FORÇA MUSCULAR E INDICADORES DE SAÚDE ÓSSEA EM ADOLESCENTES: O PAPEL DOS FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS

Julian Muriel Mouzo, Clair Costa Miranda, Tiago Rodrigues de Lima, Isadora Gonzaga, Higor Caetano, Jean Carlos Parmigiani De Marco, Andreia Pelegrini

INTRODUÇÃO

A aquisição do pico de massa óssea, que ocorre principalmente nas duas primeiras décadas de vida, pode exercer um efeito protetor às perdas ósseas decorrentes do envelhecimento e, consequentemente, atenuando o risco futuro de fraturas (Rizzoli *et al*., 2010). Nesse contexto, a contração muscular exerce forças mecânicas sobre o tecido ósseo, contribuindo para os processos de modelação e remodelação, enquanto a massa e a função muscular têm sido associadas a indicadores de saúde óssea, como a densidade mineral óssea (DMO) (Crabtree *et al.*, 2004; Reid, 2002).

Entre os indicadores de função muscular, a força de preensão manual (FPM) destaca-se por constituir uma medida simples, não invasiva e amplamente utilizada em estudos clínicos e epidemiológicos, incluindo estudos direcionados a saúde óssea (Norman *et al.*, 2011). Entretanto, em sua maioria, a FPM tem sido apresentada em valores absolutos, sem considerar as variações no tamanho corporal, o que pode implicar em redução na precisão das medidas (Kocher *et al.*, 2019; Martínez-Torres; Gallo-Villedas; Aguirre-Acevedo, 2022). Nesse sentido, a normalização da FPM, por meio de procedimentos alométricos, pode contribuir para uma avaliação mais adequada da relação entre a capacidade muscular e a saúde óssea.

Além dos aspectos relacionados ao tamanho corporal, a relação entre força muscular e saúde óssea pode variar segundo diferenças sociodemográficas (de Lima *et al.*, 2026a, 2026b), como raça/cor de pele e escolaridade materna, as quais podem interferir nas relações entre aspectos biológicos, sociais, econômicos e comportamentais (de Lima *et al.*, 2026a, 2026b). Apesar dessas evidências, ainda são limitados os estudos acerca desta temática. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo investigar a associação entre FPM normalizada por alometria e indicadores de saúde óssea em adolescentes, bem como verificar se essa associação difere segundo a raça/cor de pele e a escolaridade materna.

DESENVOLVIMENTO

Participaram do estudo 130 adolescentes (57 meninos), com idade de 14 a 19 anos, matriculados em escolas estaduais de Florianópolis, SC. A raça/cor de pele foi obtida por autodeclaração, seguindo as categorias do IBGE, e agrupadas para fins de análise em pessoas de raça/cor de pele branca e pessoas pertencentes a outros grupos étnico-raciais (pretos, pardos, indígenas e amarelos). Quanto à escolaridade materna, obtida por questionário, foi classificada em ≤8 anos e >8 anos de estudo (Brasil, 1971; Brasil 2006).

Os parâmetros ósseos foram avaliados por absorciometria de raios X de dupla emissão (DXA), incluindo DMO areal (DMOa) do corpo todo menos cabeça (TBLH), coluna lombar (L1-L4) e colo do fêmur, além do módulo de seção (Z), área de seção transversal (CSA) e momento de inércia da seção transversal (CSMI). A FPM foi mensurada com dinamômetro Jamar® Plus+. A massa gorda, o tecido mole magro e a massa corporal foram avaliadas por impedância bioelétrica (InBody 770), e a estatura com fita métrica fixada à parede. A dieta balanceada (Rodriguez Añez; Reis; Petroski, 2008), a atividade física no lazer (Guedes; Lopes, 2010) e atividade de fortalecimento muscular (Silva *et al.*, 2013) foram coletados por questionário. A maturação somática foi avaliada com base no pico de velocidade de crescimento (PVC) (Moore et al., 2015). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UDESC (CAAE: 87704625.3.0000.0118).

A análise dos dados foi realizada no software Stata 16.0, adotando-se nível de significância de 5%. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste *Shapiro-Wilk,* e as variáveis foram apresentadas e comparadas conforme sua distribuição, utilizando-se os testes "t" de *Student*, U de *Mann-Whitney* e Qui-quadrado. Os expoentes alométricos da FPM foram estimados por regressão linear múltipla após transformação logarítmica das variáveis, separadamente por sexo, considerando massa corporal e estatura, posteriormente padronizada em escore z. Modelos de regressão linear múltipla foram utilizados para investigar a associação entre a FPM normalizada por alometria e os indicadores de saúde óssea, com ajuste para massa gorda, tecido mole magro, idade, PVC, dieta balanceada, atendimentos às recomendações de atividade física e sexo. As análises foram estratificadas por raça/cor de pele e escolaridade materna.

RESULTADOS

Os adolescentes pertencentes a outros grupos étnico-raciais apresentaram menor massa gorda e maior FPM bruta em comparação aqueles de raça/cor de pele branca ($p< 0,05$). Entre os adolescentes de raça/cor de pele branca, a FPM alométrica associou-se diretamente à DMOa TBLH e da coluna lombar, enquanto nenhuma associação foi observada entre os pertencentes a outros grupos étnico-raciais ($p< 0,05$) (Tabela 1). Em relação à escolaridade materna, a FPM alométrica associou-se diretamente à DMOa da coluna lombar entre os adolescentes cujas mães apresentaram ≤8 anos de estudo. Entre àqueles, cujas mães apresentavam escolaridade >8 anos de estudo, não foram observadas associações significativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que a FPM alométrica se associou positivamente a indicadores de densidade óssea em adolescentes, embora essa relação não se apresente de forma homogênea entre os diferentes grupos investigados, tendo em vista que as associações só ocorreram naqueles de raça/cor de pele branca e filhos de mães com escolaridade igual ou inferior a oito anos. De modo geral, os resultados sugerem que a força muscular constitui um importante indicador relacionado à saúde óssea durante a adolescência, mas que sua associação com a DMOa deve ser interpretada considerando-se diferenças relacionadas à raça/cor de pele e às condições socioeducacionais maternas.

Palavras-chave:
Saúde óssea; Força Muscular; Índice Sociodemográfico; Alometria.

ANEXOS

Tabela 1. *Associação entre força de preensão manual alométrica e indicadores de saúde óssea, segundo a raça/cor de pele, em adolescentes de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.*

	Raça/cor de pele			
	Branca (n = 64)		Outros grupos étnico-raciais (n = 66)	
Indicador ósseo	β (IC 95%)*	*p*	β (IC 95%)*	*p*
DMOa TBLH (g/cm²)	0,019 (0,002; 0,040)	0,008	0,010 (-0,017; 0,036)	0,458
DMOa coluna lombar (g/cm²)	0,041 (0,008; 0,075)	0,016	0,010 (-0,029; 0,049)	0,611
DMOa colo do fêmur (g/cm²)	0,010 (-0,029; 0,049)	0,616	0,032 (-0,008; 0,072)	0,117
Z (mm³)	3,58 (-30,13; 37,08)	0,837	-15,52 (-52,7; 21,7)	0,408
CSA (mm²)	1,44 (-4,76; 7,60)	0,640	1,17 (-5,36; 7,70)	0,720
CSMI (mm⁴)	139,21 (-848,96; 570,48)	0,696	-576,70 (-1271,64; 118,17)	0,102

β: coeficiente de regressão expresso por incremento de 1 desvio-padrão no índice alométrico da força de preensão manual; IC: intervalo de confiança; DMOa: densidade mineral óssea areal; Z: módulo de seção; CSA: área de seção transversal; CSMI: momento de inércia da seção transversal, TBLH: corpo todo menos cabeça.
*Modelos ajustados por massa gorda, tecido mole magro, idade, pico de velocidade de crescimento, dieta balanceada, atendimentos às recomendações de atividade física e sexo.

Tabela 2. *Associação entre força de preensão manual alométrica e indicadores de saúde óssea, segundo a escolaridade materna, em adolescentes de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.*

	Escolaridade materna			
	≤ 8 anos (n = 48)		> 8 anos (n = 82)	
Indicador ósseo	β (IC 95%)*	*p*	β (IC 95%)*	*p*
DMOa TBLH (g/cm²)	0,015 (-0,014; 0,044)	0,298	0,009 (-0,012; 0,031)	0,396
DMOa coluna lombar (g/cm²)	0,042 (0,007; 0,092)	0,041	0,002 (-0,028; 0,033)	0,875
DMOa colo do fêmur (g/cm²)	0,037 (-0,007; 0,082)	0,096	-0,003 (-0,038; 0,032)	0,849
Z (mm³)	6,88 (-37,67; 51,20)	0,759	-15,86 (-45,57; 14,00)	0,294
CSA (mm²)	2,28 (-4,88; 9,43)	0,523	-0,25 (-6,05; 5,54)	0,930
CSMI (mm⁴)	-1557,92 (-1016,7; 700,90)	0,712	-406,12 (-973,01; 160,96)	0,158

β: coeficiente de regressão expresso por incremento de 1 desvio-padrão no índice alométrico da força de preensão manual; IC: intervalo de confiança; DMOa: densidade mineral óssea areal; Z: módulo de seção; CSA: área de seção transversal; CSMI: momento de inércia da seção transversal, TBLH: corpo todo menos cabeça.
*Modelos ajustados por massa gorda, tecido mole magro, idade, pico de velocidade de crescimento, dieta balanceada, atendimentos às recomendações de atividade física e sexo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1° e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1971.

BRASIL. **Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006**. Altera a redação da LDB (Lei nº 9.394/1996) dispondo sobre a duração de 9 anos para o ensino fundamental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 fev. 2006.
CRABTREE, N. J. *et al.* The relationship between lean body mass and bone mineral content in paediatric health and disease. **Bone**, vol. 35, n. 4, p. 965–972, 2004.
DE LIMA, T.R. *et al.* Racial and Ethnic Differences in Bone Mass in Pediatric Populations: A Systematic Review. **Am J Hum Biol**, v. 38, n. 2, e70204, 2026a.
DE LIMA, T.R. *et al*. Socioeconomic differences in bone mass in pediatric populations: A systematic review. **Osteoporos Int**, v. 37, p. 587-603, 2026b.
GUEDES, D. P.; LOPES, C. C. Validação da versão brasileira do Youth Risk Behavior Survey 2007. **Rev Saúde Pública**, vol. 44, n. 5, p. 840–850, 2010.
KOCHER, M. H. *et al*. Allometric Grip Strength Norms for American Children. **J Strength Cond Res**, vol. 33, n. 8, p. 2251–2261, 2019.
MARTÍNEZ-TORRES, J.; GALLO-VILLEDAS, J.A.; AGUIRRE-ACEVEDO, D. C. Características antropométricas y de composición corporal asociadas a la fuerza prensil manual en niños y adolescentes. Una Revisión Sistemática Exploratoria. **Andes Pediatr**, vol. 93, n. 6, p. 906–917, 2022.
MOORE, S. A. *et al*. Enhancing a somatic maturity prediction model. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 47, n. 8, p. 1755-1764, 2015.
NORMAN, Kristina et al. **Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status**, 2011.
REID, I.R. Relationships among body mass, its components, and bone. **Bone**, vol. 31, n. 5, p. 547–555, 2002.
RODRIGUEZ AÑEZ, C. R.; REIS, R. S.; PETROSKI, E. L. Versão brasileira do questionário "estilo de vida fantástico": tradução e validação para adultos jovens. **Arq Bras Cardiol**, vol. 91, n. 2, 2008.
SILVA, K. S. et al. Projeto COMPAC (comportamentos dos adolescentes catarinenses): aspectos. **Rev Bras Cineantropom Des Hum**, vol. 15, n. 1, p. 1–15, 2013.