 y 1.800 pruebas en el G5.

Se midió la circunferencia abdominal con una cinta métrica, en la región abdominal, en su menor perímetro, con el individuo en pie, tras espiración normal.

Se evaluó el peso corporal en una balanza con precisión de 0,1 Kg. con el individuo llevando ropas ligeras, sin calzados. La altura se midió en un estadiómetro con precisión de 0,5 cm, con el participante sin calzados. Se calculó el IMC (kg/m<sup>2</sup>) por el peso corporal (kg) dividido por la altura al cuadrado en metros.

Para la medición del porcentual de grasa, se utilizó el protocolo de Pollock y Jackson, por medio de los pliegues

cutáneos tricéptal, supraíliaco y muslo para las mujeres; torácica, abdominal y muslo para los varones<sup>13</sup>.

Se evaluaron la cintura abdominal (CA) y el IMC en todas las colectas, por el mismo profesional.

La glucemia de ayuno y la de la hemoglobina glucosilada se evaluaron tras un periodo de 8-12 horas, y la glucemia postprandial tras dos horas de una merienda estandarizada de 300 kcal (50g CHO).

Se mensuraron la glucosa plasmática, por medio del método GOD-PAP, con referencia en los valores de 70-100 mg/dl; y la HbA1c, por la cromatografía neta de alto desempeño (TOSOH análisis automatizado de la hemoglobina glucosilada, Shiba, Mianto-ku, Tokio, Japón), con valores normales entre el 3,6% y el 6,8%.

Los pacientes, durante el periodo del estudio, permanecieron con su medicación de rutina, presentada en la Tabla 2.

### Análisis estadístico

Se realizó la comparación de los promedios de las variables mediante un análisis de variancia con medidas repetidas. Se realizaron comparaciones múltiples para considerar el método de la menor diferencia significativa de Fisher y también por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para todas las pruebas, se adoptó un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

No hubo diferencia significativa entre las características demográficas, clínicas y metabólicas, en la evaluación basal entre los grupos estudiados (Tab. 1).

### Evaluación intragrupos

#### IMC, cintura abdominal y porcentual de grasa

Hubo una reducción significativa del IMC en el G3, desde

de la 8ª semana del PEFE (B:  $29,5 \pm 2,9$  vs 8ª semana:  $29,0 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,013$ ), que siguió bajando en 16ª semana (8ª semana:  $29,0 \pm 2,7$  vs 16ª semana:  $28,8 \pm 2,6$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,023$ ). El IMC en la 20ª semana del PEFE presentó una diferencia estadísticamente significativa del IMC basal en los pacientes del G3 (B:  $29,5 \pm 2,9$  vs 20ª semana:  $28,3 \pm 2,2$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,005$  y en los pacientes del G5 (B:  $29,7 \pm 4,4$  vs 20ª semana =  $29,1 \pm 4,3$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,025$ ). Los pacientes del GC, no presentaron cambios estadísticamente significativos en el IMC, en este periodo.

En los grupos Control y G3, no encontramos diferencias significativas de la CA de los pacientes durante todo el período de estudio. No obstante, la CA de los pacientes del G5 disminuyó tras la 8ª semana del PEFE (B:  $100,5 \pm 11,9$  vs 8ª semana:  $93,0 \pm 10,8$  cm,  $p=0,001$ ), no diferenciándose de la basal en la 16ª semana, sino que volviendo a bajar en la 20ª semana (B:  $100,5 \pm 11,9$  vs 20ª =  $93,3 \pm 11,7$  cm;  $p=0,001$ ).

La presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) no presentaron cambios estadísticamente significativos en el GC, G3. El G5 presentó una tendencia a la baja, a pesar de no ser estadísticamente significativa (PAS - B:  $12,8 \pm 2,0$  mmHg vs 20ª =  $12,5 \pm 2,0$  mmHg y PAD - B:  $8,0 \pm 2,0$  mmHg vs 20ª =  $7,6 \pm 3,0$  mmHg).

El porcentaje de grasa mostró una reducción significativa en los grupos G3 y G5 en relación al Basal en la 20ª semana (G3 - B:  $31,0 \pm 5,1$  x 20ª s:  $26,0 \pm 5,0$  %,  $p=0,001$  e G5 - B:  $32,4 \pm 5,4$  x 20ª semana =  $30,3 \pm 6,9$  %,  $p=0,001$ ). El GC no presentó cambios estadísticamente significativos en el porcentaje de grasa corporal durante el período evaluado.

#### Glucemia capilar monitorizada durante el Programa de ejercicio físico

Hubo una tendencia de caída en la glicemia capilar monitorizada tras las sesiones del PEFE en el G5. Estos datos se presentan en la Figura 1.

#### Glucemia de ayuno, postprandial y HbA1c

Las glucemias de ayuno (B:  $150,8 \pm 47,5$  vs 20ª:  $109,2 \pm 30,5$  mg/dl,  $p=0,034$ ) y postprandiales (B:  $214,5 \pm 81,7$  vs 20ª semana:  $194,4 \pm 53,4$  mg/dl,  $p=0,028$ ) mostraron una reducción significativa, con relación al periodo basal, sólo en la evaluación de la 20ª en el G5. Estos datos están presentados en las figuras 2 y 3. Durante el periodo evaluado el GC no presentó cambios estadísticamente significativos en las glucemias de ayuno y postprandiales.

En la 20ª semana del PEFE, la hemoglobina glucosilada no mostró diferencia significativa en relación al basal en los dos grupos del PEFE (G3 - B:  $8,2 \pm 1,9$  vs 20ª semana:  $7,4 \pm 1,2$  % e G5 -: B:  $7,7 \pm 1,8$  vs 20ª:  $7,4 \pm 0,7$  %), como también en el grupo control (GC - B:  $9,0 \pm 3,1$  x 20ª semana:  $8,7 \pm 2,6$  %).

### Evaluación intergrupos

La evaluación intergrupos no presentó diferencia estadísticamente significativa en los tres grupos. Los datos de las variables en los periodos estudiados de los tres grupos están presentados en la Tabla 3.

Tabla 2 – Medicamentos utilizados

	GC	G3	G5
<b>Hipoglucemiante Oral</b>			
Glibenclamida	4	3	1
Metformina	8	6	3
Clorpropamida	1	-	-
Glimepirida	1	1	-
Glibenclamida/Metformina	-	3	-
Glibenclamida/Metformina/Acarbosa	-	1	-
Clorpropamida/Metformina	-	-	1
Glimepirida/Metformina	-	-	1
Repaglinida	-	-	1
<b>Insulina</b>			
NPH	8	3	1

GC - grupo control; G3 - grupo que participó tres veces por semana del programa de ejercicio físico; G5 - grupo que participó cinco veces por semana del programa de ejercicio físico.

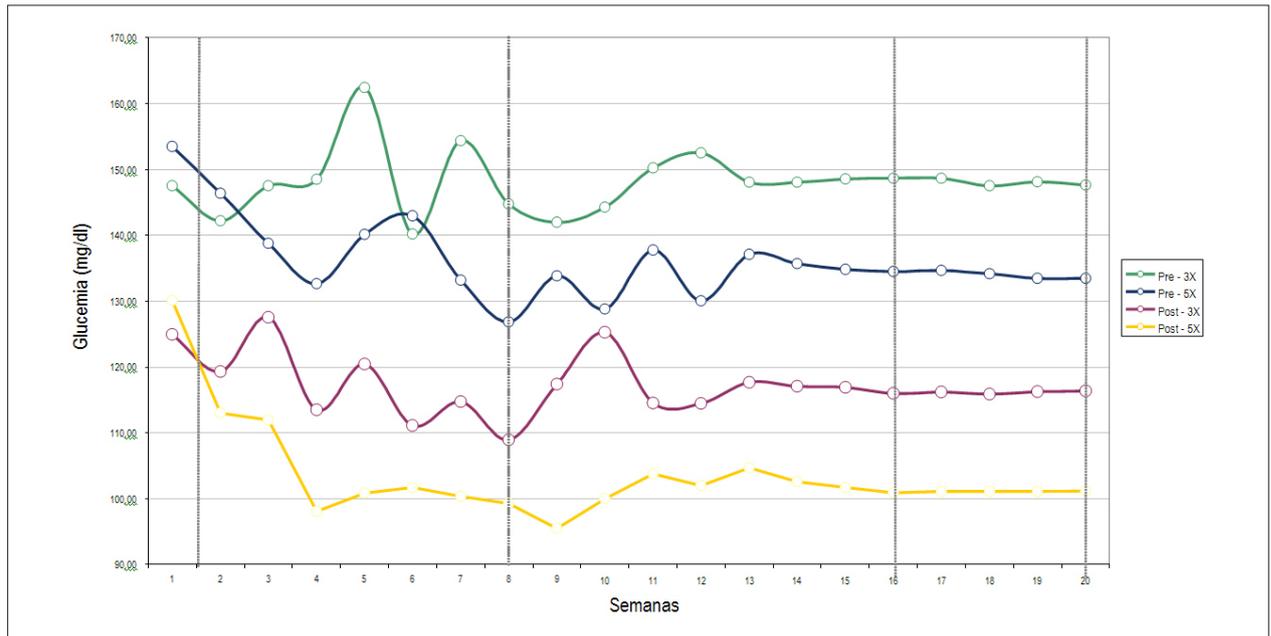


Fig. 1 - Niveles de la glucemia capilar en el pre y post ejercicio físico de los pacientes del G3 (3x/semana) y G5 (5x/semana).

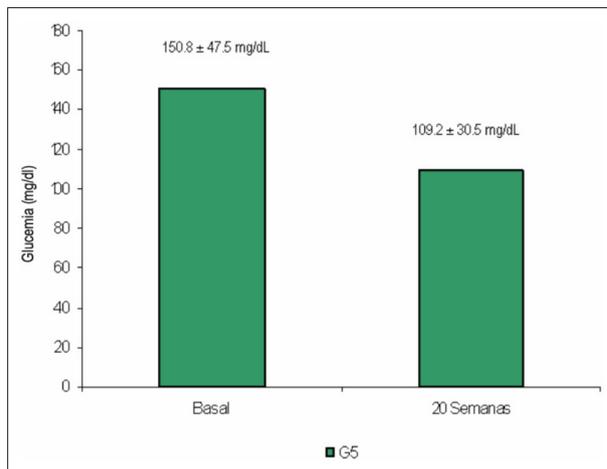


Fig. 2 - Glucemia de ayuno en las 20 semanas de PEOE de los grupos estudiados.

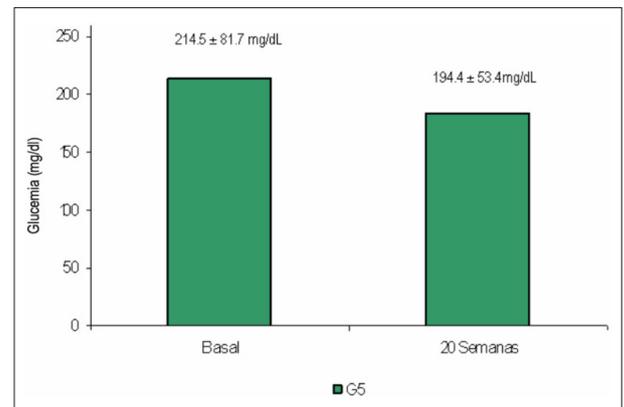


Fig. 3 - Glucemia postprandial en las 20 semanas de PEOE de los grupos estudiados.

## Discusión

Este estudio demostró que un programa de ejercicio físico estructurado (PEFE) de intensidad moderada es capaz de provocar una reducción en el IMC y en el porcentaje de grasa corporal, desde la 8ª semana de ejercicio físico, en un grupo de DM2. Sin embargo, con un incremento de la frecuencia de los ejercicios para 5x por semana, además de esos resultados, se pueden tener efectos adicionales como disminución en la circunferencia abdominal, en el promedio de las glucemias capilares y en las glucemias de ayuno y postprandial. El incremento de sólo 20 semanas de un PEFE en un grupo de DM2 con dieta y tratamiento antihiperlipémico estable no fue suficiente para disminuir los valores de HbA1c.

Esos datos colaboran, de esta manera, con las controversias encontradas en los estudios que analizaron sólo el ejercicio físico regular sobre el control metabólico en pacientes DM2<sup>5-8</sup>.

Con relación al IMC, los individuos del GC, G3 e G5, en el instante basal, por la clasificación del IMC<sup>13</sup>, presentaban sobrepeso. A pesar de una baja estadísticamente significativa en el G3 y G5, comparando el instante basal con la 20ª semana, los individuos siguieron con sobrepeso al final del estudio.

Uno de los hallazgos interesantes en nuestro estudio fue el hecho de que encontramos una disminución en el IMC iniciado desde la 8ª semana del PEFE en el G3 y que persistió a lo largo de las 16ª y 20ª semanas, en el G5 la reducción ocurrió solo en la comparación entre el basal y 20ª semana. Tal vez este retardo en la disminución del IMC en este último grupo se corresponda con el incremento inconsciente de la ingestión

Tabla 3 – Variables en los periodos estudiados de los tres grupos

GC	BASAL	8 SEMANAS	16 SEMANAS	20 SEMANAS
IMC (kg/m <sup>2</sup> )*	27,6	27,9	27,9	28,6
Porcentaje de Grasa (%)*	28,6	25,9	27,4	26,3
Cintura (cm)*	92,8	93,9	93,9	94,7
Presión Arterial Sistólica (mmHg)*	13,4	13,6	13,5	13,8
Presión Arterial Diastólica (mmHg)*	8,6	9,0	9,0	9,0
Glucemia Ayuno (mg/dl)*	193,8	193,0	196,6	197,4
Glucemia Postprandial (mg/dl)*	234,3	298,5	271,3	256,0
HbA1c (%)*	9,0	8,7	8,2	8,7

GC - grupo control; IMC - índice de masa corporal; HbA1c - hemoglobina glucosilada. \* no presentó cambios estadísticamente significativos en los periodos evaluados.

G3	BASAL	8 SEMANAS	16 SEMANAS	20 SEMANAS	p
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,5	29,0	28,8	28,3	0,005
Porcentaje de Grasa (%)	31,0	27,6	28,4	26,0	0,001
Cintura (cm)*	93,2	92,7	90,8	91,8	
Presión Arterial Sistólica (mmHg)*	12,7	12,6	12,6	12,5	
Presión Arterial Diastólica (mmHg)*	8,0	8,0	7,7	7,6	
Glucemia Ayuno (mg/dl)*	142,7	132,2	124,2	141,1	
Glucemia Postprandial (mg/dl)*	218,0	236,7	191,7	206,5	
HbA1c (%)*	8,2	8,2	7,3	7,4	

G3 - grupo que participó tres veces por semana del programa de ejercicio físico; IMC - índice de masa corporal. HbA1c - hemoglobina glucosilada. \* no presentó cambios estadísticamente significativos. p - cambios estadísticamente significativos en el basal versus 20ª semana.

G5	BASAL	8 SEMANAS	16 SEMANAS	20 SEMANAS	p
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,7	29,5	29,5	29,1	0,025
Porcentaje de Grasa (%)	32,4	30,4	30,7	30,3	0,001
Cintura (cm)	100,5	93,0	93,5	93,3	0,001
Presión Arterial Sistólica (mmHg)*	12,8	12,6	12,5	12,5	
Presión Arterial Diastólica (mmHg)*	8,0	7,5	7,7	7,6	
Glucemia Ayuno (mg/dl)	150,8	123,2	126,5	109,2	0,034
Glucemia Postprandial (mg/dl)	214,0	199,1	175,0	194,4	0,028
HbA1c (%)*	7,7	8,0	7,3	7,4	

G5 - grupo que participó cinco veces por semana del programa de ejercicio físico; IMC - índice de masa corporal; HbA1c - hemoglobina glucosilada. p - cambios estadísticamente significativos en el basal versus 20ª semana. \* no presentó cambios estadísticamente significativos.

calórica, para compensar el aumento del ejercicio físico.

Debemos tomar en cuenta que el ejercicio físico, aun sin pérdida significativa del peso corporal, mejora el perfil metabólico y ejerce efectos antiinflamatorios en los pacientes con DM2<sup>14</sup>.

Ocurrió una reducción en CA solamente en el G5 del PEFE. La CA basal del G5 era más grande que la del G3, lo que puede explicar una caída mayor en el G5. Riddell<sup>15</sup> explica que el DM2 pierde grasa visceral aunque no pierda peso corporal,

justificando, de esta manera, la reducción de la cintura. Se sabe que la reducción de la cintura es un fuerte indicativo para la reducción de riesgos cardiovasculares<sup>16</sup>.

O estudio de Boulé et al<sup>7</sup> mostró también una disminución en la circunferencia de la cintura tras una serie de ejercicio. Sabemos que una reducción en esta variable es muy importante en pacientes con diabetes porque hay una relación positiva entre la circunferencia de la cintura, la obesidad

central, la resistencia a la insulina, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares<sup>7</sup>.

La relación positiva entre la CA, la obesidad central, la resistencia a la insulina, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares<sup>17</sup> convierte la reducción de esa variable en uno de los objetivos importantes en el tratamiento de DM2.

Las presiones arteriales sistólica y diastólica no presentaron cambios estadísticamente significativos; en el G5 hubo una tendencia a la baja en la PAS y la PAD. La hipertensión arterial es uno de los principales factores de riesgo para la instalación y progresión de las complicaciones crónicas del DM2; uno de los pilares del tratamiento de la hipertensión en diabéticos es el ejercicio físico, que ejerce una influencia positiva en la baja de la presión arterial de pacientes DM2<sup>18</sup>. En nuestro estudio, los valores de la presión arterial no estaban distantes de los niveles de referencia (PAS = 120-129 mmHg y PAD = 80-84 mmHg)<sup>19</sup>. Por lo tanto, ésta puede ser una razón por la cual no encontramos una reducción significativa en estos valores.

Con relación al porcentaje de grasa, hubo una reducción significativa en los grupos 3 y 5. El estudio de Mathieu et al<sup>18</sup>, que verificó los cambios en el nivel de actividad física y en la composición corporal de DM2 tras un programa de intervención, presentó también una reducción en los pliegues cutáneos (porcentaje de grasa); los participantes mejoraron su aptitud, reduciéndose así los factores de riesgo cardiovascular.

La reducción de la glicemia capilar, inmediatamente tras la sesión de ejercicio físico, indicó su efecto agudo. Se pudo detectar una variación menor de la glicemia capilar tras el ejercicio físico en los pacientes del G5, no obstante, esta variación no fue estadísticamente significativa. Es posible que la intensidad o la duración seleccionadas en nuestro estudio, no hayan sido suficientes para asegurar significativos cambios agudos en la glucosa capilar en este grupo.

Tras la 13ª semana, ocurrió un mejor control del nivel glucémico pre ejercicio físico en los dos grupos, indicando un efecto residual del PEFE sobre la glucemia basal. Aun así, los datos de nuestro estudio sobre este tema sugieren que el G5 presentaba una glucemia capilar más baja y más estable que el G3 (Fig. 1), sin embargo, esas diferencias no eran estadísticamente significativas. Parece que la frecuencia del ejercicio físico es un factor importante en el control de la glucemia basal. Esos hallazgos complementan otros estudios que encontraron también el efecto agudo del ejercicio, pero el efecto a largo plazo no quedó claro<sup>20-22</sup>.

La relación entre la glucemia de ayuno y los programas de ejercicio físico es muy discutida. Un estudio reciente<sup>7</sup> mostró que la GA aumenta dentro de 24 y 72 horas tras una sesión de ejercicio físico (60% de VO<sub>2</sub> máximo, 1 hora de duración, con una frecuencia de 3x por semana). En ese programa, a los pacientes con diabetes tipo 2 se trataban con dieta y drogas orales. En nuestro estudio, encontramos una disminución en la glucemia de ayuno sólo en el G5 del PEFE.

Una discrepancia adicional entre esos estudios, y también en el nuestro, puede implicar la medicación, en particular el uso de insulina y medicaciones hipoglicemiantes orales en pacientes con DM2. Por ejemplo, hay estudios<sup>17</sup> en que se interrumpieron los medicamentos hipoglicemiantes orales

siete días antes de su inicio. En nuestro estudio, a su vez, los pacientes no interrumpieron el uso de sus medicamentos prescritos por sus médicos, pudiendo existir efectos distintos en la glicemia de ayuno y en la postprandial.

En los grupos evaluados encontramos una reducción de la HbA1c que varió de 0,3 a 0,8 puntos porcentuales. A pesar de tener conocimiento de la importancia clínica de esta reducción - pues una disminución del 1% en el valor de la HbA1c se asocia a la disminución del 15%-20% en eventos cardiovasculares y una reducción del 37% en complicaciones microvasculares<sup>3</sup> -, este hecho no presentó diferencia significativa en nuestra muestra. Sin embargo, es importante resaltar que los pacientes de los grupos G3 y G5 del PEFE, en la 20ª semana, estaban con valores de HbA1c próximos a los objetivos sugeridos para un buen control de la enfermedad<sup>5</sup>.

Los estudios<sup>7</sup> en la literatura que analizaron la influencia del ejercicio físico sobre la HbA1c muestran resultados heterogéneos. Un reciente metaanálisis consideró datos de 14 estudios que presentaron una reducción de aproximadamente 10% en la concentración de la HbA1c con ejercicio físico<sup>23</sup>.

El efecto sobre la sensibilidad insulínica es desencadenado por la propia sesión de ejercicio físico y permanece por un periodo relativamente corto (no más que 72 horas). Tenemos un ejemplo claro de un efecto agudo y no crónico, llevando a una cuestión metodológica importante, ya que algunos estudios sometieron nuevamente a sus pacientes a pruebas, en periodos de tiempo variados, desde la última sesión de ejercicio físico. Ello puede haber llevado a dichos estudios a encontrar efectos distintos<sup>23</sup>.

Es importante analizar que el efecto de la sensibilidad a la insulina de una única sesión permanece por 24-72 horas, dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio físico. Porque el aumento de la sensibilidad a la insulina generalmente no permanece por más de 72 horas. Se recomienda que el tiempo entre las sesiones no ultrapase las 72 horas<sup>5</sup>.

La reducción de la resistencia a la insulina y el aumento de la sensibilidad pueden ser sobre todo una respuesta a cada periodo de ejercicio, en vez de ser el resultado de un cambio a largo plazo, asociado al entrenamiento<sup>24</sup>.

En los dos grupos experimentales (G3 y G5), sin embargo, el intervalo entre sesiones era menor que 72 horas, incluyendo los fines de semana, y aun así, en nuestro estudio, no verificamos mejora en los valores de HbA1c (efecto crónico del ejercicio físico).

Ligtenberg et al<sup>25</sup> mostraron una reducción significativa de la hemoglobina glucosilada en los pacientes diabéticos tipo 2, pero sólo tras un año de entrenamiento, y no en seis meses. Esto sugiere que un periodo más largo de ejercicio físico regular es necesario antes que se pueda observar toda la diferencia en el control glucémico.

Además de ello, la intensidad también es importante para reducir los valores de la HbA1c. Existen estudios que evidencian la importancia de incentivar a los pacientes con diabetes de tipo 2 que ya realizan ejercicio físico, a considerar el aumento de la intensidad de moderada para alta, a fin de se obtener beneficios adicionales y principalmente en el control glucémico<sup>5,26</sup>.

La dieta y el plan terapéutico no optimizados, más la intensidad del ejercicio físico, - que alcanzó solamente el 70%

de la frecuencia cardíaca máxima, por las limitaciones de los pacientes -, pueden explicar la ausencia de la disminución en la HbA1c y la falta de un control continuo de la glucemia en pacientes con DM2

Los valores de la HbA1c, al inicio del programa, se deben considerar asimismo. Parece que, cuanto más elevados los niveles de HbA1c en el comienzo del tratamiento, mayor será la reducción de estos niveles. En nuestro estudio, los valores de la HbA1c, en los G3 y G5 no estaban distantes (0,9 a 1,3%) de los niveles de referencia. Por lo tanto, esa puede haber sido una otra razón de no encontrarse una reducción significativa en estos valores, en nuestro estudio. La pequeña muestra de este estudio también puede constituirse como un factor probable para la causa de baja estadísticamente significativa de la HbA1c.

### Conclusión

Los resultados muestran que la mejor frecuencia de un

programa de ejercicio físico de intensidad moderada para pacientes DM2, en la mayoría de los parámetros evaluados, es de cinco veces por semana (5x). Sin embargo, los resultados no presentaron una reducción en la HbA1c, en los pacientes con DM2.

### Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

### Fuentes de Financiación

El presente estudio fue parcialmente financiado por Laboratorios Roche y Abbott.

### Vinculación Académica

Este artículo es parte de tesis de Doctorado de Denise Maria Martins Vancea, por la Escuela Paulista de Medicina - Universidad Federal de São Paulo.

### Referencias

1. Wajchenberg BL. Disfunção endotelial no DM2. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2002; 46 (5): 514-9.
2. Després JP. Cardiovascular disease under the influence of excess visceral fat. *Crit Pathw Cardiol.* 2007; 6 (2): 51-9.
3. Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, Rami T, Brancati FL, Powe NR, et al. Meta-analysis: glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus. *Ann Intern Med.* 2004; 141: 421-31.
4. Sociedade Brasileira de Diabetes. Novas diretrizes da SBD para o controle glicêmico do diabetes tipo 2 - Posicionamento oficial SBD 2007; nº 4 (on line). [acesso em 2008 jan 10]. Disponível em <http://www.diabetesebook.org.br/capitulo/novas-diretrizes-da-sbd>.
5. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004; 27(10): 2518-39.
6. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra AM. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 92: 437-42.
7. Boulé NG, Weisnagel SJ, Lakka TA, Tremblay A, Bergman RN, Rankinen T, et al. Effects of exercise training on glucose homeostasis. *Diabetes Care.* 2005; 28: 108-14.
8. Poirier P, Tremblay A, Catellier C, Tancrede G, Garneau C, Nadeau A. Impact of time interval from the last meal on glucose response to exercise in subjects with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metabol.* 2000; 85: 2860-4.
9. Burstein RC, Polychronakos CJ, Tows JD, Toews CJ, MacDougall JD, Guyda HJ, et al. Acute reversal of the enhanced insulin action in trained athletes: association with insulin receptor changes. *Diabetes.* 1985; 34: 756-60.
10. Heath GW, Gavin JR, Hinderliter JM, Hagberg JM, Bloomfield SA, Holloszy JO. Effects of exercise and lack of exercise on glucose tolerance and insulin sensitivity. *J Appl Physiol.* 1983; 55: 512-17.
11. The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care.* 2000; 23 (Suppl. 1): S4-19.
12. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 209-10.
13. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993; p. 55, 329-33.
14. Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007; 14 (6): 837-43.
15. Riddell M. Diabetes tipo 1 e a atividade física 2007. In: 16º Congresso Brasileiro de Diabetes. Campinas/São Paulo, 2007.
16. Bianchini C. Treating the metabolic syndrome. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2007; 5 (3): 491-506.
17. Duncan BB, Schmidt MI. Chronic activation of the innate immune system may underlie the metabolic syndrome. *São Paulo Med J.* 2001; 119 (3): 122-7.
18. Mathieu ME, Brochu M, Beliveau L. DiabetAction: changes in physical activity practice, fitness, and metabolic syndrome in type 2 diabetic and at-risk individuals. *Clin J Sport Med.* 2008; 18 (1): 70-5.
19. American College of Sports Medicine (ACSM). Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
20. Martins DM, Thiago DDBS, Borges PSS. Efeito do exercício físico regular sobre o controle da glicemia capilar de mulheres diabéticas não insulino-dependentes. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 1997; 2 (2): 17-23.
21. Martins DM, Duarte MFS. Efeito do exercício físico sobre o comportamento da glicemia em indivíduos diabéticos. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 1998; 3 (3): 32-44.
22. Martins DM, Duarte MFS. Exercise chronic effects on non insulin-dependent diabetes mellitus. In: 26 World Congress of Sports Medicine. 30/05 a 06/06; Orlando / Florida, 1998.
23. Araújo CGE. Exercício físico no tratamento do paciente diabético. In: Oliveira JEP (ed.) *Diabetes melito tipo 2: terapêutica clínica prática.* Rio de Janeiro: Diagraphic. 2003, p. 73-113
24. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do exercício e do esporte.* São Paulo: Manole, 2001.
25. Lee BW, Craig J, Lucas R, Pohlman and Stelling H. The effect of endurance training and weight training upon the blood lipid profiles of young male subjects. *J Appl Sports Sci Res.* 1990; 4: 68-75.
26. Di Loreto C, Fanelli C, Lucidi P, Murdolo G, De Cicco A, Parlanti N, et al. Long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2005; 28: 1295-302.