

# EFEITO AGUDO DOS EXERCÍCIOS INTERMITENTES SOBRE A GLICEMIA DE ADOLESCENTES COM DIABETES TIPO 1



ARTIGO ORIGINAL  
ORIGINAL ARTICLE  
ARTÍCULO ORIGINAL

ACUTE EFFECT OF INTERMITTENT EXERCISE ON BLOOD GLUCOSE OF ADOLESCENTS WITH DIABETES TYPE 1

EFFECTO AGUDO DE EJERCICIOS INTERMITENTES SOBRE LA GLUCEMIA EN ADOLESCENTES CON DIABETES TIPO 1

Valderi Abreu de Lima<sup>1</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Luis Paulo Gomes Mascarenhas<sup>2</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Juliana Pereira Decimo<sup>1</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
William Cordeiro de Souza<sup>3</sup>  
(Profissional de Educação Física)  
Suzana Nesi França<sup>1</sup>  
(Médica Endocrinologista)  
Neiva Leite<sup>1</sup>  
(Profissional de Educação Física,  
Médica Pediatra)

1. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil.
2. Universidade Estadual do Centro Oeste. Irati, PR, Brasil.
3. Universidade do Contestado. Canoinhas, SC, Brasil.

## Correspondência:

R. Arthur Virmond de Lacerda, 36,  
Jardim Montreal, Lapa, PR, Brasil.  
83750-000.  
valderiabreulima@hotmail.com

## RESUMO

**Introdução:** O exercício físico é um fator importante do tratamento do *diabetes mellitus*. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo dos exercícios intermitentes sobre glicemia e oxidação de substratos energéticos em adolescentes com diabetes tipo 1. **Métodos:** Foram avaliados 10 adolescentes diabéticos com idade entre 10 e 15 anos. Foram avaliadas as medidas antropométricas, hemoglobina glicosilada (HbA1c),  $VO_{2máx}$  e o teste de exercício intermitente. Nesse teste, os indivíduos permaneceram pedalando por 30 minutos em cicloergômetro com carga de 60% do  $VO_{2máx}$  intercalados com tiros de intensidades máximas de 10 segundos a cada 5 minutos. Os substratos energéticos foram avaliados durante o teste e a glicemia capilar foi medida antes, imediatamente após o exercício e 30 minutos depois. Foi observada redução média da glicemia de  $39,2 \pm 41,92$  mg/dl, isto é, média de 21,61% da glicemia inicial. Ocorreu diferença significativa (0,0001) entre os substratos energéticos oxidados, com predominância da utilização de CHO. Há uma forte correlação direta entre a HbA1c e o escore z do IMC ( $r = 0,821$ ,  $p = 0,004$ ) e entre HbA1c e glicose observadas pós-exercício ( $r = 0,702$ ,  $p = 0,024$ ) e também há forte correlação entre os níveis de glicose pré-exercício e pós-exercício ( $r = 0,851$ ,  $p = 0,002$ ) e entre pós-exercício e 30 minutos depois do exercício ( $r = 0,874$ ,  $p = 0,001$ ). O teste de regressão linear mostrou que o escore z do IMC explica 67% dos valores de HbA1c ( $r^2 = 0,675$ ). **Resultados:** De acordo com os resultados observados, 30 minutos de exercícios aeróbicos intermitentes intercalados com tiros curtos de 10 segundos promovem redução média de 21% da glicemia, com tendência de aumento na fase de recuperação. O substrato energético predominante na atividade são os carboidratos (CHO). **Conclusão:** Quanto melhor for o escore z do IMC do adolescente, espera-se melhor controle glicêmico em adolescentes com diabetes tipo 1.

Descritores: metabolismo dos carboidratos; diabetes mellitus; oxidação.

## ABSTRACT

**Introduction:** Physical exercise is an important factor in the treatment of diabetes mellitus. **Objective:** To verify the acute effect of intermittent exercises on blood glucose and oxidation of energetic substrates in adolescents with type 1 diabetes. **Methods:** We evaluated 10 diabetic adolescents aged 10 to 15 years. Anthropometric measurements, glycosylated hemoglobin (HbA1c),  $VO_{2max}$  and the intermittent exercises test were evaluated. In this test, subjects continued pedaling for 30 minutes on a cycle ergometer with a load of 60% of  $VO_{2max}$  interspersed with maximum intensity sprints of 10 seconds every 5 minutes. The energetic substrates were evaluated during the test and the capillary blood glucose was measured before, immediately after exercise, and 30 minutes later. We observed a mean reduction in blood glucose of  $39.2 \pm 41.92$  mg/dl, that is, an average of 21.61% of initial blood glucose. There was a significant difference (0.0001) between the oxidized energetic substrates, predominating the use of CHO. There is a strong direct correlation between HbA1c and the BMI z score ( $r = 0.821$ ,  $p = 0.004$ ) and between HbA1c and glucose observed post-exercise ( $r = 0.702$ ,  $p = 0.024$ ), and there is a strong correlation between pre-exercise and post-exercise glucose ( $r = 0.851$ ,  $p = 0.002$ ) and between post-exercise and 30 minutes after exercise ( $r = 0.874$ ,  $p = 0.001$ ). The linear regression test showed that BMI z score accounts for 67% of the HbA1c values ( $r^2 = 0.675$ ). **Results:** According to the results observed, 30 minutes of intermittent aerobic exercises interspersed with short sprints of 10 seconds promoted a mean reduction of 21% in blood glucose with tendency to increase in the recovery phase. The predominant energetic substrates in the activity are carbohydrates (CHO). **Conclusion:** The better the adolescent BMI z score, the better glycemic control in adolescents with type 1 diabetes is expected.

Keywords: carbohydrate metabolism; diabetes mellitus; oxidation.

## RESUMEN

**Introducción:** El ejercicio es un factor importante en el control de la diabetes. **Objetivo:** Investigar el efecto agudo de ejercicio intermitente en la glucemia y la oxidación de sustratos energéticos en adolescentes con diabetes tipo 1. **Métodos:** Se estudiaron 10 adolescentes diabéticos de 10 a 15 años. Se evaluaron las medidas antropométricas, la hemoglobina glucosilada (HbA1c), el  $VO_{2máx}$  y la prueba de ejercicio intermitente. En esta prueba, los individuos permanecieron pedaleando durante 30 minutos en un cicloergómetro con carga del 60% del  $VO_{2máx}$  intercalados con piques de máxima intensidad de 10 segundos cada 5 minutos. Se evaluaron sustratos energéticos durante la prueba y la glucemia capilar fue medida antes, inmediatamente después del ejercicio y 30 minutos más tarde. Se observó

una reducción promedio de la glucemia de  $39,2 \pm 41,92$  mg/dl, es decir, promedio de 21,61% sobre la glucemia inicial. Hubo una diferencia significativa (0,0001) entre los sustratos energéticos oxidados, predominando el uso de CHO. Hay una fuerte correlación directa entre la HbA1c y el IMC puntuación z ( $r = 0,821$ ,  $p = 0,004$ ) y entre HbA1c y glucosa observadas después del ejercicio ( $r = 0,702$ ,  $p = 0,024$ ) y también hay una fuerte correlación entre los niveles de glucosa pre-ejercicio y post-ejercicio ( $r = 0,851$ ,  $p = 0,002$ ) y post-ejercicio y 30 minutos después del ejercicio ( $r = 0,874$ ,  $p = 0,001$ ). La prueba de regresión lineal mostró que el IMC puntuación z explica el 67% de los valores de HbA1c ( $R^2 = 0,675$ ). Resultados: De acuerdo con los resultados observados, 30 minutos de ejercicio aeróbico intermitente intercalado con piques cortos de 10 segundos promueven una reducción promedio del 21% de glucemia, con una tendencia al aumento en la fase de recuperación. El sustrato energético predominante en la actividad son los carbohidratos (CHO). Conclusión: Cuanto mejor sea la puntuación z del IMC de los adolescentes, mejor control de la glucemia se puede esperar en adolescentes con diabetes tipo 1.

Descriptores: metabolismo de los hidratos de carbono; diabetes mellitus; oxidación.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220172301158088>

Artigo recebido em 23/12/2015 aprovado em 19/09/2016

## INTRODUÇÃO

O exercício físico é um fator importante do tratamento do *diabetes mellitus*, e contribui para melhorar a qualidade de vida, atuando preventivamente nos riscos de complicações associadas como nefropatias, neuropatias, retinopatias e doenças cardiovasculares<sup>1</sup>.

Dentre os benefícios em curto prazo dos exercícios podemos citar o aumento do consumo de glicose como substrato energético pelos músculos em atividade, esse efeito hipoglicemiante pode se prolongar por horas após a atividade<sup>1</sup>.

Todavia as taxas de utilização de glicose variam dependendo do tipo, intensidade e duração do exercício, o efeito pode ser hipoglicemiante ou até mesmo hiperglicemiante, devido a ação e secreção de hormônios contrarreguladores<sup>2,3</sup>.

Os diversos tipos de exercícios influenciam na regulação do metabolismo dos carboidratos e gorduras que sofrem complexas modificações<sup>2,4</sup>.

Exercícios aeróbicos contínuos de baixa intensidade podem favorecer uma redução rápida da glicemia em diabéticos tipo 1, podendo levar a uma hipoglicemia induzida pelo exercício<sup>3</sup>. Por outro lado, a resposta glicêmica aos exercícios intermitentes de alta intensidade é pouco compreendida, este padrão de atividade envolve *sprints* curtos e intensos com períodos de baixa intensidade ou descanso, característica da maioria dos esportes de equipe e jogos espontâneos de crianças<sup>5,6</sup>. Alguns trabalhos demonstram que exercícios intermitentes de alta intensidade parecem estar associados a uma redução dos riscos de hipoglicemias pós-exercício<sup>7,8</sup>. Porém a maioria destes estudos foi realizada com a população adulta.

Devido à carência de estudos que avaliem as respostas dos exercícios intermitentes em adolescentes, o objetivo deste estudo foi de investigar o efeito agudo dos exercícios intermitentes na resposta glicêmica, e a participação de carboidratos (CHO) e gorduras como fontes energéticas de adolescentes diabéticos tipo 1.

## MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa descritiva de corte transversal avaliou 10 adolescentes com *diabetes mellitus* tipo 1, atendidos no ambulatório de Diabetes da Unidade de Endocrinologia Pediátrica do Hospital de Clínicas de Curitiba (HCC), Curitiba, PR, Brasil.

A amostra foi selecionada por conveniência, avaliando-se os pacientes que aceitaram participar da pesquisa e com autorização dos pais ou responsáveis, mediante a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, sob o número 44193214-7.0000.0096.

Foram incluídos adolescentes com diagnóstico de diabetes há no mínimo dois anos, com idades entre 10 e 15 anos e sem outras comorbidades associadas. Foram excluídos do estudo pacientes fora

da faixa etária, que apresentassem alterações ortopédicas ou outras comorbidades que impossibilitassem a realização de atividade física.

Para obtenção das medidas antropométricas foram utilizadas técnicas conforme descrito por Lohman<sup>9</sup>. A estatura foi mensurada com estadiômetro vertical portátil (WCS<sup>®</sup>, Brasil), escalonado em 0,1 e avaliado em centímetros (cm), ao final de inspiração máxima. A massa corporal foi aferida em balança digital portátil (Filizola<sup>®</sup>, Brasil), em quilogramas (kg). Em seguida foi calculado o índice de massa corporal (kg/m<sup>2</sup>) pela divisão da massa corporal pela estatura ao quadrado, e convertido para IMC-escore Z.

A avaliação do controle glicêmico foi realizada por meio dos níveis de hemoglobina glicada (HbA1c) avaliado por teste imunoturbidimétrico TurbiClin (São Paulo - Brasil), um jejum prévio de 12 horas o avaliado realizou a punção venosa sanguínea, o sangue então foi levado para análise Cromatográfica.

Exames laboratoriais foram realizados após a realização dos testes, foram coletados 8 ml de sangue por punção venosa para a dosagem dos níveis de cortisol e insulina.

Os avaliados visitaram duas vezes o laboratório, a primeira para realização do teste da aptidão cardiorrespiratória ( $VO_{2máx}$ ) por meio do analisador de gases portátil K4b2<sup>®</sup> (Itália) utilizando o protocolo adaptado de Balke em cicloergômetro<sup>10</sup> que consiste em iniciar o teste com uma carga de 25 *Watts* e velocidade de 50 RPM, a cada três minutos aumenta-se mais 25 *Watts*, e assim sucessivamente até ser atingida a frequência cardíaca máxima do indivíduo proposta por Tanaka et al.<sup>11</sup>, ou assim que o mesmo não consiga manter a velocidade e carga.

Após 48 h os avaliados retornaram ao laboratório para a realização do teste de exercício intermitente onde o indivíduo permaneceu pedalando por 30 minutos em cicloergômetro com a carga de 60% do  $VO_{2máx}$  intercalando com cinco tiros de intensidades máximas com duração de 10 segundos a cada 5 minutos Os substratos energéticos oxidados (carboidratos ou gorduras) foram avaliados durante todo o teste por meio do analisador de gases portátil K4b2<sup>®</sup> (Itália) e a glicemia capilar mensurada antes, após o exercício e 30 minutos após o término do teste com um glicosímetro Accu-Check, Roche<sup>®</sup>- Alemanha). A insulino terapia dos avaliados não foi alterado com doses médias de  $26,5 \pm 7,36$  de insulina de ação longa Glargina (Brasil) e doses de  $7,5 \pm 3,41$  de insulina de ação ultra rápida Aspart e Lispro (Brasil).

Todos os testes ocorreram no período da tarde, 1 h após a realização do almoço e aplicação da insulina. O almoço foi padronizado individualmente por nutricionista, com uma porção entre 30 e 35% da necessidade calórica diária e destes 50 a 55% foi composto de carboidratos de acordo com a RDA<sup>12</sup>.

A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS for Windows, versão 22 (USA). Para os dados de caracterização da amostra foi utilizada estatística descritiva com média e desvio padrão. Para as variáveis de variação glicêmica e substratos oxidados foi realizado o teste t

de Student. Utilizou-se a correlação de Pearson para as variáveis HbA1c,  $VO_{2\text{máx}}$ , IMC, escore z, glicose pós-exercícios, percentual de carboidrato oxidado e percentual de gordura oxidada. Para todas as análises utilizou-se nível de significância  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Os resultados da caracterização da amostra estão descritos na Tabela 1.

Após a realização dos exercícios se observou uma redução média da glicemia de  $39,2 \pm 41,92$  mg/dl, uma diminuição média de 21,61% da glicemia inicial. Os valores médios pré, imediatamente após e 30 minutos após o término do exercício podem ser observados na Tabela 2.

Foi encontrada diferença significativa (0,0001) entre os substratos energéticos oxidados durante o exercício (CHOox e GORDox), com uma tendência predominante de oxidação de CHO, desde os primeiros 5 minutos até o término do exercício, como demonstrado na Tabela 3 e Figura 1.

A análise por meio da correlação de Pearson demonstrada na Tabela 4 demonstra uma correlação positiva forte entre a HbA1c e o IMC escore z ( $r=0,821$ ,  $p=0,004$ ) e entre HbA1c e glicose observada pós exercício ( $r=0,702$ ,  $p=0,024$ ). Podemos ver também uma correlação forte entre os níveis de glicose pré-exercício e pós-exercício ( $r=0,851$ ,  $p=0,002$ ) e entre os valores pós-exercício e 30 minutos após o término do exercício ( $r=0,874$ ,  $p=0,001$ ). O teste de regressão linear mostrou que o IMC escore z explica 67% dos valores de HbA1c ( $r^2=0,675$ ).

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram uma diminuição média de 21% da glicemia inicial ( $p=0,014$ ), valores médios de  $39,2 \pm 41,92$  mg/dl, então se o adolescente iniciar os exercícios intermitentes com a glicemia entre os limites normais<sup>1</sup>, sugere-se, de acordo com os dados observados, que os tiros curtos de alta intensidade realizados por 10 segundos a cada 5 minutos, podem diminuir o risco agudo de hipoglicemia induzida pelo exercício.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra.

	Média ± DP
N amostral	10
Idade (anos)	13,64 ± 2,01
Massa (kg)	51,62 ± 14,47
Estatura (cm)	156,1 ± 14,64
HbA1c (%)	9,39 ± 1,25
IMC score Z	0,48 ± 0,77
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/min/kg)	39,05 ± 8,22

**Tabela 2.** Comparação das glicemias pré, pós e 30 min após o término do exercício.

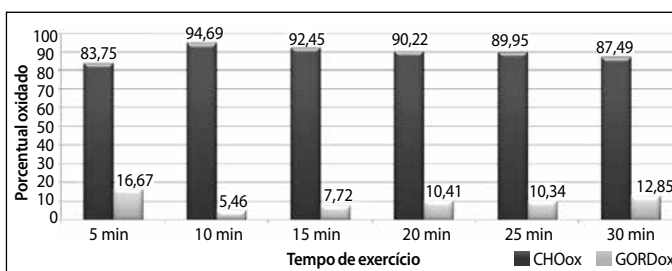
	Média ± DP	T	P
Glicemia pré (mg/dl)	181,40 ± 76,30	3,036	0,014*
Glicemia pós (mg/dl)	142,20 ± 57,20		
Glicemia pré (mg/dl)	181,40 ± 76,30	1,10	0,299
Glicemia após 30min (mg/dl)	159,20 ± 60,83		
Glicemia pós (mg/dl)	142,20 ± 57,20	-1,79	0,106
Glicemia após 30min (mg/dl)	159,20 ± 60,83		

\*  $p < 0,05$ .

**Tabela 3.** Substratos oxidados.

	Média ± DP	T	P
CHOox (%)	76,37 ± 14,42	8,076	0,0001*
GORDox (%)	24,05 ± 14,54		
CHOox 5min (%)	83,75 ± 10,59	-0,859	0,413
CHOox 30min (%)	87,48 ± 11,32		
GORDox 5min (%)	16,67 ± 10,74	-0,867	0,408
GORDox 30min (%)	12,85 ± 11,43		

CHOox (%) Total de carboidratos oxidados nos 30 min de exercícios; GORDox (%): Total de gordura oxidada nos 30 min de exercícios; CHOox 5 min (%): Carboidrato oxidado nos primeiros 5 min; CHOox 30min (%): Carboidrato oxidado nos últimos 5 min; GORDox 5 min (%): Gordura oxidada nos primeiros 5 min; GORDox 30 min (%): Gordura oxidada nos últimos 5 min; \*  $p < 0,05$ .



**Figura 1.** Percentual de oxidação de substratos energéticos a cada 5 min de exercício.

**Tabela 4.** Correlações entre as variáveis.

	HbA1c	$VO^2$	IMCz	GLIC. PRÉ	GLIC. PÓS	GLIC. 30min. PÓS	CHO Ox(%)	GORD ox(%)
HbA1c	1,00	-0,480	0,821**	0,815**	0,702*	0,351	-0,407	0,411
$VO^2_{\text{máx}}$		1,00	-0,610	-0,391	-0,118	0,271	-0,451	0,447
IMCz			1,00	0,544	0,472	0,188	-0,068	0,072
GLIC.PRÉ				1,00	0,851**	0,589	-0,210	0,214
GLICPOS					1,00	0,874**	-0,323	0,325
GLIC.30min. PÓS						1,00	-0,355	0,356
CHOox (%)							1,00	-1,000**

HbA1c: Hemoglobina glicosilada;  $VO_{2\text{máx}}$ : Capacidade cardiorrespiratória; IMCz: Índice de massa corporal score z; GLIC. PRÉ: Glicose pré-exercício; GLIC.PÓS: Redução da glicose sanguínea ao final do exercício; GLIC.30min. PÓS: Glicose 30 min após término do exercício; CHOox (%): Carboidrato oxidado durante o exercício; GORDox (%): Gordura oxidada durante o exercício; \*\*  $p < 0,01$ . \*  $p < 0,05$ .

Observando a glicemia avaliada 30 minutos após o término dos exercícios, podemos notar um pequeno aumento dos níveis glicêmicos (imediatamente após,  $142,20 \pm 57,20$  e 30 minutos após,  $159,20 \pm 60,83$ ) demonstrando um efeito hiperglicemiante no período de recuperação logo após o exercício.

O estudo de Guelfi et al.<sup>7</sup> comparou protocolos de exercícios contínuos com exercícios intermitentes observaram uma menor diminuição da glicemia pós exercícios nos protocolos com exercícios intermitentes com uma redução média de 18,18% da glicemia, este resultado foi associado a maiores níveis de lactato e catecolaminas induzidas por exercícios intermitentes. Essa resposta glicêmica que favorece a um menor risco de hipoglicemias induzidas pelos exercícios tem sido associado a uma maior produção endógena de glicose, em outro estudo de Guelfi et al.<sup>8</sup> aonde avaliaram a produção endógena de glicose com dois protocolos de exercícios intermitentes e contínuos, os autores encontraram resultados interessantes com uma maior produção endógena de glicose no grupo que realizou exercícios intermitentes.

Outro trabalho de Iscoe e Riddell<sup>13</sup> avaliou a glicemia de 11 atletas treinados com exercícios com ou sem *sprints* máximos e suas respostas na glicemia até 48 h após a realização, os resultados demonstraram menor risco de hipoglicemias noturnas no grupo com exercícios intermitentes e que esse tipo de exercícios pode ser uma estratégia interessante para diminuir os riscos de hipoglicemias induzidas pelo exercício.

O presente estudo descritivo demonstra uma diminuição da glicemia (21%) com tendência de aumento no período inicial de recuperação, o que pode ser uma estratégia interessante para evitar os riscos de hipoglicemias durante e logo após a prática.

Essa pequena diminuição ou até mesmo uma hiperglicemia induzida após os exercícios intermitentes de alta intensidade está associada ao aumento da secreção dos hormônios contrarreguladores como glucagon, catecolaminas e cortisol, ocasionando aumento da produção de glicose pelo fígado e liberação de ácidos graxos<sup>14</sup>.

Durante a prática de exercícios físicos a um aumento da atividade da AMPK em resposta a contração muscular, e consequentemente aumento da captação de glicose para dentro do músculo para gerar ATP, aumentando a translocação de GLUT-4 para a membrana celular<sup>15</sup>. Os exercícios aeróbicos exigem uma necessidade predominante da utilização de

oxigênio, para obter a oxidação de substratos energéticos principalmente carboidratos e gorduras e a proporção destes substratos que serão oxidados depende diretamente da intensidade do exercício<sup>16</sup>. Ao analisar os substratos utilizados durante os exercícios no presente estudo, observa-se que pequenos *sprints* máximos de apenas 10 segundos realizados a cada 5 minutos, estimula o metabolismo a uma tendência predominante da oxidação de CHO e não de gorduras como principal fonte energética, desde os primeiros 5 minutos até o término do exercício, segundo Colberg<sup>17</sup> a utilização de carboidratos como fontes energéticas aumenta rapidamente quando você começa a exercitar-se ou quando há um incremento na intensidade, ainda os exercícios de intensidades altas ou quase máximas utilizam praticamente 100% de carboidratos e 0% de gordura.

Ocorreu uma correlação positiva forte entre a HbA1c e o IMC escore z ( $r=0,821$ ) e entre HbA1c e glicose observada pós-exercício ( $r=0,702$ ). Então com base nestes resultados podemos observar que quanto maior o IMC escore z dos pacientes, pior é seu controle glicêmico observado por HbA1c, demonstrando a importância de os diabéticos manter o peso corporal dentro dos parâmetros desejados, para isso é importante a manutenção de uma prática regular de atividades físicas e uma alimentação saudável para se obter um bom controle glicêmico e redução do risco de doenças cardiovasculares<sup>18</sup>.

É importante a manutenção de um bom controle glicêmico, pois níveis constantes de HbA1c acima de 7% já apresentam maiores riscos de ter complicações a longo prazo como complicações micro e macrovasculares<sup>19</sup>. Segundo Nathan et al.<sup>20</sup> valores de HbA1c acima de 10,4% estão associadas a um aumento de sete vezes o risco de morte devido a complicações cardiovasculares. Um estudo recente demonstrou que valores de HbA1c menores que 7,6% esta associada a uma prevenção do desenvolvimento de complicações microvasculares por no mínimo 20 anos<sup>21</sup>.

Há uma correlação direta forte entre os níveis de glicose pré-exercício e pós-exercício ( $r=0,851$ ,  $p=0,002$ ). Ou seja, quanto maior for o nível glicêmico inicial maior será a glicemia ao término do mesmo. É importante ressaltar que os limites para uma prática segura de exercícios físicos inclusive para atletas com diabetes é uma glicemia inicial entre 140 e 250 mg/dl<sup>22</sup>.

O teste de regressão linear mostrou que o IMC escore z explica 67% dos valores de HbA1c ( $r^2=0,675$ ). Isso só reafirma a importância de

adolescentes diabéticos se engajarem cada vez mais na prática de exercícios físicos. É importante que práticas educativas sejam implantadas por equipes multidisciplinares para conscientizar a população da importância de uma alimentação saudável e da prática regular de atividade física, a fim de auxiliar no controle de peso corporal, controle metabólico e diminuição dos riscos de complicações agudas de diabéticos<sup>18</sup>.

O presente estudo apresenta algumas limitações como a ausência de um grupo controle, o número amostral ( $n=10$ ) que pode comprometer a generalização dos resultados para a população estudada. Não foram controladas possíveis variáveis de confusão como estágio de maturação sexual e possíveis alterações hormonais associadas, então as associações apresentadas devem ser interpretadas com cautela.

Futuros estudos devem ser realizados utilizando grupos controles e análises das respostas hormonais induzidas pelo exercício, com o intuito de esclarecer melhor os efeitos dos exercícios intermitentes na resposta glicêmica e alterações metabólicas de crianças e adolescentes, bem como seus benefícios e possíveis riscos. Mais estudos são importantes para fornecer dados mais concretos para que crianças e adolescentes possam aproveitar com segurança da prática dos exercícios intermitentes, tendo em vista que estes possuem características semelhantes aos diversos esportes e brincadeiras espontâneas comumente praticadas.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados observados, 30 minutos de exercícios aeróbicos intermitentes intercalados com tiros curtos de 10 segundos promovem uma redução média de 21% da glicemia com tendência de aumento na fase de recuperação. O substrato energético predominante na atividade são os carboidratos (CHO).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e CAPES pelo financiamento da pesquisa e bolsas de estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

**CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. VAL (0000-0002-9413-4645)\* e LPGM (0000-0002-7762-2727)\* foram os principais contribuintes na redação do manuscrito. WCS (000-0002-1585-0353)\*, JPD (0000-0002-4132-8809)\* e SNF (0000-0002-3987-3998)\* participaram da coleta de dados clínicos e testes realizados com os pacientes. NL (0000-0002-4752-6697)\* orientou e coordenou todo o projeto e pesquisa além da revisão do manuscrito. Todos os autores participaram ativamente na discussão dos resultados, revisão e aprovação da versão final do trabalho. \*ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

## REFERÊNCIAS

- Mercuri N, Arrechea V. Atividade física e diabetes mellitus. *Diabetes Clínica*. 2001;5(5):347-9.
- Canadian Diabetes Association Clinical Practice Guidelines Expert Committee, Cheng AY. Canadian Diabetes Association 2013 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada. Introduction. *Can J Diabetes*. 2013 Apr;37 Suppl 1:S1-3.
- Francescato MP, Geat M, Fusi S, Stupar G, Noacco C, Cattin L. Carbohydrate requirement and insulin concentration during moderate exercise in type 1 diabetic patients. *J Metabol*. 2004;53(9):1126-30.
- Campaigne BN, Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R. Glucose and insulin responses in relation to insulin dose and caloric intake 12 h after acute physical exercise in men with IDDM. *Diabetes Care*. 1987;10(6):716-21.
- Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(7):1033-41.
- Raile K, Kapellen T, Schweiger A, Hunkert F, Nitschmann U, Dost A, et al. Physical activity and competitive sports in children and adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(11):1904-5.
- Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA. The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1. *Diabetes Care*. 2005;28(6):1289-94.
- Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, Jones TW. Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292(3):865-70.
- Lohman TG. Advances in body composition assessment: current issues in exercise science. Monograph Champaign: Human Kinetics Publishers; 1992.
- Rowlnd TW. Exercise and children's health. Champaign: Human Kinetics Books; 1990.
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153-6.
- Institute of Medicine (IOM). Dietary reference intakes: for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: National Academy Press; 2005.
- Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med*. 2011;28(7):824-32.
- Kitabchi AE, Umpierrez GE, Murphy MB, Barrett EJ, Kreisberg RA, Malone JJ, et al. Hyperglycemic crises in diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27(Suppl 1):S94-102.
- Ropelle ER, Paull JR, Carvalheira JBC. Efeitos moleculares do exercício físico sobre as vias de sinalização insulínica. *Motriz*. 2005;11(1):49-55.
- Sasaki JE, Santos MG. O papel do exercício aeróbico sobre a função endotelial e sobre os fatores de risco cardiovasculares. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(5):e227-33.
- Colberg Sheri. Atividade física e diabetes. Barueri: Manole. 2003; p. 25.
- Rique ABR, Soares EA, Meirelles CM. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Rev Bras Med Esporte*. 2002;8(6):244-54.
- Lehto S, Ronnema T, Pyörälä K, Laakso M. Poor glycaemic control predicts coronary heart disease events in patients with type 1 diabetes without nephropathy. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1999;19:1014-9.
- Nathan DM, Lachin J, Cleary P, Orchard T, Brillson DJ, Backlund JY, et al. Intensive diabetes therapy and carotid intima-thickness in type 1 diabetes mellitus. *N Engl J Med*; 2003;348(23):2294-303.
- Nordwall M, Abrahamsson M, Dhir M, Fredrikson M, Ludvigsson J, Arngqvist HJ. Impact of HbA1c, Followed From Onset of Type 1 Diabetes, on the Development of Severe Retinopathy and Nephropathy: The VISS Study (Vascular Diabetic Complications in Southeast Sweden). *Diabetes Care*; 2015;38(8):e124.
- Sociedade Brasileira de Diabetes. Protocolo hiper/hipoglicemias x corrida para atletas com diabetes. [Internet]. 2015 [acesso em 2016 abr 13]. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/protocolos/protafisv.php>