



## ARTIGO ORIGINAL

## Prática de artes marciais e densidade mineral óssea em adolescentes de ambos os sexos



Igor Hideki Ito<sup>a,\*</sup>, Alessandra Madia Mantovani<sup>a</sup>, Ricardo Ribeiro Agostinete<sup>b</sup>, Paulo Costa Junior<sup>b</sup>, Edner Fernando Zanuto<sup>b</sup>, Diego Giulliano Destro Christofaro<sup>b</sup>, Luis Pedro Ribeiro<sup>c</sup> e Rômulo Araújo Fernandes<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Rio Claro, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Presidente Prudente, SP, Brasil

<sup>c</sup> Universidade do Algarve, Faro, Portugal

Recebido em 29 de abril de 2015; aceito em 13 de setembro de 2015

Disponível na Internet em 8 de março de 2016

## PALAVRAS-CHAVE

Artes marciais;  
Densidade mineral  
óssea;  
Adolescentes

## Resumo

**Objetivo:** Analisar a relação entre a prática de artes marciais (judô, karatê e kung-fu) e a densidade mineral óssea em adolescentes.

**Métodos:** O estudo foi composto por 138 adolescentes (48 praticantes de artes marciais e 90 não praticantes) de ambos os sexos, com média de 12,6 anos. A densidade mineral óssea foi medida com absorptometria radiológica de dupla energia em braços, pernas, coluna, tronco, pelve e total. A carga de treinamento semanal e o tempo anterior de envolvimento na modalidade esportiva foram relatados pelo treinador. A correlação parcial testou a associação entre a carga semanal de treinamento e a densidade mineral óssea, controlada para sexo, idade cronológica, prática anterior e maturação somática. A análise de covariância foi usada para comparar os valores de densidade mineral óssea de acordo com os grupos controle e de artes marciais, controlados para sexo, idade cronológica, prática anterior e maturação somática. Associações significativas entre a densidade mineral óssea e a massa muscular foram inseridas em um modelo multivariado e as inclinações dos modelos foram comparadas com o teste *t* de Student (controle versus arte marcial).

**Resultados:** Os adolescentes envolvidos na prática de judô apresentaram valores maiores de densidade mineral óssea do que os do grupo controle ( $p=0,042$ ; tamanho de efeito médio [ $\eta^2=0,063$ ]), enquanto a relação entre a quantidade de treinos semanais e a densidade mineral óssea foi significativa entre os adolescentes praticantes de judô (braços [ $r=0,308$ ] e pernas [ $r=0,223$ ]) e kung-fu (braços [ $r=0,248$ ] e coluna [ $r=0,228$ ]).

**Conclusões:** Diferentes modalidades de artes marciais estão relacionadas com maior densidade mineral óssea em diferentes regiões do corpo em adolescentes.

© 2015 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2015.09.003>

\* Autor para correspondência.

E-mail: [igorhidekiito44@gmail.com](mailto:igorhidekiito44@gmail.com) (I.H. Ito).

**KEYWORDS**

Martial arts;  
Bone mineral density;  
Adolescents

**Practice of martial arts and bone mineral density in adolescents of both sexes****Abstract**

**Objective:** The purpose of this study was to analyze the relationship between martial arts practice (judo, karate and kung-fu) and bone mineral density in adolescents.

**Methods:** The study was composed of 138 (48 martial arts practitioners and 90 non-practitioners) adolescents of both sexes, with an average age of 12.6 years. Bone mineral density was measured using Dual-Energy X-ray Absorptiometry in arms, legs, spine, trunk, pelvis and total. Weekly training load and previous time of engagement in the sport modality were reported by the coach. Partial correlation tested the association between weekly training load and bone mineral density, controlled by sex, chronological age, previous practice and somatic maturation. Analysis of covariance was used to compare bone mineral density values according to control and martial arts groups, controlled by sex, chronological age, previous practice and somatic maturation. Significant relationships between bone mineral density and muscle mass were inserted into a multivariate model and the slopes of the models were compared using the Student *t* test (control versus martial art).

**Results:** Adolescents engaged in judo practice presented higher values of bone mineral density than the control individuals ( $p$ -value=0.042; Medium Effect size [Eta-squared=0.063]), while the relationship between quantity of weekly training and bone mineral density was significant among adolescents engaged in judo (arms [ $r$ =0.308] and legs [ $r$ =0.223]) and kung-fu (arms [ $r$ =0.248] and spine [ $r$ =0.228]).

**Conclusions:** Different modalities of martial arts are related to higher bone mineral density in different body regions among adolescents.

© 2015 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Introdução**

Na idade adulta, a saúde dos ossos é afetada pela inatividade física e pelo envelhecimento, uma vez que ambos afetam a estrutura óssea e podem ocasionar osteoporose e fraturas.<sup>1</sup> Portanto, o exercício físico é amplamente recomendado para a prevenção de osteoporose e fraturas por meio do aumento da densidade mineral óssea (DMO) e da redução da perda óssea associada à idade.<sup>2</sup> Na idade adulta, o exercício físico produz incrementos baixos em massa óssea<sup>2</sup> e, dessa forma, a infância e a adolescência parecem ser os períodos mais significativos para a melhoria da DMO<sup>2,3</sup> e, consequentemente, evitar desfechos tais como a osteoporose na idade adulta.

Durante a infância e a adolescência o hormônio do crescimento contribui para o ganho de massa óssea e a concentração desse hormônio no sangue é aumentada com exercícios físicos.<sup>4</sup> Além disso, a força e a geometria dos ossos são substancialmente afetadas pelas contrações musculares contínuas maiores observadas nas atividades esportivas.<sup>5</sup> Portanto, a prática de atividade física é recomendada e alguns estudos têm relatado melhoria na DMO em diversas modalidades,<sup>6-8</sup> tais como futebol,<sup>9</sup> vôlei<sup>10</sup> e *badminton*,<sup>11</sup> mas esse evento é menos relatado nas artes marciais.<sup>12</sup>

As artes marciais incluem forças de alta magnitude por meio da tração do músculo sobre o osso, das forças de reação do solo intensificadas pela ausência de calçado para atenuar os choques de impacto e da carga de alto impacto do esqueleto devido a repetidas quedas no chão.<sup>13</sup> O American College of Sports Medicine<sup>14</sup> reconhece o efeito benéfico da

prática esportiva no ganho de massa óssea durante o crescimento humano, mas essa mesma organização observa que embora as artes marciais demonstrem aspectos relacionados ao ganho de DMO, os achados são baseados principalmente em atletas de elite<sup>6</sup> e não está claro se essa relação ocorre em crianças e adolescentes.<sup>15</sup> Além disso, a ausência de controle por meio de variáveis importantes relacionadas ao ganho de massa óssea durante a infância e adolescência (massa livre de gordura [MLG] e maturação biológica) constitui uma limitação nos estudos que analisam a relação entre a prática de esportes e a DMO em populações pediátricas.<sup>16</sup>

Portanto, os objetivos deste estudo foram: (i) verificar a relação entre as artes marciais mais praticadas (judô, karatê e kung-fu) e a DMO em adolescentes, bem como (ii) identificar se essa relação é independente da maturação biológica e da MLG. Nossa hipótese é que a prática de artes marciais estaria relacionada a uma maior densidade mineral óssea em adolescentes de ambos os sexos.

**Método**

Estudo transversal composto por 138 adolescentes de ambos os sexos (de 11 a 14 anos) e foi feito no Laboratório de Investigação em Exercício (Live) do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), em Presidente Prudente (SP), Brasil. O estudo de coorte "Prática de diferentes modalidades esportivas e ganho de massa óssea em adolescentes: coorte de nove meses" foi feito em 2013 e 2014 e os dados apresentados fazem parte das medidas basais.

A estimativa do tamanho da amostra foi feita por meio de uma equação com base na análise de variância (Anova), a qual levou em conta uma diferença mínima de DMO de 0,255 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )<sup>13</sup> entre os grupos controle e de artes marciais, um desvio padrão de 0,180 $\text{g}/\text{cm}^2$ , quatro grupos independentes (controle, karatê, kung-fu e judô), um poder de 80% e alfa de 5%. O tamanho final da amostra foi estimado em um mínimo de 12 adolescentes por grupo e, portanto, pelo menos 48 adolescentes foram necessários. Para os adolescentes envolvidos em artes marciais, foram incluídos os seguintes critérios: (i) ter entre 11 e 17; (ii) um mínimo de três meses de envolvimento anterior com a arte marcial atual e (iii) ter a permissão do treinador. Adolescentes de ambos os sexos, envolvidos em artes marciais (nível regional), foram recrutados de clubes esportivos em diferentes regiões da cidade, de acordo com os seguintes critérios: karatê (nove meninas e cinco meninos [estilo *Shotokan*]), judô (oito meninas e 10 meninos) e kung-fu (uma menina e 15 meninos [estilo *sanda*]). O grupo controle foi composto por adolescentes de cinco escolas em diferentes regiões da cidade. Nessas cinco escolas, todos os alunos entre 11 e 17 anos foram convidados a participar e após a confirmação de que preenchiam os critérios de inclusão ([i] idade entre 11 e 17 anos e [ii] não praticar atividade física regular/esporte fora da escola), o grupo controle foi composto por 36 meninas e 54 meninos.

Os pais ou responsáveis assinaram um termo de consentimento por escrito e o estudo foi previamente aprovado pelo Conselho de Ética da Universidade Estadual de São Paulo, Campus de Presidente Prudente, Brasil.

O peso corporal foi medido com uma balança digital (Filizzola, São Paulo, Brasil, até o 0,1 kg mais próximo) e a altura com um estadiômetro de parede (até o 0,1 cm mais próximo) com um comprimento máximo de 200 centímetros. Todas as medidas antropométricas foram feitas de acordo com métodos padrões publicados previamente.<sup>17</sup> O comprimento das pernas e a estatura sentada também foram avaliados com técnicas-padrão.<sup>17</sup> Essas medidas foram usadas para calcular o início da maturidade, que denota o tempo (em anos) do/para o pico de velocidade de crescimento (PVC),<sup>18</sup> um importante evento de maturação. O PVC é um indicador de maturação somática (crescimento linear) e reflete a idade da taxa de crescimento máxima durante a adolescência.

A carga de treinamento semanal foi medida por meio de um questionário preenchido pelo treinador, no qual foram feitas as seguintes perguntas sobre cada atleta: (i) o número de dias de treinamento por semana e (ii) o número de horas por dia em treinamento. A carga de treinamento semanal foi calculada com a equação número de dias  $\times$  horas por dia (expresso em minutos/semana). O tempo de envolvimento anterior com a arte marcial também foi relatado pelo técnico (em meses), bem como o uso de qualquer suplementação (perda de peso ou ganho de massa muscular).

A densidade mineral óssea (em  $\text{g}/\text{cm}^2$ ) em diferentes regiões do corpo ([i] DMO de corpo inteiro, [ii] DMO dos membros inferiores, [iii] DMO dos membros superiores, [iv] DMO da região da coluna vertebral, [v] DMO da pelve e [vi] DMO do tronco) foi analisada por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (Dexa). O aparelho usado foi o modelo Lunar DPX-NT (General Electric [GE]). A dose de

radiação que cada participante recebeu foi inferior a 0,05 mrem, em outras palavras, o equivalente a 50 vezes menos do que um exame de raios X convencional.<sup>19</sup> Todos os participantes usavam roupas leves e estavam descalços (sem pertences de metal no corpo). Foram colocados no equipamento na posição supina, permaneceram imóveis durante todo o exame, de aproximadamente 15 minutos. Os resultados foram calculados por meio de *software* específico fornecido pelo fabricante. Além disso, as medidas de gordura corporal (em porcentagem) e MLG (em kg) também foram fornecidas pelo *software* DXA.

Idade cronológica, sexo, MLG e maturação somática foram tratados como possíveis fatores de confusão neste estudo e, assim, foram usados para ajustar os modelos multivariados. A idade cronológica (em escala decimal) foi estimada pela diferença entre a data de nascimento e a data de avaliação.

A normalidade dos dados foi analisada com do teste de Kolmogorov-Smirnov (a carga de treinamento semanal apresentou distribuição não paramétrica e, assim, sofreu transformação logarítmica). A estatística descritiva consistiu em valores médios e desvios-padrão. A correlação parcial analisou a relação entre a carga de treinamento semanal e a DMO controlada para sexo, idade cronológica, tempo de prática anterior e maturação somática. A análise de covariância (ANCOVA) foi usada para comparar valores de DMO relativos aos grupos controle e de artes marciais, controlados para sexo, idade cronológica, tempo de prática anterior e maturação somática (o teste de Bonferroni foi usado quando necessário). Medidas de tamanho de efeito foram fornecidas por meio de valores de  $\eta^2$  ao quadrado. Finalmente, relações significativas entre a DMO e MLG foram inseridas em um modelo multivariado (ajustado simultaneamente para idade, sexo e maturação somática) e as inclinações dos modelos foram comparadas com o teste *t* de Student (controle *versus* arte marcial). Todos os procedimentos estatísticos foram feitos com o *software* BioEstat (versão 5.0 [Instituto Mamirauá, Tefé - Brasil]) e o nível de significância (*p*-valor) foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

## Resultados

A amostra do presente estudo foi composta de 137 adolescentes (47 praticantes e 90 não praticantes de artes marciais). Foram observadas diferenças significativas entre os grupos para as variáveis idade ( $p=0,020$ ), peso corporal ( $p=0,026$ ) e maturação somática ( $p$ -valor=0,012). Os adolescentes praticantes de artes marciais apresentaram maior densidade mineral óssea nos braços, nas pernas, no tronco, na coluna vertebral e na DMO total (tabela 1).

A ANCOVA identificou que apenas adolescentes envolvidos na prática de judô apresentaram valores maiores de DMO nos braços do que o grupo controle ( $\eta^2$ -quadrado=0,063; tamanho de efeito médio) após o controle para sexo, idade, MLG e maturação somática (tabela 2).

Mesmo após o controle para possíveis fatores de confusão, houve associações significativas entre a MLG e a DMO no grupo controle (braços, pernas, tronco, coluna e corpo inteiro), no grupo judô (tronco, pelve e coluna vertebral) e no grupo karatê (pernas, tronco, pelve, coluna e corpo inteiro) (tabela 3). Houve uma associação mais forte entre

**Tabela 1** Características gerais dos adolescentes estratificados pela prática de artes marciais (n = 137)

Variáveis	Grupo controle (n=90) Média (DP)	Grupo artes marciais (n=47) Média (DP)	p-valor
Idade (anos)	11,93 (0,90)	12,36 (1,01)	0,020
Peso (kg)	49,50 (11,36)	54,78 (15,52)	0,026
Altura (cm)	155,67 (7,73)	158,43 (11,31)	0,165
% Gordura corporal	27,62 (12,43)	27,59 (12,56)	0,808
Massa livre de gordura (kg)	32,43 (5,47)	35,35 (9,70)	0,065
Início da maturidade <sup>a</sup>	-2,67 (0,72)	-2,26 (0,94)	0,012
<b>Densidade mineral óssea g/cm<sup>2</sup></b>			
Braços	0,68 (0,06)	0,76 (0,19)	0,007
Pernas	1,08 (0,10)	1,18 (0,23)	0,015
Tronco	0,83 (0,07)	0,88 (0,09)	0,002
Pelve	1,11 (0,97)	1,07 (0,13)	0,790
Coluna	0,89 (0,11)	0,95 (0,12)	0,002
Corpo inteiro	1,01 (0,07)	1,04 (0,09)	0,010

DP, Desvio padrão.

Teste exato de Fisher com p-valor=0,020.

<sup>a</sup> Idade no pico da velocidade de crescimento.

a MLG e a DMO de todo o corpo no grupo controle e no grupo karatê do que no grupo de kung-fu. Padrões semelhantes foram também observados para a DMO da coluna, tronco e pernas.

As cargas de treinamento semanais foram de 6,38±5,43 horas para o judô, 10,46±2,78 horas para karatê e 3,15 ± 1,20 horas para kung-fu (p<0,001 entre todas as artes marciais). Mesmo após ajuste para possíveis fatores de confusão, a DMO nas pernas e braços foi relacionada à carga de treinamento semanal no grupo de judô. Relações semelhantes foram identificadas no grupo kung-fu para os braços e coluna vertebral (tabela 4). Não houve associações significativas para o grupo karatê.

## Discussão

Os achados do presente estudo identificaram que os adolescentes praticantes de artes marciais apresentaram maior DMO em diferentes regiões do corpo; no entanto, os valores da DMO foram semelhantes entre as artes marciais analisadas. Além disso, a relação entre MLG e DMO ocorreu em diferentes magnitudes no grupo controle e nos diferentes grupos de artes marciais estudados.

No presente estudo, a carga de treinamento semanal apresentou uma relação significativa com a DMO, principalmente para os braços e as pernas. Em relação aos membros superiores, o kung-fu e o judô apresentaram uma relação significativa entre a carga de treinamento semanal e a DMO quando comparados com o grupo controle. Os membros superiores são amplamente usados na prática do judô e, portanto, nossos achados eram esperados (valores mais elevados do que no grupo controle e uma relação significativa com a carga de treinamento semanal). Por outro lado, os nossos achados também sugerem que esse estilo de luta específica do kung-fu (chamado *sanda*) tem um impacto significativo no treinamento e na luta, uma vez que engloba um grande número de técnicas com impacto físico para os membros superiores, tais como uma ampla variedade de socos.<sup>20</sup> O karatê mostrou valores semelhantes aos do grupo controle, talvez porque o karatê *Shotokan* (o estilo estudado) é considerado uma forma de semicontato (durante as competições, o contato físico é proibido) e, assim, o contato físico não é comum no treinamento dessa modalidade.

Nesta amostra, não foram encontradas diferenças significativas na DMO da pelve de praticantes e não praticantes,

**Tabela 2** Análise das médias estimadas pela covariância da densidade mineral óssea em adolescentes de acordo com os grupos controle e de artes marciais (n=137)

Variáveis	Controle (n=90)	Judô (n=17)	Karatê (n=14)	Kung-fu (n=16)	ANCOVA		
					Média (EP)	p-valor	Eta-quadrado
Braços (g/cm <sup>2</sup> )	0,695 (0,01)	0,771 (0,02) <sup>a</sup>	0,695 (0,03)	0,735 (0,03)	0,042	0,063	Médio
Pernas (g/cm <sup>2</sup> )	1,105 (0,01)	1,173 (0,03)	1,139 (0,04)	1,150 (0,04)	0,264	0,031	Pequeno
Tronco (g/cm <sup>2</sup> )	0,845 (0,01)	0,841 (0,01)	0,863 (0,02)	0,876 (0,01)	0,243	0,032	Pequeno
Pelve (g/cm <sup>2</sup> )	1,122 (0,08)	1,028 (0,20)	1,098 (0,24)	1,089 (0,23)	0,979	0,001	Insignificante
Coluna (g/cm <sup>2</sup> )	0,904 (0,01)	0,897 (0,02)	0,944 (0,02)	0,963 (0,02)	0,083	0,051	Pequeno
Corpo inteiro (g/cm <sup>2</sup> )	1,021 (0,01)	1,009 (0,01)	1,033 (0,02)	1,049 (0,02)	0,292	0,029	Pequeno

ANCOVA, análise de covariância controlada para sexo, idade, massa livre de gordura e maturação somática; EP, Erro padrão.

<sup>a</sup> p-valor<0,05 comparado com o grupo controle.

**Tabela 3** Comparações da inclinação da relação entre a massa livre de gordura e densidade mineral óssea em adolescentes de diferentes artes marciais (n=138)

Densidade mineral óssea (g/cm <sup>2</sup> )	Controle (n=90) MLG (kg) β (βIC95%) <sup>a</sup>	Judô (n=17) MLG (kg) β (βIC95%) <sup>a</sup>	Karatê (n=14) MLG (kg) β (βIC95%) <sup>a</sup>	Kung-fu (n=16) MLG (kg) β (βIC95%) <sup>a</sup>
Braços (g/cm <sup>2</sup> )	<b>0,006 (0,004 a 0,009)</b>	0,005 (−0,069 a 0,080)	0,010 (−0,001 a 0,020)	0,004 (−0,002 a 0,010)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,976	<i>p</i> -valor=0,435	<i>p</i> -valor=0,528
Pernas (g/cm <sup>2</sup> )	<b>0,013 (0,010 a 0,017)</b>	0,010 (−0,085 a 0,105)	<b>0,026 (0,011 a 0,042)</b>	0,003 (−0,003 a 0,009)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,945	<i>p</i> -valor=0,077	<i>p</i> -valor=0,006
Tronco (g/cm <sup>2</sup> )	<b>0,010 (0,007 a 0,012)</b>	<b>0,023 (0,006 a 0,040)</b>	<b>0,017 (0,005 a 0,028)</b>	0,001 (−0,003 a 0,005)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,110	<i>p</i> -valor=0,173	<i>p</i> -valor=0,001
Pelve (g/cm <sup>2</sup> )	0,022 (−0,026 a 0,070)	<b>0,035 (0,007 a 0,064)</b>	<b>0,024 (0,007 a 0,040)</b>	0,001 (−0,006 a 0,005)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,635	<i>p</i> -valor=0,936	<i>p</i> -valor=0,385
Coluna (g/cm <sup>2</sup> )	<b>0,012 (0,008 a 0,015)</b>	<b>0,031 (0,010 a 0,052)</b>	<b>0,026 (0,007 a 0,045)</b>	−0,001 (−0,008 a 0,007)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,065	<i>p</i> -valor=0,132	<i>p</i> -valor=0,002
Corpo inteiro (g/cm <sup>2</sup> )	<b>0,007 (0,005 a 0,010)</b>	0,016 (−0,001 a 0,032)	<b>0,017 (0,005 a 0,029)</b>	0,002 (−0,003 a 0,008)
Versus controle	–	<i>p</i> -valor=0,206	<i>p</i> -valor=0,053	<i>p</i> -valor=0,027

MLG, massa livre de gordura.

<sup>a</sup> Modelo ajustado para sexo, idade e maturação somática. Os números em negrito indicam os valores de *p* significantes e correlação positiva entre a massa livre de gordura e a densidade mineral óssea.

o que sugere que esses métodos de combate não incluem mecanismos de salto ou geram impacto na região do quadril, como a ginástica artística e o vôlei.<sup>21</sup> Em atletas altamente treinados (entre 18 e 25 anos), a prática do karatê e do judô aumenta a densidade mineral óssea mais do que a prática de polo aquático.<sup>6</sup> Além disso, os praticantes de judô e taekwon-do apresentaram maior DMO do que corredores.<sup>22</sup> No entanto, nos estudos citados anteriormente,<sup>6,22</sup> a DMO da pelve não foi avaliada separadamente. Portanto, é necessária cautela ao generalizar esses resultados.

A massa muscular e a maturação biológica têm sido apontadas como determinantes importantes do ganho de massa óssea e geometria relacionada à prática esportiva,<sup>23,24</sup> predominantemente porque as duas variáveis estão fortemente relacionadas durante a infância e a adolescência. Por outro lado, a ausência de massa muscular e maturação biológica em estudos que analisam os valores de DMO e prática desportiva em adolescentes constitui uma limitação relevante na literatura científica especializada.<sup>16</sup> Em nosso estudo, a prática desportiva afetou os valores da DMO independentemente do estágio de maturação somática ou dos valores da MLG, o que está de acordo com Ferry,<sup>25</sup> que também

identificou que oito meses de prática do futebol afetaram a geometria óssea, mesmo em adolescentes pós-púberes. Aparentemente, as vias que ligam a prática desportiva (nesse caso, artes marciais) e a saúde óssea durante a adolescência são, provavelmente, aprimoradas por eventos de maturação biológica, mas essas vias parecem ser independentes da maturação biológica.

Embora alguns autores tenham encontrado um efeito positivo de outras modalidades esportivas na DMO,<sup>13,23,24,26</sup> não há consenso sobre a carga de treinamento ideal para os atletas jovens. A diretriz do American College of Sports Medicine<sup>14</sup> indica que pelo menos 120min/semana são necessários para melhorar a saúde óssea. No entanto, em uma análise adicional, o ponto de corte proposto pelo American College of Sports Medicine não estava relacionado à maior BMD na amostra analisada (dados não mostrados). Portanto, a melhor combinação entre intensidade e quantidade de exercício com o objetivo de ganho de DMO em adolescentes ainda não está clara e são necessárias mais pesquisas.

É importante ressaltar algumas limitações deste estudo; o desenho transversal, no qual há uma ausência de

**Tabela 4** Correlação parcial entre a densidade mineral óssea e a carga de treinamento semanal em adolescentes de diferentes artes marciais (n=138)

DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Controle versus Judô (n=108) <i>r</i> (r <sub>IC95%</sub> )	Controle versus Karatê (n=104) <i>r</i> (r <sub>IC95%</sub> )	Controle versus Kung-Fu (n=106) <i>r</i> (r <sub>IC95%</sub> )
Braços	<b>0,308 (0,126 a 0,470)</b>	0,018 (−0,175 a 0,210)	<b>0,248 (0,060 a 0,419)</b>
Pernas	<b>0,223 (0,036 a 0,395)</b>	0,144 (−0,050 a 0,328)	0,185 (−0,006 a 0,363)
Tronco	0,012 (−0,177 a 0,201)	0,124 (−0,070 a 0,309)	0,171 (−0,020 a 0,350)
Pelve	−0,018 (−0,206 a 0,172)	−0,008 (−0,200 a 0,185)	−0,013 (−0,203 a 0,178)
Coluna	−0,009 (−0,198 a 0,180)	0,165 (−0,028 a 0,347)	<b>0,228 (0,039 a 0,401)</b>
Corpo inteiro	−0,071 (−0,257 a 0,120)	0,065 (−0,129 a 0,254)	0,149 (−0,043 a 0,330)

DMO, densidade mineral óssea. Modelo ajustado para sexo, idade, maturação somática e massa livre de gordura. Os números em negrito indicam uma correlação positiva entre a DMO e a carga de treinamento semanal.

causalidade, deve ser considerado. Além disso, a ausência de fatores nutricionais (por exemplo, cálcio e vitamina D) e a exposição à luz solar devem ser considerados em estudos futuros. Todas as variáveis ósseas analisadas no presente estudo são fortemente afetadas pela maturação biológica, que é comumente caracterizada pelo método de Tanner (maturação sexual). No presente estudo, o PVC foi adotado como marcador de maturação, por ser um método não invasivo, o qual discrimina os eventos de maturação (padrões hormonais) de forma tão eficaz como o método de Tanner, para ambos os sexos.<sup>27</sup> Finalmente, o DXA não fornece medidas da geometria óssea, o que poderia ser útil em estudos que analisam essa questão.<sup>25</sup>

Em conclusão, apesar da limitada compreensão dos efeitos das artes marciais em crianças e adolescentes, uma relação positiva entre a DMO e a prática de artes marciais foi identificada, embora essa relação pareça ser dependente da arte marcial analisada.

## Financiamento

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Ao CNPq (bolsa de mestrado) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), processo: 2013/06963-5, bolsa de estudo de graduação.

## Referências

- Barros HR, Ritti-Dias RM. Relationship between physical activity and bone density/osteoporosis: a review of the Brazilian literature. *Motriz*. 2010;16:723–9.
- Karlsson MK, Linden C, Karlsson C, Johnell O, Obrant K, Seeman E. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. *Lancet*. 2000;355:469–70.
- Fletcher JA. Canadian academy of sport and exercise medicine position statement: osteoporosis and exercise. *Clin J Sport Med*. 2013;23:333–8.
- Malina RM, Bouchard C. *Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação*. São Paulo: Editora Roca; 2002.
- Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PMR*. 2011;3:861–7.
- Andreoli A, Monteleone M, van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:507–11.
- Milanese C, Piscitelli F, Cavedon V, Zancanaro C. Effect of distinct impact loading sports on body composition in pre-menarcheal girls. *Sci Sports*. 2013;29:10–9.
- Jaffré C, Benhamou CL, Courteix D. Bone properties assessment by ultrasonic image in young female gymnasts after repositioning the region of interest. *Sci Sports*. 2003;1:37–9.
- Alfredson H, Nordström P, Lorentzon R. Total and regional bone mass in female soccer players. *Calcif Tissue Int*. 1996;59:438–42.
- Chaari H, Zouch M, Zribi A, Bouajina E, Zaouali M, Tabka Z. Specific sites of bone expansion depend on the level of volleyball practice in prepubescent boys. *Biol Sport*. 2013;30:227–34.
- Tervo T, Nordström P, Nordström A. Effects of badminton and ice hockey on bone mass in young males: a 12-year follow-up. *Bone*. 2010;47:666–72.
- Groen BE, Smulders E, de Kam D, Duysens J, Weerdesteijn V. Martial arts fall training to prevent hip fractures in the elderly. *Osteoporos Int*. 2010;21:215–21.
- Kim PS, Shin YH, Noh SK, Jung HL, Lee CD, Kang HY. Beneficial effects of judo training on bone mineral density of high-school boys in Korea. *Biol Sport*. 2013;30:295–9.
- 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.
- Nasri R, Hassen Zrour S, Rebai H, Fadhel Najjar M, Neffeti F, Bergaoui N, et al. Grip strength is a predictor of bone mineral density among adolescent combat sport athletes. *J Clin Densitom*. 2012;16:92–7.
- Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Is bone tissue really affected by swimming? A systematic review. *PLoS One*. 2013;8:e70119.
- Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
- Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:689–94.
- Laskey MA, Lyttle KD, Flaxman ME, Barber RW. The influence of tissue depth and composition on the performance of the Lunar dual energy X-ray absorptiometer whole-body scanning mode. *Eur J Clin Nutr*. 1992;46:39–45.
- Sousa P, Marquezi M, Uliani R, Duarte L. Incidence of injuries to the lower limbs joints in kung fu athletes. *Arch Budo*. 2010;6:138.
- Fehling PC, Alekel L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ. A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone*. 1995;17:205–10.
- Ibrahim B. Analysis of bone mass density of lumbar spine zone of athletes. *AJB*. 2010;9:7361e–71e.
- Ducher G, Courteix D, Mème S, Magni C, Viala JF, Benhamou CL. Bone geometry in response to long-term tennis playing and its relationship with muscle volume: a quantitative magnetic resonance imaging study in tennis players. *Bone*. 2005;37:457–66.
- Ducher G, Tournaire N, Meddahi-Pellé A, Benhamou CL, Courteix D. Short-term and long-term site-specific effects of tennis playing on trabecular and cortical bone at the distal radius. *J Bone Miner Metab*. 2006;24:484–90.
- Ferry B, Lespessailles E, Rochongar P, Duclos M, Courteix D. Bone health during late adolescence: effects of an 8-month training program on bone geometry in female athletes. *Joint Bone Spine*. 2013;80:57–63.
- Courteix D, Lespessailles E, Peres SL, Obert P, Germain P, Benhamou CL. Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporos Int*. 1998;8:152–8.
- Cole TJ, Ahmed ML, Preece MA, Hindmarsh P, Dunger DB. The relationship between insulin-like growth factor 1, sex steroids and timing of the pubertal growth spurt. *Clin Endocrinol*. 2015;82:862–9.