

MASSA ÓSSEA POR ULTRASSONOGRRAFIA QUANTITATIVA DE FALANGES EM JOVENS PRATICANTES DE KARATÊ

Bone mass by quantitative ultrasound of finger phalanges in young karate practitioners

Camila Justino de Oliveira Barbeto^{a,*}, Ezequiel Moreira Gonçalves^b, Keila Donassolo Santos Ribeiro^c, Roberto Ribeiro^a, Everton Paulo Roman^a, Gil Guerra-Júnior^a

RESUMO

Objetivo: Avaliar a massa óssea pela ultrassonografia quantitativa de falanges em jovens praticantes de karatê em relação a um grupo controle.

Métodos: Amostra constituída por 162 praticantes de karatê (52 meninas) e 326 controles escolares (110 meninas) saudáveis, de 6 a 16 anos de idade, do oeste do Paraná. Foram avaliados peso, estatura, índice de massa corporal (IMC), *Amplitude Dependent Speed of Sound* (AD-SoS) e *Bone Time Transmission* (BTT), e os valores de IMC, AD-SoS e BTT transformados em escore Z. Aplicaram-se testes de Mann-Whitney, qui-quadrado ou Exato de Fisher e regressão linear múltipla, sendo significante $p \leq 0,05$.

Resultados: Para ambos os sexos, os praticantes de karatê apresentaram valores superiores do escore Z do BTT comparados aos controles. Quanto à AD-SoS, as meninas do grupo de controle apresentaram valor absoluto e de escore Z superiores aos apresentados pelas praticantes de karatê do mesmo sexo. Ao avaliar a frequência relativa e absoluta de acordo com o escore Z do BTT em ambos os grupos, os meninos praticantes de karatê apresentaram maior frequência de massa óssea adequada. Nas meninas praticantes de karatê, a idade apresentou poder de explicação de 42% na variação da AD-SoS e o peso de 45% na variação do BTT. Nos meninos praticantes de karatê, a idade apresentou poder de explicação de 26% na variação da AD-SoS e a estatura 36% na variação do BTT.

Conclusões: Nesse grupo de crianças e adolescentes, independentemente do sexo, os praticantes de karatê apresentaram maior massa óssea em relação ao grupo controle, sendo o BTT mais sensível para essa avaliação.

Palavras-chave: Crianças; Adolescentes; IMC; Falanges dos dedos da mão; Ultrassonografia; Densidade óssea.

ABSTRACT

Objective: To evaluate bone mass by quantitative ultrasound of the phalanges in young karate practitioners compared to a control group.

Methods: Sample composed of 162 karate practitioners (52 females) and 326 healthy controls (110 females) aged 6 to 16 years old, in Western Paraná (Southern Brazil). Weight, height, BMI, amplitude-dependent speed of sound (AD-SoS) and bone transmission time (BTT) were evaluated. BMI, AD-SoS and BTT values were converted to Z scores. Mann-Whitney, chi-square or Fisher Exact tests and multiple linear regression were applied, with significance level set at $p \leq 0.05$.

Results: Both genders showed higher values of BTT as Z scores when compared to control group. Females from the control group had higher AD-SoS values (m/s and Z score) compared to female karate practitioners. When relative and absolute frequencies were assessed according to BTT Z score in both groups, male karate practitioners' bone mass was shown to be adequate more frequently. In female practitioners, age and weight were independent predictors of AD-SoS ($R^2=0.42$) and BTT ($R^2=0.45$), respectively. Among male karate practitioners, age was related to 26% of AD-SoS variances and height was responsible for 36% of BTT variances.

Conclusions: Children and adolescents who practice karate were shown to have more bone mass in comparison to the control group, regardless of gender. BTT was more sensitive for this evaluation.

Keywords: Children; Adolescents; BMI; Finger phalanges; Ultrasonography; Bone density.

*Autor correspondente. E-mail: cacabarbeta@yahoo.com.br (C.J.O. Barbeto).

^aUniversidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.

^bCentro de Investigação em Pediatria (CIPED), Campinas, SP, Brasil.

^cUniversidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

Recebido em 1 de agosto de 2016; aprovado em 28 de fevereiro de 2017; disponível on-line em 12 de setembro de 2017.

INTRODUÇÃO

A quantidade máxima de massa óssea atingida pelo adulto jovem (pico de massa óssea) sofre forte influência do processo de maturação sexual devido ao crescimento normal e à interação de fatores endógenos (hereditários e endócrinos) e exógenos (nutricionais e atividade física).^{1,2} Na infância e adolescência, ocorre incremento gradual da massa óssea, que nessa fase atinge 90% do seu pico, com predomínio de formação *versus* absorção óssea,³ de modo que esse é um período crítico para a resposta óssea em relação ao exercício físico.⁴

Estudos demonstram que atletas apresentam maior massa óssea em relação aos não atletas, em especial aqueles que praticam esportes de alto impacto, em razão da ocorrência de microfraturas no tecido ósseo que estimulam a osteogênese.^{5,6} O ganho de massa óssea parece depender do esporte praticado.⁶⁻¹¹ Entretanto, ainda não está definido qual é o exercício físico (tipo, intensidade, frequência e duração) necessário para ocasionar a melhora da massa óssea durante a infância e a adolescência.¹⁰

O karatê,⁶ um esporte de alto impacto, é a arte marcial mais praticada no mundo, exercida por crianças, adolescentes, adultos e idosos.¹² A atividade envolve técnicas básicas como chutes, socos e bloqueios (forma ofensiva e defensiva), divididas em dois estilos: o Kata (luta imaginária) e o Kumi-tê (combate).¹³ É uma modalidade que envolve diversos grupos musculares, com movimentos complexos e de rápidas acelerações e desacelerações.¹⁴ As técnicas de curta duração de ataque e defesa caracterizam-se por execuções com máxima intensidade, interrompidas por pequenos intervalos, o que torna a modalidade comparável a um exercício intermitente e intenso.¹⁴

Estudos que avaliaram — seja pela ultrassonografia quantitativa (QUS) de falanges,¹⁵ seja pela absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) — a massa óssea em praticantes de karatê apontam para os benefícios da modalidade para a saúde dos ossos.^{16,17} Entretanto, tais estudos são escassos. Apenas um incluiu indivíduos do sexo masculino numa faixa etária muito ampla (de 7 a 61 anos) e utilizou a QUS de falanges somente pelo parâmetro *Amplitude Dependent Speed of Sound* (AD-SoS, em m/s).¹⁴ Outros dois estudos avaliaram a massa óssea em crianças e adolescentes praticantes de artes marciais (não exclusivamente karatê) utilizando a absorciometria por DXA.^{15,16} Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a massa óssea pela QUS de falanges com os parâmetros de AD-SoS e *Bone Transmission Time* (BTT, em μ s) em crianças e adolescentes praticantes de karatê.

MÉTODO

Trata-se de um estudo transversal do tipo caso-controle pareado com crianças e adolescentes de 6 a 16 anos de idade de ambos os sexos. O grupo casos (praticantes de karatê) foi selecionado

a partir de todos os alunos matriculados no ano de 2014 na modalidade karatê nas academias das sete cidades da região oeste do Paraná (Cascavel, Capanema, Matelândia, Medianeira, São Miguel do Iguaçu, Palotina e Toledo), num total de 258 (98 meninas e 160 meninos), dos quais 162 (63%) (52 meninas e 110 meninos) participaram do estudo. O grupo controle foi extraído de um banco de dados do nosso laboratório com escolares saudáveis matriculados nas escolas municipais de Cascavel (Paraná), avaliados pelo mesmo método¹⁷ e pareados numa proporção de dois controles para um caso segundo sexo, idade, peso, estatura e índice de massa corporal (IMC), num total de 326 escolares (110 meninas e 216 meninos). A seleção dos praticantes de karatê incluiu os seguintes critérios: estar devidamente matriculado nas academias de treinamento de karatê da região oeste do Paraná, ter entre 6 e 16 anos de idade, ser saudável, não estar em uso de nenhuma medicação crônica e ter o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado por pais ou responsáveis (o fato de essa assinatura não ter sido fornecida foi o motivo para que 37% dos praticantes de karatê matriculados não participassem do estudo). A seleção do grupo controle incluiu os seguintes critérios: ser escolar da cidade de Cascavel (oeste do Paraná), ter entre 6 e 16 anos de idade, ter seus dados completos no banco de dados do grupo de pesquisa, ser saudável, não estar em uso de nenhuma medicação crônica, e ter o TCLE assinado por pais ou responsáveis.

O consentimento informado foi outorgado pela direção da academia, pais e/ou responsáveis dos praticantes de karatê, pelos diretores das escolas, pais e/ou responsáveis dos grupos controle. Esta pesquisa foi aprovada pelos Comitês de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (grupo controle - 131/2006) e Faculdade Assis Gurgacz (praticantes de karatê - 191/2013; grupo controle - 220/2008). Todos os dados foram coletados nas academias ou nas escolas.

O peso (kg) foi avaliado por meio de uma balança digital da marca Tanita® com graduação de 100 g; a estatura (cm), com um estadiômetro de parede da marca Seca® com graduação de 1 mm. A partir desses dados, foi calculado o IMC (kg/m²). Os valores de IMC foram transformados em escore Z e classificados segundo dados da *International Obesity Task Force* (IOTF):¹⁸ normal+sobrepeso (Feminino <2,19; Masculino <2,29) e obeso (Feminino \geq 2,19; Masculino \geq 2,29). Esse agrupamento da categoria do IMC (grupo normal + sobrepeso e grupo de obesos) se deveu ao fato de que, do ponto de vista fisiológico, os indivíduos que se encontram com sobrepeso não exercem influência positiva na massa óssea aproximando-se muito mais com o normal, já a obesidade pode exercer efeito tanto positivo (pelo peso) como negativo (pelo processo inflamatório) na massa óssea.¹⁹

Os parâmetros ósseos foram avaliados pela QUS das falanges (DBM Sonic Bone Profiler BP-01 IGEA®, Capri, Italy).

As avaliações foram realizadas, segundo o protocolo-padrão do fabricante, na metafise distal das falanges proximais da mão não dominante do segundo ao quinto dedo. Foram avaliados os seguintes parâmetros ósseos: AD-SoS (m/s) e BTT (μ s). O AD-SoS é o intervalo medido entre o primeiro sinal transmitido e o último recebido, com influência dos tecidos moles; o BTT reflete as propriedades do osso, independentemente do efeito do tecido mole, sendo considerado um parâmetro mais preciso para essa avaliação. Os valores absolutos das duas medidas (AD-SoS e BTT) foram convertidos em escores Z, utilizando-se como referência os resultados de Barkmann *et al.*²⁰ De acordo com os resultados, todos os sujeitos foram classificados em dois grupos: abaixo do esperado (valores de escores $Z \leq -2,0$) ou adequado (valores de escores $Z > -1,99$). Na avaliação dos parâmetros ósseos pelo QUS, o coeficiente de variação intra e interobservador no nosso grupo de pesquisa é de 0,6 e 1,5%, respectivamente.¹⁷

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificação da normalidade dos dados. Como os dados não apresentaram distribuição normal, as variáveis foram apresentadas em valores de mediana, mínimo e máximo. Para se comparar os grupos de acordo com o sexo, foi utilizado o teste de Mann-Whitney; o teste de qui-quadrado ou Exato de Fischer foi utilizado para se comparar a frequência de indivíduos com massa óssea e IMC adequados ou não. O teste de correlação de Spearman foi aplicado entre os parâmetros ósseos, idade e medidas antropométricas (peso, estatura, IMC, Z do IMC). Após a transformação dos dados, a análise de regressão linear múltipla *stepwise* foi aplicada para avaliar os efeitos de cada variável independente nos parâmetros ósseos.

Para todas as análises foi adotado como nível de significância o p -valor $\leq 0,05$. Realizou-se, ainda, um estudo *a posteriori* do efeito amostral por meio do estudo do poder de cada teste com o método do Cálculo de Poder Padrão e com o teste R, fixando o nível de significância de todos os testes em $\alpha=0,05$. O tratamento estatístico foi efetuado por meio do Programa SPSS versão 20.0.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra as características gerais dos grupos praticantes de karatê e controle de acordo com o sexo. Quanto ao sexo feminino, as praticantes de karatê apresentaram valores superiores de escores Z do IMC e do BTT se comparados aos valores apresentados por aquelas do grupo controles; já o grupo controle apresentou AD-SoS e escore Z da AD-SoS superiores. Quanto ao sexo masculino, os praticantes de karatê apresentaram BTT e escore Z do BTT superiores aos valores apresentados pelos participantes do grupo controle. Todas as demais variáveis foram semelhantes nos dois grupos em relação ao sexo.

Na Tabela 2, observa-se a frequência de jovens praticantes de karatê e do grupo controle, divididos por sexo, em relação à classificação da massa óssea e do IMC. Apenas os meninos praticantes de karatê apresentaram maior frequência com massa óssea normal pelo escore Z do BTT em relação à frequência apresentada pelos participantes do grupo controle do mesmo sexo (Tabela 2).

Em relação à correlação entre os parâmetros ósseos e antropométricos, não foi observada correlação apenas entre IMC e AD-SoS nos meninos praticantes de karatê. Todas as demais

Tabela 1 Características gerais da amostra dos praticantes de karatê e controles de acordo com o sexo.

	Feminino (n=162)		p-valor*	Masculino (n=326)		p-valor*
	Karatê (n=52)	Controle (n=110)		Karatê (n=110)	Controle (n=216)	
	Mediana (min.-máx.)	Mediana (min.-máx.)		Mediana (min.-máx.)	Mediana (min.-máx.)	
Idade (anos)	11,20 (6,0–15,8)	12,20 (8,6–15,8)	0,933	10,20 (6,2–15,9)	10,90 (6,9–15,9)	0,844
Estatura (cm)	148,50 (113–171)	150,05 (126–171)	0,560	145 (110–187)	141 (114–183)	0,087
Peso (kg)	42,20 (20,2–71,0)	41,70 (24–59,3)	0,507	41,10 (19,3–80,5)	37,75 (19,6–94,6)	0,141
IMC (kg/m ²)	18,40 (14,0–26,6)	18,70 (14,9–23,1)	0,236	19,20 (13,4–28,6)	18,50 (13,6–29,8)	0,137
Z IMC	0,70 (-1,6–2,1)	0,38 (-0,6–2,4)	0,031 [†]	0,80 (-1,7–3,4)	0,73 (-1,5–3,2)	0,332
AD-SoS (m/s)	1938 (1786–2122)	1986 (1815–2181)	0,003 [†]	1907 (1675–2212)	1906 (1644–2159)	0,635
Z ADSOS	-0,20 (-2,9–2,7)	0,57 (-2,3–3,8)	0,001 [†]	-0,13 (-6,8–4,7)	-0,20 (-6,8–3,5)	0,479
BTT (μ s)	1,10 (0,6–2,1)	1,02 (0,5–1,8)	0,493	0,97 (0,5–2,2)	0,83 (0,4–1,7)	0,001 [†]
Z BTT	0,62 (-2,5–7,5)	0,12 (-3,5–3,7)	0,045 [†]	0,46 (-2,3–7,6)	-0,49 (-2,8–2,7)	0,001 [†]

AD-SoS: *Amplitude Dependent Speed of Sound*; BTT: *Bone Time Transmission*; IMC: índice de massa corporal; min.: mínimo; máx.: máximo; *Teste de Mann Whitney [†]Poder amostral >99%.

variáveis apresentaram correlações positivas variando de moderadas a altas e significativas, em geral acima de 0,40, com exceção de: IMC e AD-SoS nas meninas praticantes de karatê, e peso e AD-SoS nos meninos praticantes de karatê; IMC e BTT nos meninos praticantes de karatê, e IMC e AD-SoS e BTT

Tabela 2 Dados de frequência relativa e absoluta de acordo com os escores Z de *Amplitude Dependent Speed of Sound*, *Bone Time Transmission* e índice de massa corporal segundo sexo, prática de karatê e grupo controle.

Sexo	Escore Z do teste	Karatê n (%)	Controle n (%)	p-valor
AD-SoS				
F	<-2,00	6 (11,5)	5 (4,5)	0,099*†
	>-1,99	46 (88,5)	105 (99,5)	
M	<-2,00	19 (17,3)	27 (12,5)	0,242**
	>-1,99	91 (82,7)	189 (87,5)	
BTT				
F	<-2,00	1 (1,9)	4 (3,6)	1,000***
	>-1,99	51 (98,1)	106 (96,4)	
M	<-2,00	1 (0,9)	18 (8,3)	0,050***
	>-1,99	109 (99,1)	198 (91,7)	
IMC				
F	<2,19	52 (100)	109 (99,1)	1,000***
	≥2,19	0 (0,0)	1 (0,9)	
M	<2,29	100 (90,9)	206 (95,4)	0,112**
	≥2,29	10 (9,1)	10 (4,6)	

AD-SoS: *Amplitude Dependent Speed of Sound*; BTT: *Bone Time Transmission*; IMC: índice de massa corporal; F: feminino; M: masculino; *qui-quadrado; **Teste de Fisher; †Poder amostral de 26%; *Poder amostral de 46%.

nos meninos do grupo controle — essas variáveis apresentaram correlações positivas, porém baixas (Tabela 3).

Na Tabela 4, observam-se resultados do modelo de regressão linear múltipla para as variáveis de AD-SoS e BTT para ambos os sexos. Com exceção das meninas praticantes de karatê, a idade foi a variável que melhor explicou a variação da AD-SoS, com poder de explicação entre 26 e 42%. Para o BTT resultados semelhantes foram obtidos pelos dois grupos, e as variáveis que apresentaram melhor predição foram o peso para as meninas ($r^2=0,45$ para os praticantes de karatê; $r^2=0,51$ para o grupo controle) e a estatura para os meninos ($r^2=0,36$ para os praticantes de karatê; $r^2=0,42$ para o grupo controle).

DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou que jovens praticantes de karatê de ambos os sexos apresentam maior massa óssea, ajustada pela idade e sexo (escore Z do BTT), em comparação ao grupo controle; o peso para as meninas e a estatura para os meninos foram os dados antropométricos de melhor predição desse resultado.

Na literatura, apenas o estudo de Drozdowska *et al.*¹⁴ avaliou a massa óssea utilizando a QUS em indivíduos praticantes de karatê. No entanto, a pesquisa incluiu apenas indivíduos do sexo masculino com idade de 7 a 61 anos, tendo sido a massa óssea avaliada somente pela AD-SoS. O referido estudo mostrou que o tempo, a frequência de exercício e a época de início da atividade esportiva foram fatores determinantes para a massa óssea; por isso, os adultos apresentaram maior benefício com a prática do karatê. No presente estudo, foi verificado que também houve aumento de massa óssea devido à prática diária de exercícios e técnicas relacionadas ao karatê na faixa etária dos mais velhos, porém esse benefício também ocorreu nas crianças e adolescentes de ambos os sexos.

Apesar de os resultados do presente estudo apontarem maior AD-SoS nos praticantes de karatê em relação ao grupo controle,

Tabela 3 Correlações de *Amplitude Dependent Speed of Sound* e *Bone Time Transmission* com idade, estatura, peso e índice de massa corporal, segundo sexo, prática de karatê e grupo controle.

	Feminino				Masculino			
	Karatê		Controle		Karatê		Controle	
	AD-SoS (m/s)	BTT (μs)						
Idade	0,68**	0,69**	0,69**	0,71**	0,49**	0,60**	0,62**	0,62**
Estatura (cm)	0,59**	0,66**	0,72**	0,74**	0,48**	0,64**	0,61**	0,65**
Peso (kg)	0,48**	0,64**	0,71**	0,76**	0,39**	0,56**	0,56**	0,58**
IMC (kg/m ²)	0,27**	0,50**	0,42**	0,51**	0,07	0,20*	0,32**	0,33**

Teste de Spearman: * $p<0,05$; ** $p<0,01$; BTT: *Bone Time Transmission*; AS-SoS: *Amplitude Dependent Speed of Sound*; IMC: índice de massa corporal.

é importante ressaltar que o BTT tem maior sensibilidade na avaliação da massa óssea, quando avaliado pelo QUS em relação ao AD-SoS e, por esse motivo, incluímos a avaliação desse parâmetro no estudo. Tais variáveis refletem a velocidade do ultrassom no osso, mas o AD-SoS é o intervalo medido entre o primeiro sinal transmitido e o último recebido, com influência dos tecidos moles; enquanto o BTT reflete as propriedades do osso independentemente do efeito de confundimento do tecido mole.²⁰ A diferença entre AD-SoS e BTT pode explicar o fato de o presente estudo ter observado maior AD-SoS (valor absoluto e escore Z) nas meninas do grupo controle em relação às praticantes de karatê, pois as praticantes de karatê apresentaram maior escore de IMC, indicando a influência do tecido mole na avaliação. No entanto, o escore Z do BTT foi maior no grupo de praticantes de karatê em relação ao grupo controle em ambos os sexos.

O karatê é uma modalidade que envolve diversos grupos musculares, com movimentos complexos e de rápidas acelerações e desacelerações com técnicas de deslocamento e posturas.¹⁴ As técnicas de curta duração de ataque e defesa

caracterizam-se por execuções com máxima intensidade, interrompidas por pequenos intervalos, tornando a modalidade comparável a um exercício intermitente e intenso.¹⁴ Essas técnicas, aliadas à máxima intensidade, reforçam os achados no presente estudo, segundo os quais o ganho e o estresse ósseos ocorrem por meio de constantes execuções. Nesse sentido, em 2008, Koropanovski *et al.* estabeleceram que técnicas de membros superiores são frequentemente predominantes (89,1%) quando comparadas com as de membros inferiores (8,4%).²¹ As técnicas que utilizam socos são mais eficientes, com maior chance de alcançar o alvo, em comparação com a técnica de pontapé. Isso explicaria a utilização em maior número dos membros superiores durante o combate de karatê.²² Tais achados se assemelham aos resultados do presente estudo: devido ao uso predominante dos membros superiores no karatê e das técnicas que utilizam membros superiores, estas levam a maiores valores de massa óssea.

Recentemente, Nasri *et al.*¹⁶ avaliaram o efeito dos esportes de combate (judô, karatê, karatê kyokushinkai, boxe e kung fu) na

Tabela 4 Resultados do modelo de regressão linear múltipla para as variáveis de *Amplitude Dependent Speed of Sound* e *Bone Time Transmission* do sexo feminino (F) e masculino (M) por grupos, em relação às variáveis antropométricas.

Sexo	Grupo		B	EP	Beta	R ² _{ajustado}	F	p-valor
AD-SoS								
Fem.	Karatê	Constante	-0,293	0,100	0,654	0,42	37,310	<0,001
		Idade	0,521	0,085				
Fem.	Controle	Constante	0,177	0,065	0,693	0,48	99,600	<0,001
		Peso	0,728	0,073				
Mas.	Karatê	Constante	0,058	0,088	0,518	0,26	39,609	<0,001
		Idade	0,484	0,077				
Mas.	Controle	Constante	-0,014	0,050	0,626	0,39	137,567	<0,001
		Idade	0,643	0,055				
BTT								
Fem.	Karatê	Constante	0,059	0,112	0,680	0,45	42,909	<0,001
		Peso	0,552	0,084				
Fem.	Controle	Constante	-0,016	0,063	0,715	0,51	112,833	<0,001
		Peso	0,856	0,081				
Mas.	Karatê	Constante	0,365	0,074	0,606	0,36	62,799	<0,001
		Estatura	0,517	0,065				
Mas.	Controle	Constante	-0,181	0,049	0,652	0,42	158,503	<0,001
		Estatura	0,674	0,054				

Fem.: feminino; Mas.: masculino; BTT: *Bone Time Transmission*; AS-SoS: *Amplitude Dependent Speed of Sound*; B: coeficiente da regressão linear; EP: erro padrão; F: valor da análise de variância (ANOVA).

densidade mineral óssea medida pela DXA em adolescentes^{16,17} e observaram maior massa óssea nos praticantes desses esportes em comparação ao grupo controle. Em 2001, Andreolli *et al.*²³ avaliaram a densidade mineral óssea de homens adultos jovens (praticantes de judô, karatê, polo aquático e não praticantes desses esportes) e mostraram maior densidade mineral óssea pela DXA nos praticantes de karatê e judô em relação aos praticantes de polo aquático e não praticantes desses esportes, ressaltando que a diferença na saúde óssea foi apontada independentemente do método utilizado e da faixa etária. O presente estudo não utilizou a técnica da DXA e sim a do QUS e também verificou o ganho de massa óssea em praticantes de karatê em relação aos participantes do grupo controle, o que significa que o método é adequado para avaliações do tecido ósseo, com a vantagem de possuir fácil aplicabilidade, manuseio e portabilidade.

Em 2011, Tenforde e Fredericson⁶ realizaram uma revisão de artigos publicados relacionados à densidade mineral óssea pela DXA em atletas de 10 a 30 anos de idade e observaram uma maior densidade mineral óssea nos esportes de alto impacto (ginástica, corrida com barreiras, judô, karatê, voleibol e outros esportes com saltos), assim como em esportes de impacto frequente, porém não constante (futebol, basquetebol, esportes com raquete, ginástica aeróbica e patinação de velocidade), em relação a esportes sem impacto (natação, polo aquático e ciclismo). Apesar de QUS e DXA serem técnicas distintas e que avaliam diferentes dados da massa óssea, existe certa correlação entre seus resultados, já demonstrada em diferentes estudos e confirmada por Baroncelli *et al.*²⁰ Portanto, os dados observados no presente estudo, com a QUS de falanges, mais especificamente avaliando o BTT, podem ser comparáveis aos estudos acima citados, com a densidade mineral óssea e DXA em praticantes de karatê.^{6,16,17,24}

Löfgren *et al.*⁴ realizaram pesquisa de intervenção com crianças de 7 a 9 anos de idade de ambos os sexos. Mostraram que as crianças submetidas ao programa de intervenção apresentaram maior massa óssea pela DXA, sem risco de fraturas em relação ao grupo controle, confirmando que a prática de exercícios, como o karatê ou outro tipo de atividade física de impacto, é fundamental para a saúde óssea de crianças e adolescentes.

No Brasil, pesquisas que utilizaram a QUS de falanges em crianças e adolescentes saudáveis de ambos os sexos mostraram a influência da idade, do peso e da estatura no incremento da massa óssea.^{1,25-27} Tais investigações detectaram que: o aumento da massa óssea dependeu da idade, puberdade e estatura;¹ a AD-SoS e o *Ultrasound Bone Profile Index* (UBPI) foram maiores com idade e puberdade;²⁵ o aumento da AD-SoS foi dependente das massas magra e gorda;²⁶ e a AD-SoS e o UBPI foram maiores com idade, puberdade e altura²⁷. Em 2014, Krahenbühl *et al.*,²⁸ por meio de uma revisão sistemática de artigos publicados com massa óssea avaliada pela QUS em crianças e adolescentes, constataram que

tanto a AD-SoS quanto o BTT aumentam com a idade, assim como os parâmetros antropométricos como peso e estatura, sendo esses dados semelhantes apresentados em estudos realizados com diferentes etnias. Nesse sentido, a relação das variáveis com os parâmetros ósseos é decorrente de um crescimento normal para a idade pediátrica, e elas podem variar de indivíduo para indivíduo; como se constatou neste estudo, há a influência de idade e estatura. Consequentemente, o aumento da massa óssea em crianças e adolescentes relacionado à idade e à puberdade é esperado, o que foi bem documentado por Lappe *et al.*² Os autores avaliaram a densidade mineral óssea de 1.743 crianças e adolescentes de ambos os sexos com idade entre 6 e 16 anos e mostraram o efeito do exercício físico com peso na massa óssea durante a puberdade. Além disso, é importante destacar que a puberdade é caracterizada por mudanças físicas, como aumento de peso e estatura, influenciadas pelo estímulo hormonal específico de cada sexo, predominando o estímulo androgênico nos meninos com o ganho de massa magra e estatura, e o estímulo estrogênico nas meninas, com o ganho de peso e massa gorda.²⁸ Tais dados justificam os resultados observados no presente estudo da relação da massa óssea com os parâmetros antropométricos, em especial do escore Z do BTT com o peso nas meninas e a estatura nos meninos.

No entanto, algumas limitações merecem ser citadas no presente estudo, como a não avaliação dos estádios de puberdade e do tempo e da intensidade da prática de karatê. Contudo, trata-se de um estudo pioneiro na avaliação da massa óssea pela QUS, com uma casuística significativa de crianças e adolescentes praticantes de karatê em relação a um grupo controle.

A avaliação da massa óssea — aplicada ao praticante de karatê no início da execução dos fundamentos e das técnicas básicas e, posteriormente, no decorrer das aulas e graduações das faixas — poderá contribuir para a saúde do praticante e, por conseguinte, para a melhora da sua qualidade de vida e, com isso, confirmar a importância e os benefícios dos esportes de combate na idade pediátrica. Neste estudo, demonstrou-se que o BTT é o parâmetro mais adequado e útil para a realização de análises com karatecas, por apresentar maior sensibilidade na avaliação do tecido ósseo. Tais resultados, dada a escassez de evidências na literatura científica, tornam este estudo exemplo para futuras pesquisas com esportes de combate (alto impacto), a fim de elucidar seus benefícios na saúde óssea. Em conclusão, neste grupo de crianças e adolescentes, independentemente do sexo, os praticantes de karatê apresentaram maior massa óssea em relação ao grupo controle.

Financiamento

O estudo não recebeu financiamento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Santos KD, Petroski EL, Ribeiro RR, Guerra Junior G. Bone quantity and quality in Brazilian female schoolchildren and adolescents. *J Bone Miner Metab.* 2009;27:507-12.
2. Lappe JM, Watson P, Gilsanz V, Hangartner T, Kalkwarf HJ, Oberfield S, et al. The longitudinal effects of physical activity and dietary calcium on bone mass accrual across stages of pubertal development. *J Bone Miner Res.* 2015;30:156-64.
3. Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003;32:39-63.
4. Löfgren B, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A 4 year exercise program in children increases bone mass without increasing fracture risk. *Pediatrics.* 2012;129:e1468-76.
5. Greene DA, Naughton GA. Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Sports Med.* 2006;36:723-32.
6. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM R.* 2011;3:861-7.
7. Gruodytė R, Jürimäe J, Cicchella A, Stefanelli C, Passariello C, Jürimäe T. Adipocytokines and bone mineral density in adolescent female athletes. *Acta Paediatr.* 2010;99:1879-84.
8. Ito IH, Mantovani AM, Agostinete RR, Costa Junior P, Zanuto EF, Christofaro DG, et al. Practice of martial arts and bone mineral density in adolescents of both sexes. *Rev Paul Pediatr.* 2016;34:210-5.
9. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1985-96.
10. Gracia Marco L, Moreno LA, Ortega FB, León F, Sioen I, Kafatos A, et al. Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents: the HELENA study. *Am J Prev Med.* 2011;40:599-607.
11. Koropanovski N, Berjan B, Bozic PR, Pazin N, Sanader A, Jovanovic S, et al. Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. *J Hum Kinet.* 2011;30:107-14.
12. Imamura H, Yoshimura Y, Uchida K, Nishimura S, Nakazawa AT. Maximal oxygen uptake, body composition and strength of highly competitive and novice karate practitioners. *Appl Human Sci.* 1998;17:215-8.
13. Milanez VF, Dantas JL, Christofaro DG, Fernandes RA. [Heart rate response during a karate training session]. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18:42-5.
14. Drozdowska B, Münzer U, Adamczyk P, Pluskiewicz W. Skeletal status assessed by quantitative ultrasound at the hand phalanges in karate training males. *Ultrasound Med Biol.* 2011;37:214-9.
15. Nasri R, Hassen Zrour S, Rebai H, Najjar MF, Neffeti F, Bergaoui N, et al. Grip strength is a predictor of bone mineral density among adolescent combat sport athletes. *J Clin Densitom.* 2013;16:92-7.
16. Nasri R, Zrour SH, Rebai H, Neffeti F, Najjar MF, Bergaoui N, et al. Combat sports practice favors bone mineral density among adolescent male athletes. *J Clin Densitom.* 2015;18:54-9.
17. Gonçalves EM, Ribeiro RR, Carvalho WR, Moraes AM, Roman EP, Santos KD, et al. Brazilian pediatric reference data for quantitative ultrasound of phalanges according to gender, age, height and weight. *PLoS One.* 2015;10:e0127294.
18. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes.* 2012;7:284-94.
19. Barkmann R, Rohrschneider W, Vierling M, Tröger J, de TF, Cadossi R, et al. German pediatric reference data for quantitative transverse transmission ultrasound of finger phalanges. *Osteoporos Int.* 2002;13:55-61.
20. Baroncelli GI. Quantitative ultrasound methods to assess bone mineral status in children: technical characteristics, performance, and clinical application. *Pediatr Res.* 2008;63:220-8.
21. Koropanovski N, Dopsaj M, Jovanovic S. Characteristics of pointing actions of top male competitors in karate at world and European level. *Braz J Biomotricity.* 2008;2:241-51.
22. Chaabène H, Franchini E, Miarka B, Selmi MA, Mkaouer B, Chamari K. Time motion analysis and physiological responses to karate official combat sessions: is there a difference between winners and defeated karatekas? *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:302-8.
23. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:507-11.
24. Ribeiro RR, Guerra Junior G, Azevedo Barros Filho A. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. *J Bone Miner Metab.* 2009;27:494-501.
25. Carvalho WR, Gonçalves EM, Ribeiro RR, Farias ES, Carvalho SS, Guerra Júnior G. Influence of body composition on bone mass in children and adolescents. *Rev Assoc Med Bras.* 2011;57:662-7.
26. Moraes AM, Gonçalves EM, Barbeto VJ, Guerra Júnior G. Cross sectional study of the association of body composition and physical fitness with bone status in children and adolescents from 11 to 16 years old. *BMC Pediatr.* 2013;13:117.
27. Krahenbühl T, Gonçalves EM, Costa ET, Barros Filho A. Factors that influence bone mass of healthy children and adolescents measured by quantitative ultrasound at the hand phalanges: a systematic review. *Rev Paul Pediatr.* 2014;32:266-72.
28. Looma Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2009;16:10-5.