

Composição corporal, força estática e isocinética, e saúde óssea: estudo comparativo entre adultos ativos e futebolistas amadores

Body composition, strength static and isokinetic, and bone health: comparative study between active adults and amateur soccer players

Óscar M. Tavares¹, João P. Duarte^{2,3,4}, André O. Werneck⁵, Daniela C. Costa^{2,3,4}, Paulo Sousa-e-Silva^{2,3,4}, Diogo Martinho^{2,3,4}, Leonardo G. O. Luz^{2,6}, Pedro Morouço^{7,8}, João Valente-dos-Santos^{3,4,9}, Rui Soles-Gonçalves^{1,10}, Jorge Conde¹, José M. Casanova¹¹, Manuel J. Coelho-e-Silva^{2,3}

¹ Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal.

² Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

³ Centro de Investigação do Desporto e da Actividade Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

⁴ Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Lisboa, Portugal.

⁵ Grupo de Investigação Científica Relacionada à Atividade Física, Laboratório de Investigação em Exercício, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil.

⁶ Laboratório de Cineantropometria, Atividade Física e Promoção da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil.

⁷ Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, Portugal.

⁸ Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto, Marinha Grande, Portugal.

⁹ Faculdade de Educação Física e Desporto, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, Lisboa, Portugal.

¹⁰ Centro de Estudos e Investigação em Saúde, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

¹¹ Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

DOI: 10.31744/einstein_journal/2019A04419

RESUMO

Objetivo: Comparar a composição de tecidos, o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea totais e por regiões do corpo, a força de prensão manual estática, e força isocinética da articulação do joelho, entre um grupo de jogadores de futebol amadores e um Grupo Controle.

Métodos: Estudo transversal utilizando pletismografia de ar deslocado para estimar o volume corporal, para subsequente cálculo da densidade corporal. A composição de tecidos, o conteúdo mineral ósseo e a densidade mineral óssea foram avaliados para o corpo todo e regiões padronizadas através da absorciometria de raios-X de dupla energia. A força de prensão manual estática foi avaliada por um dinamômetro ajustável. Os momentos máximos de força das ações musculares concêntricas para os extensores e flexores do joelho foram avaliados pela dinamometria isocinética (60°/s). Foi calculado o valor d-Cohen para apreciar a magnitude do efeito das diferenças entre grupos. **Resultados:** Os futebolistas apresentaram níveis superiores de conteúdo mineral ósseo em comparação com os adultos ativos do Grupo Controle (+651g; d=1,60; p<0,01) e obtiveram valores superiores de densidade mineral óssea (d: 1,20 a 1,90; p<0,01) para a coluna lombar, L1-L4 (+19,4%), membros superiores (+8,6%) e membros inferiores (+16,8%). Para a força de prensão (estática) a diferença foi moderada (d=0,99; p<0,01) com valores mais elevados apresentados pelo futebolistas (+5,6kg; d=0,99; p<0,01). **Conclusão:** A prática de futebol promove uma regulação adequada da composição corporal (tecidos magro e gordo) e ganhos na densidade mineral óssea, mais acentuada em partes do corpo com maior exposição aos impactos mecânicos da atividade motora.

Descritores: Esportes; Dinamometria isocinética; Composição corporal; Força muscular

Como citar este artigo:

Tavares OM, Duarte JP, Werneck AO, Costa DC, Sousa-e-Silva P, Martinho D, et al. Composição corporal, força estática e isocinética, e saúde óssea: estudo comparativo entre adultos ativos e futebolistas amadores. *einstein* (São Paulo). 2019;17(3):eAO4419. http://dx.doi.org/10.31744/einstein_journal/2019A04419

Autor correspondente:

Manuel J. Coelho-e-Silva
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra Estádio Universitário de Coimbra, Pavilhão III
CEP: 3040-156 – Santa Clara, Portugal
E-mail: mjcesilva@hotmail.com

Data de submissão:

7/2/2018

Data de aceite:

24/6/2018

Conflitos de interesse:

não há.

Copyright 2019



Esta obra está licenciada sob uma Licença *Creative Commons* Atribuição 4.0 Internacional.

ABSTRACT

Objective: To compare tissue composition, total and regional bone mineral content and bone mineral density, static hand grip and knee joint isokinetic strength between amateur soccer players and Control Group. **Methods:** Cross-sectional study. Air displacement plethysmography was used to estimate body volume and, in turn, density. Body composition, bone mineral content and bone mineral density were assessed for the whole body and at standardized regions using dual energy X-ray absorptiometry. Static grip strength was assessed with an adjustable dynamometer, and peak torque derived from isokinetic strength dynamometer (concentric muscular knee actions at 60°/s). Magnitude of the differences between groups was examined using d-Cohen. **Results:** Compared to healthy active adults, soccer players showed larger values of whole body bone mineral content (+651g; $d=1.60$; $p<0.01$). In addition, differences between groups were large for whole body bone mineral density ($d=1.20$ to 1.90 ; $p<0.01$): lumbar spine, *i.e.* L1-L4 (+19.4%), upper limbs (+8.6%) and lower limbs (+16.8%). Soccer players attained larger mean values in strength test given by static hand grip protocol (+5.6kg, $d=0.99$; $p<0.01$). **Conclusion:** Soccer adequately regulates body composition and is associated better bone health parameters (bone mineral content and density at whole-body and at particular sites exposed to mechanical loadings).

Keywords: Sports; Isokinetic dynamometer; Body composition; Muscle strength

INTRODUÇÃO

A atividade física corresponde ao movimento atribuído ao músculo esquelético com implicações no dispêndio energético diário, passível de acontecer em três contextos: mobilidade cotidiana, atividades ocupacionais e lazer. Em termos de saúde pública, tem sido dedicada grande ênfase à obesidade e, em parte, às disfunções metabólicas que lhe estão associadas e se revelam crônicas.^(1,2) Não surpreendentemente, o combate à obesidade e, sobretudo, à inatividade física levaram à emergência de um paradigma de medicina comportamental preventiva, que depende do estilo de vida e não tanto de fatores contagiosos. Valoriza-se os programas de intervenção para o estímulo da atividade física,⁽³⁾ muito particularmente as intensidades mais altas, tidas como mais efetivas na regulação da composição corporal.⁽⁴⁾

Nesse sentido, a adiposidade, especialmente na idade adulta, pode desencadear uma série de disfunções metabólicas, que são fatores de risco da síndrome metabólica⁽⁵⁾ e morte por doenças cardiovasculares.⁽⁶⁾ Por outro lado, a massa livre de gordura parece ser fator de proteção para morte por doenças cardiovasculares.⁽⁶⁾ Ainda, uma maior massa muscular pode atenuar a relação entre maior adiposidade e doenças cardiovasculares,⁽⁶⁾ sendo, dessa forma, importantes componentes da saúde entre adultos.

Além disso, a saúde óssea emerge como muito relevante na sociedade contemporânea face ao progressivo envelhecimento da população, cuja perda de autonomia funcional implica elevados custos na qualidade de vida da pessoa idosa e também nos setores econômicos do sistema de saúde e sociofamiliares. São cada vez mais abundantes as pesquisas que necessitam considerar indicadores funcionais e composição corporal em articulação com parâmetros de saúde óssea, reforçando o entendimento global de saúde e qualidade de vida.

Embora durante o envelhecimento as mulheres tenham maior risco de fratura óssea devido à menor aposição periosteal,⁽⁷⁾ estima-se que o risco de homens com mais de 50 anos vivenciarem uma fratura osteoporótica é de 27%.⁽⁸⁾ Por sua vez, a atividade física tem sido consistentemente associada a benefícios para a saúde metabólica, mental, cardiovascular, independentemente da idade e sexo, incluindo os indicadores de saúde óssea. Existe certo consenso sobre como o incremento de conteúdo mineral ósseo (CMO) requer exercícios eminentemente de força muscular, valorizando-se a carga mecânica como elemento de fortalecimento do tecido ósseo.⁽⁹⁻¹¹⁾ No entanto, a associação entre participação desportiva e saúde óssea ainda não é clara, considerando igualmente os componentes teciduais e as provas de força específicas (relativamente aos grupos musculares testados e às formas de manifestação de forças estática e isocinética).^(12,13)

OBJETIVO

Comparar massa gorda, massa magra, conteúdo mineral ósseo, densidade mineral óssea e indicadores de aptidão física entre um grupo de jogadores de futebol com anos de prática da modalidade competitiva amadora e um grupo de jovens adultos, da mesma idade, ativos, mas não praticantes de desporto federado.

MÉTODOS

As recolhas foram realizadas de acordo com procedimentos éticas internacionais para ensaios com humanos,⁽¹⁴⁾ aprovados pela Comissão de Ética da Universidade de Coimbra (CE/FCDEF-UC/00102014). Todos os participantes assinaram um consentimento informado, e a participação foi voluntária e informada acerca da natureza e dos objetivos do estudo, sendo permitida a desistência.

Amostra

A amostra foi composta por 66 adultos do sexo masculino com idade cronológica entre 18,5 e 29,9 anos

de idade, divididos em grupo de adultos saudáveis (G1, n=35), sem meio de transporte próprio, com média superior a 10 mil passos realizados diariamente, não portadores de qualquer doença, incluindo lesões neuromusculares, e há pelo menos 5 anos sem praticar desporto, sendo que apenas um sujeito foi previamente praticante desportivo em contexto escolar; e um grupo de praticantes de futebol federado (G2, n=31), recrutados localmente (isto é, clubes da terceira divisão nacional, o principal campeonato após as duas ligas profissionais de Portugal). A informação relativa aos anos de prática desportiva na modalidade de futebol foi fornecida pelos clubes e confirmada nas associações. Para serem incluídos no G2, os sujeitos tinham de ter um mínimo de 4 anos de prática de futebol e treinar pelo menos quatro vezes por semana nos escalões da Federação Portuguesa de Futebol. A média de anos de prática desportiva do grupo de futebolistas foi de $14,5 \pm 4,2$ anos.

Antropometria

A estatura foi obtida de um estadiômetro (Harpender Stadiometer, modelo 98.603, Holtain Ltd., Crosswell, Reino Unido) com aproximação a 0,1cm.

Pletismografia de ar deslocado

Foi utilizado um equipamento que permite determinar o volume corporal (Bod Pod Composition System, modelo Bod Pod 2006, Life Measurement, Inc., Concord, Califórnia, EUA) e, subsequentemente, a densidade corporal. Inicialmente, foi avaliada a massa corporal, com a precisão de 0,1kg, fazendo uso de balança eletrônica conectada ao aparelho. A calibração da unidade foi efetuada antes de cada teste individual, usando um cilindro de 50,225L. Todos os participantes foram testados com o uso calções de banho de lycra e touca, sentados na câmara do equipamento (Bod Pod), imóveis, enquanto o volume corporal foi medido consecutivamente, até que dois valores dentro de uma diferença de 150mL tivessem sido obtidos. Quando necessário obter mais do que três volumes corporais, foi realizada avaliação adicional. O volume médio de ar nos pulmões e tórax durante a respiração corrente normal (volume de gás torácico) foi predito para cada. A densidade corporal (massa corporal/volume corporal) foi calculada e usada para estimar a percentagem de massa gorda.⁽¹⁵⁾ Todas as avaliações foram executadas pelo mesmo investigador com experiência técnica de laboratório.

Absorciometria de raios-X de dupla energia

Os parâmetros da composição dos tecidos corporais foram obtidos por absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), avaliando os participantes em decúbito dorsal. Esta metodologia (Lunar DPX-PRO/NT/MD+) quantificou o tecido magro (TM), o tecido gordo (TG), CMO e densidade mineral óssea (DMO). Todas as avaliações foram efetuadas em laboratório certificado e por um técnico experiente.

Dinamometria de preensão manual (força estática)

A avaliação da força em ação isométrica do membro superior foi realizada com um dinamômetro mecânico (Hand Dynamometer, Lafayette modelo 78010, EUA) em ambos os membros. A preensão manual máxima foi efetuada sem haver qualquer contato com o corpo, e o registo do resultado foi expresso em kg.

Dinamometria isocinética

A avaliação isocinética (Biodex System 3, Shirley, Nova Iorque, EUA) dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho foi realizada apenas em modo concêntrico (CON), à velocidade angular de $60^\circ/s^{-1}$. Os participantes foram colocados em posição sentada, sendo o braço da alavanca alinhado com o epicôndilo lateral do joelho e a tira de fixação na articulação tíbio-társica colocada aproximadamente entre 3 a 5cm do maléolo medial da tíbia. Os participantes foram instruídos para colocar as mãos nos ombros durante todo o teste. A amplitude de movimento durante o teste foi determinada pela extensão voluntária máxima (0° para 90° de flexão do joelho). A remoção do efeito da gravidade no braço do dinamômetro e membro avaliado foi efetuada pela calibração (ângulo 30°) no início de cada avaliação. Os participantes foram instruídos a realizar o máximo de força voluntária para a realização do movimento angular. Foram realizadas cinco repetições contínuas para as funções de extensão e flexão do joelho. A informação retida para análise considerou o momento de força máximo (MF_{max}), expresso em N.m. O aquecimento para o teste foi realizado em cicloergômetro (Monark Ergonomic 894E Peak Bike, Monark AB, Varberg, Suécia) com resistência mínima ($\leq 60rpm$), três exercícios de alongamentos estáticos (20 segundos) dos quadríceps, isquiotibiais e adutores, e ajustadas no dinamômetro três repetições (para a extensão e flexão) na velocidade de teste. Os dados foram posteriormente analisados recorrendo à filtragem e à suavização das curvas, com recurso ao programa *AcqKnowledge*, versão 4.1 (Biopac Systems, Inc., California, USA).

Análise estatística

A estatística descritiva (amplitude, média, erro padrão da média, intervalo de confiança de 95% da média e desvio padrão) foi calculada para a totalidade da amostra. A normalidade das variáveis foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O tamanho do efeito das comparações entre grupos foi estimado pelo *d* Cohen. A análise estatística foi conduzida no programa IBM *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versão 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, Illinois, EUA), com o nível de significância estabelecido nos 5%.

RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os valores descritivos obtidos por meio da metodologia antropométrica, incluindo pletismografia de ar deslocado, e relativos à saúde óssea e composição tecidual, bem como os relativos à avaliação funcional. Verificou-se, em diversas

variáveis, a violação da distribuição normal, refletindo a heterogeneidade entre grupos.

As comparações entre grupos são apresentadas na tabela 2. No que se refere à composição corporal, foi possível verificar que o grupo de futebolistas apresentou valores superiores de densidade corporal (+0,016L/kg; *d*=1,22). Por sua vez, os adultos saudáveis apresentaram percentagens superiores de massa gorda nos diferentes segmentos analisados (*d*=0,67 a 1,67) e massa magra dos membros inferiores (*d*=1,39). A absorciometria permitiu observar que o grupo de futebolistas obteve níveis superiores de CMO (+651g; *d*=1,60). A mesma tendência foi verificada para a DMO (lombar L1-L4: +0,24g/cm²; +19,4%; *d*=1,90; membros superiores: +0,09g/cm²; +8,6%; *d*=1,20; membros inferiores: +0,27g/cm²; +16,8%; *d*=1,90), conforme ilustrado na figura 1. Relativamente à condição física, os futebolistas apenas obtiveram valores superiores de força na preensão manual (+5,6kg; *d*=0,99).

Tabela 1. Estatística descritiva e prova estatística para testar a normalidade da distribuição

| Variável | Mínimo-máximo | Média | | | Desvio padrão | Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) | |
|--|---------------|----------------|-------------|----------------|---------------|----------------------------------|------------|
| | | Valor da média | Erro padrão | IC95% | | Valor de p | Valor de p |
| Idade cronológica, anos | 18,48-29,93 | 22,49 | 0,30 | (21,80; 23,17) | 2,80 | 0,146 | <0,01 |
| Estatura, cm | 155,8-191,5 | 176,9 | 0,7 | (175,4; 178,4) | 6,0 | 0,068 | 0,20 |
| Massa corporal, kg | 50,1-101,9 | 74,6 | 1,3 | (71,8; 77,2) | 10,9 | 0,142 | <0,01 |
| Volume corporal, L | 46,2-100,2 | 70,1 | 1,4 | (67,3; 72,9) | 11,2 | 0,160 | <0,01 |
| Densidade corporal, L/kg | 1,018-1,092 | 1,066 | 0,002 | (1,061; 1,070) | 0,019 | 0,139 | <0,01 |
| TM: corpo todo, kg | 44,57-71,80 | 56,82 | 0,80 | (55,53; 58,44) | 6,50 | 0,095 | 0,20 |
| TM: membros inferiores, kg | 6,06-12,49 | 8,79 | 0,18 | (8,42; 9,16) | 1,49 | 0,106 | 0,06 |
| TM: membro superiores, kg | 2,32-7,65 | 4,75 | 0,09 | (4,58; 4,92) | 0,69 | 0,111 | 0,04 |
| TG: corpo todo, kg | 2,39-36,74 | 13,25 | 1,04 | (11,18; 15,33) | 8,44 | 0,167 | <0,01 |
| TG: corpo todo, % | 4,8-39,1 | 17,3 | 1,1 | (15,1; 19,4) | 9,7 | 0,154 | <0,01 |
| TG: membros inferiores, kg | 0,41-8,61 | 2,30 | 0,24 | (1,82; 2,79) | 1,97 | 0,168 | <0,01 |
| TG: membro superiores, kg | 0,14-2,63 | 0,62 | 0,08 | (0,45; 0,78) | 0,07 | 0,314 | <0,01 |
| CMO: corpo total, g | 2220-4910 | 3370 | 650 | (3240; 3500) | 525 | 0,079 | 0,20 |
| DMO: corpo total, g/cm ² | 1,029-1,576 | 1,302 | 0,015 | (1,273; 1,332) | 0,120 | 0,052 | 0,20 |
| DMO: lombar (L1-L4), g/cm ² | 0,931-1,852 | 1,307 | 0,023 | (1,312; 1,408) | 0,193 | 0,089 | 0,20 |
| DMO: membros inferiores, g/cm ² | 1,370-2,257 | 1,741 | 0,025 | (1,691; 1,791) | 0,203 | 0,077 | 0,20 |
| DMO: membro superiores, g/cm ² | 0,900-1,303 | 1,109 | 0,011 | (1,073; 1,111) | 0,091 | 0,050 | 0,20 |
| MF _{Max} : extensores joelho (60°/s), N.m | 138-306 | 214 | 4 | (206; 223) | 35 | 0,061 | 0,20 |
| MF _{Max} : flexores joelho (60°/s), N.m | 45-164 | 113 | 3 | (107; 120) | 25 | 0,066 | 0,20 |
| Dinamometria manual, kg | 30,0-61,5 | 45,1 | 0,8 | (43,6; 46,7) | 6,1 | 0,071 | 0,20 |

Resultados expressos por amplitude, média, erro padrão da média, intervalo de confiança a 95% da média, desvio padrão.

IC95%: intervalo de confiança de 95%; TM: tecido magro; TG: tecido gordo; CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; L1-L4: 1ª lombar a 4ª lombar; MF_{Max}: momento de força máximo.

Tabela 2. Estatística descritiva por grupo e diferença entre médias nas variáveis morfológicas e funcionais

| Variável | Variável independente | | Diferença (IC95%) | t Student | | Magnitude do efeito | |
|--|-----------------------|----------------------|-------------------------|-----------|------------|---------------------|---------------|
| | G1 (n=35) | G2 (n=31) | | t | Valor de p | d | (qualitativo) |
| Idade cronológica, anos | 21,65 (20,74; 22,54) | 23,44 (22,48; 24,39) | | | | | |
| Anos prática desportiva, anos | | 14,4 (13,3; 15,5) | | | | | |
| Estatura, cm | 175,1 (173,2; 177,0) | 178,9 (176,9; 180,9) | -3,7 (-6,5; -1,0) | -2,702 | <0,01 | 0,67 | Moderada |
| Massa corporal, kg | 73,7 (70,0; 77,4) | 75,6 (71,7; 79,5) | -1,9 (-7,1; +3,3) | -0,724 | 0,47 | 0,16 | Trivial |
| Densidade corporal, L/kg | 1,059 (1,053; 1,065) | 1,075 (1,068; 1,081) | -0,016 (-0,024; -0,007) | -3,838 | <0,01 | 1,22 | Larga |
| TM: corpo todo, kg | 52,76 (51,12; 54,41) | 61,41 (59,66; 63,16) | -8,65 (-11,05; -6,25) | -7,195 | <0,01 | 1,75 | Larga |
| TM: membro superiores, kg | 4,85 (4,62; 4,39) | 4,64 (4,39; 4,89) | 0,21 (-0,13; +0,55) | 1,247 | 0,21 | 0,30 | Pequena |
| TM: membros inferiores, kg | 9,60 (9,18; 10,01) | 7,89 (7,434; 8,32) | 1,72 (+1,116; +2,321) | 5,703 | <0,01 | 1,39 | Larga |
| TG: corpo todo, % | 20,6 (17,9; 23,1) | 13,5 (10,6; 16,3) | 7,1 (+3,1; +11,0) | 3,735 | <0,05 | 0,87 | Moderada |
| TG: corpo todo, kg | 15,82 (13,11; 18,54) | 10,35 (7,47; 13,24) | 5,47 (+1,50; +9,43) | 2,756 | <0,01 | 0,67 | Moderada |
| TG: membro superiores, kg | 0,92 (0,71; 1,12) | 0,28 (0,06; 0,49) | 0,64 (+0,35; +0,94) | 4,317 | <0,01 | 1,05 | Moderada |
| TG: membros inferiores, kg | 3,50 (2,99; 4,01) | 0,95 (0,41; 1,49) | 2,55 (+1,81; +3,29) | 6,888 | <0,01 | 1,67 | Larga |
| CMO: corpo todo, g | 3,06 (2,93; 3,21) | 3,72 (3,57; 3,76) | -0,65 (-0,85; -0,45) | -6,369 | <0,01 | 1,60 | Larga |
| DMO: corpo todo, g/cm ² | 1,23 (1,20; 1,27) | 1,38 (1,35; 1,41) | -0,14 (-0,19; -0,10) | -1,593 | <0,01 | 0,99 | Moderada |
| DMO: lombar (L1-L4), g/cm ² | 1,24 (1,20; 1,29) | 1,49 (1,43; 1,54) | -0,24 (-0,31; -0,17) | -6,423 | <0,01 | 1,90 | Larga |
| DMO: membros superiores, g/cm ² | 1,05 (1,03; 1,07) | 1,14 (1,12; 1,16) | -0,09 (-0,13; -0,05) | -4,874 | <0,01 | 1,22 | Larga |
| DMO: membros inferiores, g/cm ² | 1,61 (1,56; 1,66) | 1,88 (1,83; 1,94) | -0,27 (-0,35; -0,20) | -7,554 | <0,01 | 1,90 | Larga |
| MF _{max} : extensores joelho, N.m | 212 (200; 224) | 217 (205; 230) | -5 (-22; +12) | -0,282 | 0,662 | 0,14 | Trivial |
| MF _{max} : flexores joelho, N.m | 113 (104; 121) | 114 (104; 123) | -1 (-14; +11) | -0,223 | 0,824 | 0,03 | Trivial |
| Dinamometria manual, kg | 42,5 (40,6; 44,3) | 48,1 (46,1; 50,1) | -5,6 (-8,3; -2,9) | -4,156 | <0,01 | 0,99 | Moderada |

Resultados expressos por média (intervalo de confiança a 95%).

G1: adultos saudáveis; G2: futebolistas; TM: tecido magro; TG: tecido gordo; CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; L1-L4: 1ª lombar a 4ª lombar; MF_{max}: momento de força máximo.

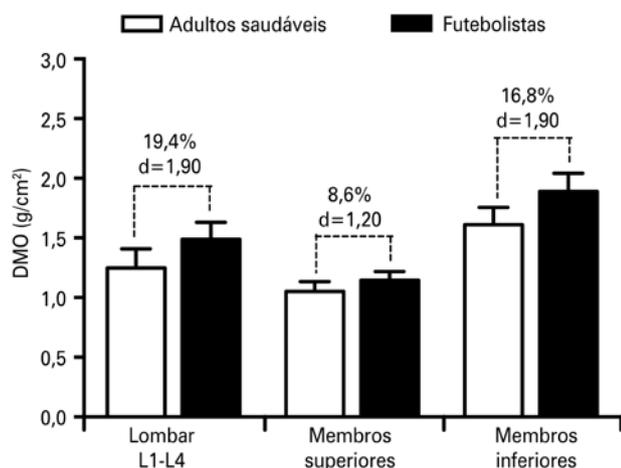


Figura 1. Diferenças entre adultos ativos saudáveis e jogadores de futebol adultos amadores na densidade mineral óssea da coluna lombar, dos membros superiores e dos membros inferiores

DISCUSSÃO

Diferenças de massa óssea têm sido justificadas por meio de fatores intrínsecos (por exemplo: sexo e idade) e extrínsecos (por exemplo: dieta alimentar e exercício

físico).⁽¹⁶⁾ Os extrínsecos podem ser adaptados e regulados de acordo com a saúde do indivíduo. O presente estudo comparou um grupo de adultos saudáveis e ativos, mas que não praticavam modalidade desportiva de forma regular, com um grupo de praticantes de futebol federado, relativamente à composição corporal, saúde óssea e avaliação funcional. Os principais resultados sugerem que a prática do futebol, que se associa a cargas mecânicas, promove largamente o CMO do corpo todo e, moderadamente, o aumento da DMO, quando analisada para o corpo todo, mas mais substantivamente (em termos de magnitude dos efeitos) quando se observam regiões particulares (coluna lombar e regiões apendiculares, isto é, membros superiores e inferiores). Tal acontece mesmo quando as diferenças para as formas de manifestação de força muscular assumem menor magnitude de efeitos (trivial ou moderada). Adicionalmente, verificou-se que o grupo de adultos saudáveis apresentou índices de massa gorda superiores, sugerindo que um programa desportivo pode ser diferenciado na obtenção do equilíbrio energético e, conseqüentemente, na manutenção da massa corporal ideal, ou na obtenção de melhores indicadores de saúde do tecido ósseo, sendo observáveis, mesmo quando funcional-

mente o nível de participação desportiva não é de alta competição e não são notadas diferenças funcionais relevantes entre os praticantes e adultos saudáveis fisicamente ativos.

Os resultados obtidos confirmam os resultados de estudos anteriores,⁽¹⁷⁾ em que o grupo de futebolistas apresentou DMO para o corpo todo cerca de 12% superior ao Grupo Controle. No entanto, ao invés do esperado, não se detectaram diferenças na força muscular isocinética entre os grupos. Esta similaridade demonstra que a totalidade da amostra do presente estudo exerce atividade física passível de induzir adaptações na quantidade e na funcionalidade do tecido muscular, sugerindo que as adaptações ósseas requerem doses superiores e especificidade, isto é, impacto mecânico.⁽⁹⁾ Os futebolistas produzem níveis de força superiores, comparativamente ao grupo de adultos saudáveis, reforçando a ideia de que o teste de prensão manual, que é de fácil aplicabilidade, cumpre função de diagnóstico geral e global de condição musculoesquelética, sendo também utilizado na avaliação sumária de grupos subnutridos.⁽¹⁸⁾

A diferença no CMO não foi notada como significativa em estudo comparativo de futebolistas com corredores.⁽¹⁹⁾ No entanto, em nosso estudo, foram considerados apenas adultos ativos (sem necessariamente praticar qualquer desporto) e futebolistas, pressupondo que o futebol, como um desporto com maiores impactos mecânicos, pode proporcionar maior DMO e CMO desde idades precoces.⁽²⁰⁾ A prática desportiva do futebol pode ter apresentado maiores valores de CMO e DMO por meio de diferentes vias. Primeiramente, o impacto mecânico do desporto. Além disso, futebolistas, por praticarem o desporto em ar livre, tendem a apresentar maior exposição ao sol e, conseqüentemente, maior nível de vitamina D, a qual é relacionada a maior CMO e DMO.⁽²¹⁾ Ainda, por serem atletas recreativos, futebolistas do presente estudo apresentam maior volume de treino, o qual também é associado a maiores CMO e DMO.⁽²²⁾

Cumulativamente, foi possível verificar relação inversa entre a massa magra e gorda nos diferentes segmentos, decorrente da intensidade em *sprints*, saltos, aceleração e desacelerações a que os jogadores de futebol estão sujeitos.⁽²³⁾ Mesmo que futebolistas tenham apresentado menor tecido magro quando comparados aos seus pares ativos, os primeiros também apresentaram cerca de três vezes menos gordura nos membros inferiores, indicando maior proporção de tecido magro/tecido gordo, quando comparado ao grupo ativo não desportista. Isto reforça a relevância de regimes de atividade física oscilatórios em intensidade, acíclicos em termos de padrão de movimentos e com impacto mecânico. Em pesquisa com 88 participantes femininos em

idades peripubertárias (6 a 11 anos, sendo 30 ginastas de alta competição com regimes de treino próximo de 16 horas semanais, 29 ginastas com regimes de treino entre 1 a 5 horas semanais, e 29 jovens não praticantes da modalidade de ginástica),⁽²⁴⁾ foram avaliados o tecido magro, o conteúdo e densidade mineral óssea do membro superior, a geometria óssea do antebraço e as três provas funcionais de desempenho muscular do membro superior, concluindo-se que as ginastas com regimes de treino mais modestos alcançaram melhores desempenhos funcionais, e valores mais favoráveis de geometria e resiliência do tecido ósseo, sendo as diferenças entre os dois grupos de ginastas a favor do grupo de elite, no que diz respeito à massa muscular total e à área muscular da máxima secção transversa do antebraço.

Os resultados do presente estudo conduzem a claras aplicações práticas. Levando em consideração a elevada incidência e a prevalência de lesões por conta da fragilidade óssea,^(25,26) bem como os crescente quadro de obesidade ao redor do mundo,⁽²⁾ a prática desportiva parece proporcionar resultados como o aumento da CMO e DMO, bem como menor gordura corporal. Sendo o futebol uma modalidade amplamente praticada, de elevada intensidade e com elevado impacto mecânico articular,⁽²⁷⁾ o presente estudo demonstrou ser esta uma proposta de prática desportiva suficiente para estimular a DMO.

O presente estudo apresenta algumas limitações. A amostra estudada, além de transversal, foi composta por grupos com dimensão amostral relativamente baixa e somente com sujeitos adultos e do sexo masculino. Isto reduz a extrapolação dos presentes resultados para outras amostragens. A análise destas diferenças em sujeitos com idades mais jovens, e a inclusão de sujeitos do sexo feminino, com maior variabilidade de tamanho e composição corporal devem ser enfocadas em futuras investigações. Isto deve permitir desenhar programas e estratégias adequadas para incrementar a saúde óssea durante os períodos de crescimento, maturação e desenvolvimento do segmento infanto-juvenil, conduzindo à prevenção mais eficaz de osteoporose. Ainda, não foi controlado o tipo de exercício que os grupos realizavam, sendo que o único critério foi praticar futebol ou ser fisicamente ativo.

CONCLUSÃO

A prática desportiva na modalidade de futebol, mesmo quando recreativa, podem resultar em maiores conteúdo e densidade mineral óssea, menor gordura corporal e maior força de prensão manual. O futebol constitui boa proposta de intervenção para obtenção e controle de massa corporal ideal, conferindo vantagens acresci-

das, no que diz respeito à composição do tecido magro, tecido ósseo e tecido gordo.

AGRADECIMENTOS

O Centro de Investigação do Desporto e Actividade Física (CIDAF) UID/DTP/04213/2019 é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. AOW recebeu bolsa de mestrado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processo 2017/27234-2).

INFORMAÇÃO DOS AUTORES

Tavares OM: <http://orcid.org/0000-0002-1437-0307>
 Duarte JP: <http://orcid.org/0000-0002-7536-9780>
 Werneck AO: <http://orcid.org/0000-0002-9166-4376>
 Costa DC: <http://orcid.org/0000-0003-0926-6617>
 Sousa-e-Silva P: <http://orcid.org/0000-0001-8642-5947>
 Martinho D: <http://orcid.org/0000-0003-0825-4032>
 Luz LG: <http://orcid.org/0000-0003-1436-1125>
 Morouço P: <http://orcid.org/0000-0002-5956-9790>
 Valente-dos-Santos J: <http://orcid.org/0000-0003-0980-0269>
 Soles-Gonçalves R: <http://orcid.org/0000-0002-6118-0338>
 Conde J: <http://orcid.org/0000-0002-2225-8569>
 Casanova JM: <http://orcid.org/0000-0002-0561-0364>
 Coelho-e-Silva MJ: <http://orcid.org/0000-0003-4512-7331>

REFERÊNCIAS

- Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT; Lancet Physical Activity Series Working Group. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380(9838):219-29.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*. 2016;387(10026):1377-96. Review. Erratum in: *Lancet*. 2016;387(10032):1998.
- Dietz WH, Baur LA, Hall K, Puhl RM, Taveras EM, Uauy R, et al. Management of obesity: improvement of health-care training and systems for prevention and care. *Lancet*. 2015;385(9986):2521-33. Review.
- Janssen I, Ross R. Vigorous intensity physical activity is related to the metabolic syndrome independent of the physical activity dose. *Int J Epidemiol*. 2012;41(4):1132-40.
- Castanheira M, Chor D, Braga JU, Cardoso LO, Griep RH, Molina MD, et al. Predicting cardiometabolic disturbances from waist-to-height ratio: findings from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil) baseline. *Public Health Nutr*. 2018;21(6):1028-35.
- Abramowitz MK, Hall CB, Amodu A, Sharma D, Androga L, Hawkins M. Muscle mass, BMI, and mortality among adults in the United States: A population-based cohort study. *PLoS One*. 2018;13(4):e0194697. Erratum in: *PLoS One*. 2018;13(5):e0198318.
- Duan Y, Turner CH, Kim BT, Seeman E. Sexual dimorphism in vertebral fragility is more the result of gender differences in age-related bone gain than bone loss. *J Bone Miner Res*. 2001;16(12):2267-75.
- Cooley H, Jones G. A population-based study of fracture incidence in southern Tasmania: lifetime fracture risk and evidence for geographic variations within the same country. *Osteoporos Int*. 2001;12(2):124-30.
- Nilsson M, Ohlsson C, Mellström D, Lorentzon M. Previous sport activity during childhood and adolescence is associated with increased cortical bone size in young adult men. *J Bone Miner Res*. 2009;24(1):125-33.
- Robling AG, Castillo AB, Turner CH. Biomechanical and molecular regulation of bone remodeling. *Annu Rev Biomed Eng*. 2006;8:455-98. Review.
- Morel J, Combe B, Francisco J, Bernard J. Bone mineral density of 704 amateur sportsmen involved in different physical activities. *Osteoporos Int*. 2001;12(2):152-7.
- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol*. 2012;8(8):457-65. Review.
- Lau RW, Liao LR, Yu F, Teo T, Chung RC, Pang MY. The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2011;25(11):975-88. Review.
- Harriss DJ, Atkinson G. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med*. 2015;36(14):1121-4.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Nutrition*. 1961;9(5):480-91, discussion 480, 492.
- Glaser DL, Kaplan FS. Osteoporosis. Definition and clinical presentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(24 Suppl):12S-6S. Review.
- Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Somoza F, Rotemberg E. Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif Tissue Int*. 1998;63(2):112-7.
- Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A Jr, Orlandini A, Seron P, Ahmed SH, Rosengren A, Kelishadi R, Rahman O, Swaminathan S, Iqbal R, Gupta R, Lear SA, Oguz A, Yusuf K, Zatonska K, Chifamba J, Igumbor E, Mohan V, Anjana RM, Gu H, Li W, Yusuf S; Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) Study investigators. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*. 2015;386(9990):266-73.
- Milanović Z, Pantelić S, Kostić R, Trajković N, Sporiš G. Soccer vs. running training effects in young adult men: which programme is more effective in improvement of body composition? Randomized controlled trial. *Biol Sport*. 2015;32(4):301-5.
- Vlachopoulos D, Barker AR, Ubago-Guisado E, Fatouros IG, Knapp KM, Williams CA, et al. Longitudinal Adaptations of Bone Mass, Geometry, and Metabolism in Adolescent Male Athletes: the PRO-BONE Study. *J Bone Miner Res*. 2017;32(11):2269-77.
- Allison RJ, Farooq A, Cherif A, Hamilton B, Close GL, Wilson MG. Why don't serum vitamin D concentrations associate with BMD by DXA? A case of being "bound" to the wrong assay? Implications for vitamin D screening. *Br J Sports Med*. 2017;52(8):522-6.
- Agostinete RR, Maillane-Vanegas S, Lynch KR, Turi-Lynch B, Coelho-E-Silva MJ, Campos EZ, et al. The impact of training load on bone mineral density of adolescent swimmers: a structural equation modeling approach. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29(4):520-8.
- Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1332-9.
- Burt LA, Naughton GA, Greene DA, Courteix D, Ducher G. Non-elite gymnastics participation is associated with greater bone strength, muscle size, and function in pre- and early pubertal girls. *Osteoporos Int*. 2012;23(4):1277-86.
- Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch Osteoporos*. 2013;8:136. Review.
- Stevens JA, Rudd RA. The impact of decreasing U.S. hip fracture rates on future hip fracture estimates. *Osteoporos Int*. 2013;24(10):2725-8.
- Mithoefer K, Williams RJ 3rd, Warren RF, Wickiewicz TL, Marx RG. High-impact athletics after knee articular cartilage repair: a prospective evaluation of the microfracture technique. *Am J Sports Med*. 2006;34(9):1413-8.