

Análise da força de preensão manual e risco cardiovascular de adolescentes com Diabetes Melitos tipo 1

Analysis of handgrip muscle strength and cardiovascular risk in adolescents with diabetes *mellitus* type 1

OLIVEIRA, S; OLIVEIRA, S L; MENEZES, R K; MIRANDA, L G; PEDROSA, H C; PRESTES, J. Análise da força de preensão manual e risco cardiovascular de adolescentes com Diabetes Melitos tipo 1. **R. bras. Ci. e Mov** 2016;24(2):5-14.

RESUMO: Objetivo: Comparar a força de preensão manual de adolescentes com e sem diabetes mellitus tipo 1 (DM1) e correlacionar as variáveis hemodinâmicas com o controle da glicemia pela hemoglobina glicada (HbA1c) nos adolescentes diabéticos. **Método:** Foram avaliados 49 adolescentes com DM1 (12,73 ± 1,23 anos; índice de massa corporal 19,52 ± 2,62 kg/m²) e 75 adolescentes sem DM1 (13,31 ± 1,16 anos; índice de massa corporal 20,79 ± 3,64 kg/m²). A HbA1c foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e a força de preensão foi obtida com o dinamômetro Jamar®. As variáveis hemodinâmicas registradas foram à frequência cardíaca e a pressão arterial (PA) na posição sentada. **Resultados:** Os adolescentes do gênero masculino com DM1 apresentaram menores valores de força de preensão manual absoluta da mão direita (26,48 ± 6,24 vs 32,59 ± 9,59 kg; p = 0,004), da mão esquerda (25,45 ± 6,52 vs 30,76 ± 8,19 kg; p = 0,006) e maior PA diastólica (66,43 ± 8,62 vs 72,40 ± 10,01 mmHg; p = 0,019) do que os adolescentes sem DM1. As adolescentes do gênero feminino com DM1 apresentaram menores valores de força de preensão manual absoluta da mão direita (26,20 ± 4,09 vs 29,53 ± 5,27 kg; p = 0,017) e da mão esquerda (24,50 ± 4,29 vs 27,79 ± 5,11 kg; p = 0,017). Houve correlação positiva da frequência cardíaca (0,44; p = 0,01) e da PA diastólica (0,37; p = 0,01) com a HbA1c. **Conclusão:** Adolescentes com DM1 devem receber atenção quanto a menor força muscular e risco cardiovascular com o aumento da HbA1c.

Palavras-chave: Diabetes Melitos Tipo 1; Força Muscular; Adolescentes; Risco Cardiovascular.

ABSTRACT: Objective: To compare the handgrip muscle strength of adolescents with and without diabetes *mellitus* type 1 (DM1) and to correlate the hemodynamic variables with the glycaemic control by glycated hemoglobin (A1c) in the diabetic adolescents. **Method:** 49 adolescents with DM1 (12.73 ± 1.23 years; body mass index 19.52 ± 2.62 kg/m²) and 75 adolescents without DM1 (13.31 ± 1.16 years; body mass index 20.79 ± 3.64 kg/m²) were evaluated. The A1c was determined by high performance liquid chromatography (HPLC) and handgrip muscle strength was obtained by the Jamar® dynamometer. The hemodynamic variable measured were heart rate and blood pressure (BP) in the seated position. **Results:** The male adolescents with DM1 presented lower values of handgrip muscle strength in the right hand (26.48 ± 6.24 vs 32.59 ± 9.59 kg; p = 0.004), and left hand (25.45 ± 6.52 vs 30.76 ± 8.19 kg; p = 0.006) and higher diastolic BP (66.43 ± 8.62 vs 72.40 ± 10.01 mmHg; p = 0.019) as compared with the male adolescents without DM1. The female adolescents with DM1 presented lower values of handgrip strength in the right hand (26.20 ± 4.09 vs 29.53 ± 5.27 kg; p = 0.017), and left hand (24.50 ± 4.29 vs 27.79 ± 5.11 kg; p = 0.017). There was a positive correlation of heart rate (0.44; p = 0.01) and diastolic BP (0.37; p = 0.01) with A1c. **Conclusion:** Adolescents with DM1 should receive attention regarding their reduced muscle strength and cardiovascular risk with the increase in A1c.

Key Words: Diabetes *Mellitus* Type 1; Muscle Strength; Adolescents; Cardiovascular Risk.

Sandra de Oliveira¹
Samuel Lima Oliveira¹
Roberta Kelly Menezes²
Leonardo Garcia Miranda²
Hermelinda Cordeiro Pedrosa²
Jonato Prestes¹

¹Universidade Católica de Brasília

²Unidade de Endocrinologia – Polo de Pesquisa Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde - Hospital Regional de Taguatinga

Recebido: 19/05/2015

Aceito: 06/08/2015

Contato: Sandra de Oliveira - sandraxoliveira@yahoo.com.br

Introdução

O diabetes melitos tipo 1 (DM1) é caracterizado como uma doença autoimune, na qual o organismo começa a produzir anticorpos contra o pâncreas, o que resulta na destruição relativa ou absoluta das células beta das ilhotas de *Langerhans* pancreáticas. Conseqüentemente, ocorre a incapacidade progressiva de produzir insulina, elevando as concentrações de glicose no sangue¹.

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, o DM1 é uma doença incidente em crianças e adolescentes, especialmente em crianças menores de 5 anos de idade². Nesse sentido, a descoberta do DM1 em adolescentes requer novos hábitos, como o uso contínuo da insulina, planejamento alimentar e exercício físico regular. Segundo o *Diabetes Control and Complications Trial* (DCCT), as recomendações para adolescentes com DM1 visam ao melhor controle glicêmico possível, com o objetivo de proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento, crescimento físico e a maturação nessa fase da vida que tende a modificar as respostas físico-patológicas do diabetes³.

Tendo em vista que a força muscular é reconhecida como um importante componente em um programa de exercício físico para adolescentes com DM1, sua avaliação se torna essencial, visto que, baixos valores de força muscular estão fortemente associados a doenças cardiovasculares e todas as causas de mortalidade precoce^{3,4}. Adicionalmente, é importante para o crescimento e desenvolvimento motor, melhoras na densidade mineral óssea e desenvolvimento da massa muscular^{5,6}.

Uma das formas de baixo custo e fácil aplicabilidade para mensuração da força muscular é a realização do teste de preensão manual. É referido como um método clínico confiável, preditor do estado geral da força muscular^{3,7}. Além disso, a força de preensão manual é utilizada para detectar o grau de incapacidade funcional e complicações futuras, como as neuropatias diabéticas, que compreendem um grupo diverso de condições que afetam quaisquer partes do sistema nervoso periférico somático e autonômico⁸. Por conseguinte, é um

instrumento para avaliação da aptidão física, ao passo que contribui com a identificação de indivíduos que devem participar de um programa regular de treinamento de força⁹.

Nesse aspecto, em relação à força de preensão manual, estudos demonstram associações inversas entre a força muscular e a hemoglobina glicada em adolescentes com DM1^{10,11}. Similarmente, Lukaács *et al.*, 2012 compararam a força de preensão manual em adolescentes com e sem DM1. Os autores demonstraram que adolescentes do gênero masculino com DM1 possuíam menor força de preensão manual absoluta, quando comparados com adolescentes do gênero masculino sem DM1¹².

Diante do exposto e considerando a escassez de estudos na literatura sobre a comparação da força muscular nessa população, o presente estudo se propôs a comparar a força de preensão manual em adolescentes de ambos os sexos com e sem diagnóstico de DM1, além de correlacionar variáveis hemodinâmicas com a hemoglobina glicada em adolescentes com DM1. A hipótese inicial é que adolescentes com DM1 possuem menores valores de força muscular quando comparados com adolescentes sem DM1. Adicionalmente, espera-se uma correlação positiva entre a hemoglobina glicada e as variáveis hemodinâmicas.

Materiais e Métodos

Amostra

O presente estudo trata-se de um delineamento transversal com dados obtidos de 124 adolescentes residentes no Distrito Federal para participação em estudos conduzidos entre 2014 e 2015, cujo protocolo foi aprovado por comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Católica de Brasília (681.469). Os voluntários foram selecionados independentemente da raça ou da classe social e esclarecidos quanto à proposta do estudo, dos procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Para participarem do estudo os sujeitos deveriam ser adolescentes e ter idade entre 12-16 anos. Os

7 Preensão manual e risco cardiovascular em adolescentes

pacientes com diagnóstico de DM1 foram recrutados no Hospital Regional de Taguatinga, no ambulatório especializado de DM1. O recrutamento foi aprovado pelo comitê de ética da fundação de Ensino em Pesquisa em Ciências da Saúde (710.782). Os voluntários não poderiam apresentar doença autoimune além do DM1, hipoglicemias graves ou desvio padrão das glicemias. Ademais, não poderiam apresentar doenças osteomioarticulares que pudessem interferir na realização dos testes propostos.

Antropometria

A massa corporal foi mensurada em balança digital (Welmy- W110H, São Paulo, Brasil) com capacidade de 150 kg e divisão de 100 g. Os voluntários estavam sem sapatos e vestindo roupas leves. A estatura foi medida por um estadiômetro de parede (Sanny, São Paulo, Brasil), com capacidade de 2200 mm e divisão de 1 mm.

Cálculo do IMC

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela fórmula de Quetelet ($IMC = \text{Peso}/\text{estatura ao quadrado}$). O Escore-Z do peso, da estatura e do IMC foi utilizado para cálculos estatísticos e foram calculados através do Programa *Growth Charts (Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, 2000)*, recomendado para uso na prática clínica e pesquisa para avaliar o tamanho e crescimento em adolescentes.

Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Hemoglobina Glicada

A frequência cardíaca (FC), determinação da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pela V Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial¹³. Utilizou-se um medidor oscilométrico (Microlife 3BTO-A, Widnau, Suíça), com o voluntário na posição sentada após 10 minutos de repouso, braço direito apoiado e ao nível do coração foi colocada a braçadeira do aparelho 3 cm acima da fossa antecubital, centralizando o manguito sobre a artéria umeral, sendo realizadas em triplicata e tirada a

média. A Hemoglobina glicada foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (Bio-Rad, Brasil).

Nível de atividade Física

Foi utilizado o Questionário de Atividade Física para Adolescentes – QAFA, que é uma adaptação do *Self-Administered Physical Activity Checklist*¹⁴. O questionário apresentou níveis elevados de reprodutibilidade (Kappa = 0,52) e moderados níveis de validade ($\rho = 0,62, p < 0,001$)¹⁵, sendo composto por uma lista de 24 atividades físicas, com possibilidade de o adolescente acrescentar mais duas atividades. Em estudo realizado com adolescentes brasileiros, o coeficiente de correlação para validade foi moderado, mas superior ao que tem sido encontrado na maioria dos estudos e a concordância entre a medida do questionário e de um recordatório de 24 h foi de moderada a elevada para a medida de atividade física em duas categorias¹⁶. No preenchimento do questionário, os adolescentes informaram a frequência (dias/semana) e a duração (horas/minuto/dia) das atividades físicas praticadas no período do presente estudo. Para a determinação do nível de atividade física considerou-se o somatório do produto do tempo dispendido em cada uma das atividades físicas conforme as frequências de prática.

O cálculo do nível de atividade física foi realizado utilizando a fórmula: $\text{min/sem}/\text{AFMV} = \sum [F_i \times D_j]$, onde: AFVM (atividades físicas moderadas a vigorosas); \sum (somatório do produto da frequência (dias/sem) pela duração (min/dia) da atividade física); F_i (frequência da i-estima atividade física) e D_j (duração (min/dia) da j-estima atividade física).

Força de Preensão Manual

A força de preensão manual foi obtida por meio de um dinamômetro mecânico manual Jamar® (*Sammons Preston Jamar Hand Dynamometer*), respeitando o protocolo de Espanha-Romero e colaboradores¹⁶. Para tanto, os adolescentes permaneceram em pé com os dois braços estendidos e antebraço em rotação neutra. Para todos os participantes, a pegada do dinamômetro foi ajustada individualmente, de acordo com o tamanho das

mãos de forma que a haste mais próxima do corpo do dinamômetro estivesse posicionada sobre as segundas falanges dos dedos: indicador, médio e anular. O período de recuperação entre as medidas foi de cerca de um minuto. O teste foi realizado em três tentativas na mão direita e esquerda. A melhor marca das três tentativas foi utilizada para análise estatística. A força muscular relativa foi calculada por intermédio da seguinte fórmula¹⁷: $FR = [\text{força muscular absoluta (kg)}/\text{massa corporal (kg)}]$. A coleta dos dados da força de preensão manual foi realizada por um avaliador experiente e treinado. Além disso, todas as avaliações foram realizadas no mesmo horário do dia, para não influenciar o desempenho da força.

Análise estatística

O teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* foi utilizado e as diferenças entre os grupos foram verificadas pelo teste *t* de *Student* independente para dados paramétricos e teste de *Mann-Whitney* para testes não-paramétricos (Nível de atividade física e Escores Z), respectivamente. A correlação entre as variáveis foi realizada por meio do teste de *Spearman*. O cálculo amostral foi realizado para a variável principal força de preensão manual. A mesma está relacionada a morte prematura e doenças cardiovasculares⁴. O tamanho do efeito foi de 0,66 e o poder foi de 92% considerando um alfa de 0,05. Para todas as análises estatísticas o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, Inc., v. 18.0; IBM Corporation, Somers, NY, USA.) foi utilizado.

Para o cálculo do poder, o software G*Power 3.1.6¹⁸ foi utilizado.

Resultados

Diferenças estatísticas foram encontradas para a idade, IMC, PAD, FC, força de preensão manual absoluta e relativa entre os grupos ($p < 0,05$). Sendo que o grupo com DM1 apresentou uma idade inferior, menor força de preensão manual absoluta e maiores valores para a PAD e FC. Para as outras variáveis analisadas nenhuma diferença foi encontrada (Tabela 1).

Entre os adolescentes do gênero masculino com e sem DM1 diferenças entre as variáveis PAD e força de preensão manual absoluta foram verificadas ($p < 0,05$). Os adolescentes do gênero masculino com DM1 apresentaram menor força de preensão manual e maior PAD. As adolescentes do gênero feminino com DM1 apresentaram idade inferior, maior FC e menor força de preensão manual quando comparado com as adolescentes do gênero feminino sem DM1 (Tabela 2). Entre os adolescentes do gênero masculino e feminino com DM1 foram verificadas diferenças para a FC, força de preensão manual absoluta esquerda e nível de atividade física. As adolescentes do gênero feminino apresentam maior FC, menor força de preensão manual e menor nível de atividade física (Tabela 2). Foram observadas correlações positivas entre da hemoglobina glicada com a FC, PAS e PAD (Figura 1). Não foram observadas correlações dessas variáveis com a força muscular (dados não apresentados).

Tabela 1. Características dos adolescentes.

	Diabetes melitos tipo 1	Controle	Valor de <i>p</i>
Número de participantes	49	75	
Idade (anos)	12,73 ± 1,23	13,31 ± 1,16	0,010
Massa corporal (kg)	48,90 ± 10,61	52,84 ± 11,35	0,062
Altura (cm)	1,57 ± 0,08	1,58 ± 0,07	0,265
Índice de massa corporal (kg/m ²)	19,52 ± 2,62	20,79 ± 3,64	0,050
Pressão arterial sistólica (mmHg)	115,83 ± 13,26	112,93 ± 12,50	0,241
Pressão arterial diastólica (mmHg)	73,21 ± 10,68	67,71 ± 11,82	0,014
Frequência cardíaca (bpm)	87,91 ± 17,04	79,64 ± 15,24	0,008

Absoluta FPMD, (kg)	26,37 ± 5,42	31,04 ± 7,81	0,001
Absoluta FPME, (kg)	25,06 ± 5,68	29,25 ± 6,92	0,001
Relativa FPMD (kg/massa corporal)	0,55 ± 0,09	0,59 ± 0,11	0,057
Relativa FPME (kg/massa corporal)	0,52 ± 0,09	0,56 ± 0,10	0,050
Nível de atividade física (min/semana)	120,00 (0 – 600)	135,00 (0 – 675)	0,724
Hemoglobina glicada (%)	10,11 ± 2,81	-	-
Tempo de diagnóstico (anos)	6,00 (1 – 13)	-	-
Escore-Z da estatura	-0,39 (-3,02 – 1,75)	-0,62 (-2,45 – 2,13)	0,636
Escore-Z do IMC	0,10 (-2,49 – 1,55)	0,47 (-3,42 – 2,18)	0,369
Escore-Z da massa corporal	-0,23 (-2,67 – 1,59)	0,11 (-3,31 – 1,98)	0,149

*Valores apresentados pela média ± DP.

Mediana (mín-máx).

Diferenças analisadas pelo teste *t* de Student independente e teste de Mann-Whitney.

Um nível alfa $p < 0,05$ foi considerado com estatisticamente significativo.

FPMD = força de preensão manual direita, FPME = força de preensão manual esquerda.

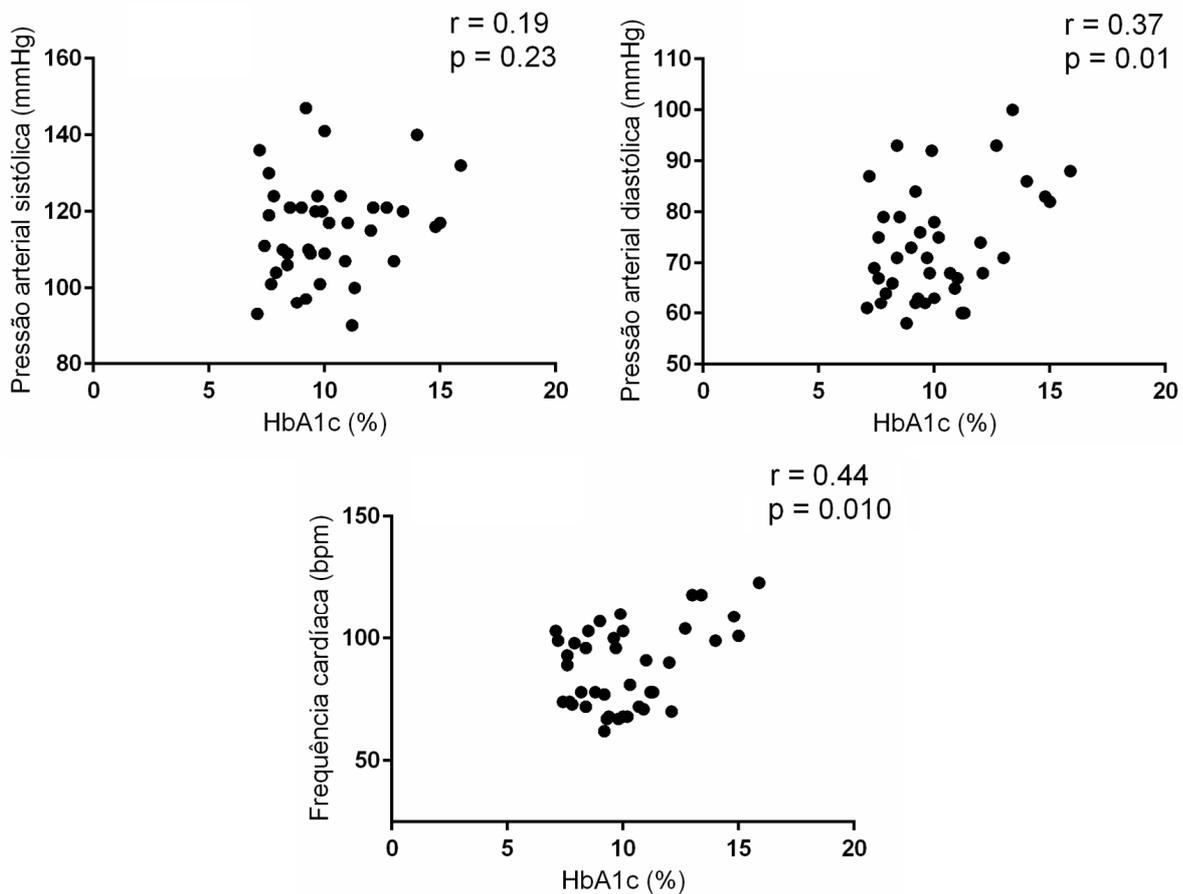


Figure 1. Correlação da hemoglobina glicada com variáveis hemodinâmicas

HbA1c = hemoglobina glicada.

Um nível alfa $p < 0,05$ foi considerado com estatisticamente significativo.

Tabela 2. Características dos adolescentes com e sem DM1.

	DM1 (M)	CO (M)	Valor de <i>p</i> *	DM1 (F)	CO(F)	Valor de <i>p</i> *	Valor de <i>p</i> ‡
Número de participantes	29	37		20	38		
Idade (anos)	12,97 ± 1,40	13,38 ± 1,13	0,191	12,40 ± 0,88	13,24 ± 1,19	0,008	0,117
Massa corporal (kg)	47,34 ± 10,47	52,34 ± 12,12	0,098	50,85 ± 10,72	53,32 ± 10,69	0,407	0,275
Altura (cm)	1,57 ± 0,09	1,59 ± 0,08	0,470	1,56 ± 0,08	1,58 ± 0,07	0,369	0,788
IMC (kg/m ²)	19,02 ± 2,44	20,49 ± 3,72	0,098	20,13 ± 2,78	21,08 ± 3,58	0,318	0,176
PAS (mmHg)	116,73 ± 15,20	113,97 ± 12,30	0,450	114,85 ± 11,05	111,92 ± 12,77	0,389	0,653
PAD (mmHg)	72,40 ± 10,01	66,43 ± 8,62	0,019	74,10 ± 11,57	68,96 ± 14,27	0,171	0,614
FC (bpm)	81,52 ± 14,85	75,62 ± 15,37	0,149	95,25 ± 16,74	83,55 ± 14,23	0,007	0,007
Absoluta FPMD, (kg)	26,48 ± 6,24	32,59 ± 9,59	0,004	26,20 ± 4,09	29,53 ± 5,27	0,017	0,860
Absoluta FPME, (kg)	25,45 ± 6,52	30,76 ± 8,19	0,006	24,50 ± 4,29	27,79 ± 5,11	0,017	0,572
Esquerda FPMD (kg/massa corporal)	0,58 ± 0,09	0,62 ± 0,11	0,128	0,52 ± 0,08	0,56 ± 0,11	0,177	0,056
Esquerda FPME (kg/massa corporal)	0,55 ± 0,09	0,59 ± 0,09	0,131	0,49 ± 0,77	0,53 ± 0,10	0,134	0,028
Nível de atividade física (min/semana)	150,00 (0 – 600)	150,00 (0-675)	0,343	0,00 (0 – 600)	0,00 (0 – 300)	0,372	0,002
HbA1c (%)	9,80 ± 1,67	-	-	10,57 ± 2,78	-	-	0,256
Tempo de diagnóstico (anos)	4,00 (1 – 13)	-	-	7,00 (2 – 11)	-	-	0,540
Contagem de carboidrato, (%)	42,85	-	-	20,00	-	-	-
Escore-Z da estatura	-0,59 (-3,02 – 1,46)	-0,67 (-2,45 – 1,13)	0,224	0,08 (-2,18 – 1,75)	-0,35 (-1,83 – 2,13)	0,930	0,298
Escore-Z do IMC	0,09 (-2,49 – 1,55)	0,43 (-3,42 – 2,18)	0,213	0,32 (-1,34 – 1,43)	0,49 (-1,40 -1,93)	0,870	0,169
Escore-Z da massa corporal	-0,41 (-2,67 – 1,47)	-0,11 (-3,21 – 1,55)	0,059	-0,11 (-1,83 – 1,59)	0,47 (-3,31 – 1,98)	0,937	0,078

*Valores apresentados pela média ± DP.

Mediana (mín-máx).

Diferenças analisadas pelo teste *t* de *Student* independente e teste de *Mann-Whitney*.Um nível alfa *p* < 0,05 foi considerado com estatisticamente significante.

DM1 = diabetes melitos tipo 1, CO = controle, IMC = índice de massa corporal, PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica, FC= frequência cardíaca, FPMD = força de prensão manual direita, FPME = força de prensão manual esquerda, HbA1c = hemoglobina glicada.

*Diferenças intra-grupos, ‡ Diferenças inter-grupos.

Discussão

Confirmando a hipótese inicial, os nossos principais resultados demonstraram que adolescentes com DM1 possuem menores valores de força de preensão manual quando comparados aos adolescentes sem DM1. Adicionalmente, quanto maior os valores de hemoglobina glicada maior a frequência cardíaca e a pressão arterial diastólica.

Para o nosso conhecimento, apenas um único estudo foi encontrado na literatura que propôs comparar o desempenho da força de preensão manual em adolescentes com e sem DM1. Nesse sentido, similarmente ao presente estudo, Lukács *et al.*,¹² demonstraram que adolescentes do gênero masculino com DM1 na faixa etária de 8 a 12 anos possuem menores valores de força muscular absoluta quando comparados aos mesmos pares (21.04 kg vs 23.79 kg). Entretanto, em contradição aos nossos resultados, os autores não encontraram diferenças significativas para as adolescentes do gênero feminino. Uma possível explicação desses achados pode estar associada aos autores utilizarem uma diferença de 4 anos para faixa etária, o que dificulta as comparações.

Por outro lado, estudos prévios reportaram que altos níveis de hemoglobina glicada eram associados negativamente com baixos níveis de força de preensão manual e potência no salto vertical em crianças e adolescentes com DM1^{10,11}. Não obstante, Wallymahmed *et al.*,¹⁰ observaram esse fenômeno em relação à capacidade aeróbia (VO₂). Interessantemente, em uma recente revisão sistemática Matsudo *et al.*,¹⁹ demonstraram que a força de preensão manual em adolescentes e crianças foi associada a vários outros parâmetros de aptidão física (flexibilidade, agilidade, potência aeróbia e força de membros inferiores), independentemente da idade, sexo ou maturação sexual, o que sugere um preditor de alta precisão. Portanto, a força de preensão manual deve ser incluída como um componente da avaliação multidisciplinar de saúde em adolescentes, tanto em ambientes associados à prescrição de atividade física como na investigação clínica, pelo fato da metodologia ser de fácil aplicação e não necessitar de equipamentos

sofisticados, o que possibilita sua utilização para avaliar a força muscular em grandes populações.

Apesar dos mecanismos relacionados à perda de força muscular não analisadas no presente estudo, o declínio desta em adolescentes com DM1 podem estar relacionados às anormalidades metabólicas, como o mau controle glicêmico analisado em nosso estudo, mediante média da hemoglobina glicada e data do diagnóstico. Nesse mesmo sentido, Angelousi *et al.*²¹ relataram que devido ao seu caráter hiperglicêmico, o diabetes é uma doença inflamatória, ocorrendo um aumento significativo nas expressões das citocinas pró-inflamatórias como a IL-6 e TNF- α . Estudos apontam que, quanto maior o tempo da doença e/ou mau controle glicêmico, mais elevado será o processo inflamatório. Estudos prévios demonstraram que adolescentes com DM1 apresentavam progressivamente altos níveis de mieloperoxidase (MPO) e citocinas pró-inflamatórias (IL-6, IL-4, IL-1A, TNF- α)²¹⁻²³. Além disso, foi identificado um declínio da disponibilidade de substratos de energia e hormônios responsáveis pelo anabolismo sistêmico, como glicocorticóides, catecolaminas, insulina e IGF-1, ao passo que essas alterações atenuam o crescimento e desenvolvimento da força muscular em adolescentes^{24,25}.

Por outro lado, embora o nível de atividade física não seja diferente entre adolescente com e sem DM1, algumas complicações microvasculares da doença podem estar relacionadas à resistência dos adolescentes em participar de programas contínuos de exercícios físicos, que fazem parte do tratamento. Por exemplo, adolescentes com DM1 são propensos a apresentar lesões e disfunções no nervo periférico, o que pode levar a prejuízos no desempenho motor⁸. Os exercícios físicos que contribuem para a melhora da força muscular são considerados essenciais para essa população, visto que contribuem para a melhora da fraqueza muscular, melhora na densidade mineral óssea e imobilidade, que, por sua vez, aumentam a capacidade funcional²⁶.

Por conseguinte, em recente estudo conduzido por Machnica *et al.*,²⁷ os autores demonstraram que adolescentes com idade média de 14 anos com DM1 apresentavam maior pressão arterial diastólica média pela

monitorização ambulatorial da pressão arterial de 24 horas (66.51 ± 3.57 vs 64.37 ± 4.47) e percentual da pressão arterial diastólica avaliada durante o dia (14.23 ± 12.97 vs 4.62 ± 4.13) quando comparados aos controles saudáveis. No entanto, os autores não encontraram valores significativos para correlação da pressão arterial com a hemoglobina glicada. Um melhor controle da HbA1c dos adolescentes poderia explicar, em parte, esta diferença com o presente estudo. Em um estudo longitudinal prospectivo Chatterjee *et al.*,²⁸ avaliaram a pressão arterial em 107 adolescentes com DM1. Os autores concluíram que 6% estavam com grau um de hipertensão e 23% pré-hipertensos pelos critérios da *National High Blood Pressure Education Program*, o que sugere a importância do exercício físico como método de tratamento e prevenção para doenças cardiovasculares precoces em adolescentes com DM1.

Krause *et al.*,²⁹ avaliaram, de forma análoga ao presente estudo, que a HbA1c correlacionou-se positivamente com a frequência cardíaca. Os autores associaram esse fenômeno ao fato de os adolescentes apresentarem modificações na modulação autonômica, caracterizada pela declínio da sensibilidade do baroreflexo e disfunção endotelial. Por outro lado, a administração de doses elevadas de insulina ao longo do tempo pode estar associada a um possível aumento no tônus simpático em contraste com redução da atividade parassimpática, pelo fato da insulina ser um importante sinalizador²⁹. Desse modo, não podemos associar a elevação da pressão arterial e frequência cardíaca apenas a um mecanismo, existem várias anormalidades microvasculares e macrovasculares decorrentes do DM1^{30,31}.

Algumas limitações metodológicas do presente estudo devem ser destacadas, o desenho transversal do estudo, a maior massa corporal dos adolescentes controles quando comparado aos adolescentes com DM1, descrição nutricional detalhada, a falta da classificação maturacional, dosagem de insulina prescrita e seus distintos tipos. Adicionalmente, outras medidas de risco cardiovascular como: taxa de filtração glomerular, albumina urinária, microalbuminúria e lipidograma

poderiam ter sido analisados. Contudo, os achados do presente estudo fornecem evidências de que investigações futuras sobre as respostas dos exercícios de força sobre o perfil glicêmico são fundamentais para um melhor entendimento e compreensão da fisiopatologia do DM1 em adolescentes. A partir disso, sugerimos a participação de adolescentes em programas de exercícios físicos regulares, que adotem estratégias confiáveis para ganhos de força muscular, de forma complementar no tratamento.

Conclusão

Adolescentes com DM1 apresentam menores valores de força de preensão manual quando comparados aos adolescentes sem DM1. O risco cardiovascular aumenta progressivamente com a elevação da HbA1c. Diante dos achados, sugere-se a inclusão de exercícios de força em programas de exercícios físicos para adolescentes com DM1, visando um melhor controle metabólico, estimular comportamentos e atitudes que reduzam, ao máximo, a exposição a fatores de risco associados ao DM1. Dada à complexidade dos mecanismos envolvidos na fisiopatologia do diabetes, são necessários estudos crônicos que analisem os possíveis efeitos benéficos do treinamento de força em variáveis glicêmicas, metabólicas e hemodinâmicas em adolescentes com DM1.

Agradecimentos/Financiamentos

Os autores agradecem pelo apoio financeiro da CAPES e CNPq pelas bolsas outorgadas.

Referências

1. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. Jan 2009;32 Suppl 1:S62-67.
2. Diabetes SBd, ed *Tratamento de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo I. Diretrizes da sociedade Brasileira de Diabetes 2012-2013*. Rio de Janeiro: AC FARMACÊUTICA; 2014. Nacional G-GE, ed.
3. Diabetes Control and Complications Trial. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. *N Engl J Med*, New York, v. 329, n. 14, p.977-986. 1993.
4. Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Jan 2006;61(1):72-77.
5. Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *BMJ*. 2012;345:e7279.
6. Barros RV, Abad CCC, Kiss MAPDM, Serrão JC. Massa óssea e atividade física na infância e na adolescência. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. 2008;7(1):109-118.
7. Cadore EL, Brentano MA, Kruegel LFM. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11(6):373-379.
8. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2008;31(1):3-10.
9. Pedrosa HC, Vilar L, Boulton AJM, eds. *Neuropatia e pé diabético*. Rio de Janeiro: GEM - Grupo Editorial Nacional; 2014; No. 2 ed.
10. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. Jul 2010;39(4):412-423.
11. Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV, MacFarlane IA. Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabet Med*. Nov 2007;24(11):1296-1299.
12. Fricke O, Seewi O, Semler O, Tuttlewski B, Stabrey A, Schoenau E. The influence of auxology and long-term glycemic control on muscle function in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. Apr-Jun 2008;8(2):188-195.
13. Lukacs A, Mayer K, Juhasz E, Varga B, Fodor B, Barkai L. Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes*. Aug 2012;13(5):432-437.
14. Cardiologia SBd, Nefrologia SBd. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. *Rev. bras. hipertens*. 2006;13(4):260-312.
15. Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, et al. Validation of interviewer- and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc*. Jul 1996;28(7):840-851.
16. Farias Jr JC, Lopes AdS, Mota J, Santos MP, Ribeiro JC, Hallal PC. Validade e reprodutibilidade de um questionário para medida de atividade física em adolescentes. *Rev Brasil Epidemiol*. 2012;15(1):198-210.
17. Espana-Romero V, Ortega FB, Vicente-Rodriguez G, Artero EG, Rey JP, Ruiz JR. Elbow position affects handgrip strength in adolescents: validity and reliability of Jamar, DynEx, and TKK dynamometers. *J Strength Cond Res*. Jan 2010;24(1):272-277.
18. Prestes J, Tibana RA. Muscular static strength test performance and health: absolute or relative values? *Rev Assoc Med Bras*. Jul-Aug 2013;59(4):308-309.
19. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. May 2007;39(2):175-191.
20. Matsudo VKR, Matsudo SM, Rezende LFMd, Raso V. Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2015;17(1):1-10.
21. Angelousi A, Larger E. Anaemia, a common but often unrecognized risk in diabetic patients: A review. *Diabetes Metab*. v. 14. 2014.
22. Martínez-Pérez B, de la Torre-Díez I, López-Coronado M. Mobile health applications for the most prevalent conditions by the World Health Organization: review and analysis. *J Med Internet Res*. v.14. n. 15(6). 2013.
23. Rosa JS, Flores RL, Oliver SR, Pontello AM, Zaldivar FP, Galassetti PR. Sustained IL-1alpha, IL-4, and IL-6 elevations following correction of hyperglycemia in children with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes*. Feb 2008;9(1):9-16.

24. Erbagci AB, Tarakcioglu M, Coskun Y, Sivasli E, Sibel Namiduru E. Mediators of inflammation in children with type I diabetes mellitus: cytokines in type I diabetic children. *Clin Biochem.* Nov 2001;34(8):645-650.
25. Galassetti PR, Iwanaga K, Crisostomo M, Zaldivar FP, Larson J, Pescatello A. Inflammatory cytokine, growth factor and counterregulatory responses to exercise in children with type 1 diabetes and healthy controls. *Pediatr Diabetes.* Feb 2006;7(1):16-24.
26. Bizzarri C, Benevento D, Giannone G, et al. Sexual dimorphism in growth and insulin-like growth factor-I in children with type 1 diabetes mellitus. *Growth Horm IGF Res.* Dec 2014;24(6):256-259.
27. Huber J, Frohlich-Reiterer EE, Sudi K, et al. The influence of physical activity on ghrelin and IGF-1/IGFBP-3 levels in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes.* Sep 2010;11(6):383-385.
28. Yardley JE, Kenny GP, Perkins BA, et al. Resistance Exercise in Already-Active Diabetic Individuals (READI): Study rationale, design and methods for a randomized controlled trial of resistance and aerobic exercise in type 1 diabetes. *Contemp Clin Trials.* Mar 2015;41:129-138.
29. Machnica L, Deja G, Polanska J, Jarosz-Chobot P. Blood pressure disturbances and endothelial dysfunction markers in children and adolescents with type 1 diabetes. *Atherosclerosis.* Nov 2014;237(1):129-134.
30. Chatterjee M, Speiser PW, Pellizzarri M, et al. Poor glycemic control is associated with abnormal changes in 24-hour ambulatory blood pressure in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab.* Nov 2009;22(11):1061-1067.
31. Krause M, Rudiger H, Bald M, Nake A, Paditz E. Autonomic blood pressure control in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes.* Jun 2009;10(4):255-263.
32. Warncke K, Liptay S, Frohlich-Reiterer E, et al. Vascular risk factors in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes complicated by celiac disease: results from the DPV initiative. *Pediatr Diabetes.* Feb 12 2015.
33. Bjornstad P, Snell-Bergeon JK, Nadeau KJ, Maahs DM. Insulin sensitivity and complications in type 1 diabetes: New insights. *World J Diabetes.* Feb 15 2015;6(1):8-16.