



João Vasco Lima Santos de Miranda

FUTEBOL E SAÚDE ÓSSEA

Estudo comparativo entre futebolistas masculinos adultos e atletas de outras modalidades

Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens,

apresentada à Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da

Universidade de Coimbra

janeiro/2018



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

FUTEBOL E SAÚDE ÓSSEA

Estudo comparativo entre futebolistas masculinos adultos e atletas de
outras modalidades

Dissertação de Mestrado em Treino
Desportivo para Crianças e Jovens.
Orientadores: Prof. Doutor Manuel
João Coelho-e-Silva, Mestre João Pedro
Marques Duarte.

João Vasco Lima Santos de Miranda

Miranda, J. V. (2018). Futebol e Saúde Óssea. Estudo comparativo entre futebolistas masculinos adultos e atletas de outras modalidades. Tese de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

*“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens,
mas em ter novos olhos”.*

(Marcel Proust)

AGRADECIMENTOS

A realização de um trabalho de Mestrado é o resultado de uma longa caminhada preenchida por múltiplos desafios, alegrias, inquietações, dúvidas e dificuldades só superados pelo apoio, energia e incentivo de pessoas que assumiram uma especial relevância em todo o processo. Sem eles não seria possível e a todos estarei eternamente agradecido por partilharem a concretização deste projeto.

Um agradecimento muito especial aos orientadores Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva e Mestre João Pedro Marques Duarte pelo apoio incondicional e inexcedível em todas as etapas do desenvolvimento da investigação, por toda a ajuda e paciência, bem como pelos saberes partilhados e transmissão de conhecimento científico imprescindíveis para a elaboração da presente Dissertação.

Aos Amigos de infância, de Faculdade e de outros palcos pelo privilégio da sua preciosa amizade sempre presentes nos melhores momentos da minha vida mas que nunca me faltaram nos momentos mais difíceis. Bem hajam!

À Matilde, minha namorada e companheira, a quem estou especialmente grato pelo incentivo permanente, pela generosidade, pela compreensão e por tudo o que representa para mim.

Dedico este meu estudo aos meus pais pela dedicação de uma vida e pelos valores que me transmitiram e que têm sido basilares e fundamentais no meu crescimento, aos meus avós por todo o Amor e Carinho e à minha irmã Mariana pela cumplicidade, pela inspiração e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

RESUMO

A atividade física desempenha um papel fundamental na aquisição de massa óssea durante o ciclo de vida, sendo as modalidades de elevada carga/impacto as mais benéficas. O presente estudo visa estudar o impacto de diferentes modalidades desportivas na densidade e conteúdo mineral ósseo em adultos masculinos. Sessenta e quatro indivíduos (idade: 18-34 anos), incluindo 34 jogadores de futebol e 30 atletas de outras modalidades, participaram no estudo. A densidade mineral óssea (DMO) e o conteúdo mineral ósseo (CMO) foram avaliados através da absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA). Foram analisados os relatórios padronizados e definiram-se regiões de interesse (ROI). O grupo de futebolistas apresentou valores superiores de DMO (corpo inteiro: diferença de médias = $0,124\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0,001$, $d = 1,44$; tronco: diferença de médias = $0,119\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0,001$, $d = 1,32$; membros inferiores (total): diferença de médias = $0,220\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0,001$, $d = 2,05$; ROI coxa direita: diferença de médias = $0,263\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0,001$, $d = 1,32$; ROI coxa esquerda: diferença de médias = $0,159\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p = 0,006$, $d = 0,72$; ROI coluna lombar: diferença de médias = $0,091\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p = 0,006$, $d = 0,72$ e fémur proximal: diferença de médias variou entre $0,264$ e $0,330\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0,001$, d oscilou entre $1,97$ e $2,39$) e de CMO (corpo inteiro: diferença de médias = 413g , $p < 0,001$, $d = 1,17$; tronco: diferença de médias = 181g , $p < 0,001$, $d = 1,15$; membros inferiores (total): diferença de médias = 233g , $p < 0,001$, $d = 1,65$; e todas as ROI: diferença de médias entre 11 e 35g , valores de p entre $< 0,001$ e $0,033$ e os valores de d variaram entre $0,59$ e $1,81$) quando comparados com atletas de outras modalidades. Estes resultados sugerem que o futebol, como modalidade de elevada carga/impacto tem um impacto positivo na saúde óssea.

Palavras-chave: conteúdo mineral ósseo; densidade mineral óssea; tecido gordo; tecido magro mole; força

ABSTRACT

Physical activity plays a crucial role in bone mass acquisition during life cycle, with weight-bearing and high-impact sport activities being more beneficial. This study was aimed at examining the impact of different sports activities on bone mineral density and content in males. Sixty-four adults (aged 18-34 years) including 34 soccer players and 30 non-soccer players (athletes from other sports) participated in the current study. Bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC) were measured by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). Standardized reports were analyzed and regions of interest (ROI) were defined. Soccer players had significantly higher BMD (whole body: mean differences = $0.124\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0.001$, $d = 1.44$; trunk: mean differences = $0.119\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0.001$, $d = 1.32$; total lower-limbs: mean differences = $0.220\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0.001$, $d = 2.05$; ROI right thigh: mean differences = $0.263\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0.001$, $d = 1.32$; ROI left thigh: mean differences = $0.159\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p = 0.006$, $d = 0.72$; ROI lumbar spine: mean differences = $0.091\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p = 0.006$, $d = 0.72$ and proximal femur: mean differences between 0.264 and $0.330\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$, $p < 0.001$, d varying between 1.97 and 2.39) and BMC (whole body: mean differences = 413g , $p < 0.001$, $d = 1.17$; trunk: mean differences = 181g , $p < 0.001$, $d = 1.15$; total lower-limbs: mean differences = 233g , $p < 0.001$, $d = 1.65$; and all ROI outputs: mean differences between 11 and 35g , p values from < 0.001 and 0.033 and d values varying between 0.59 and 1.81) than counter peers. Data suggest that soccer, as a weight-bearing and high-impact sport, may improve bone health.

Key words: bone mineral content; bone mineral density; fat tissue; lean soft tissue; strength

LISTA DE ABREVIATURAS

cm: centímetros

cm²: centímetros quadrados

cm³: centímetros cúbicos

CMO: conteúdo mineral ósseo

con: ação concêntrica

DEXA: absorciometria de raios-X de dupla energia

DMO: densidade mineral óssea

DP: desvio padrão

g: grama

I: isquiotibiais

IC: intervalo de confiança

Icon: músculos isquiotibiais em ação concêntrica

Icon/Qcon: rácio convencional

K-S: Kolmogorov-Smirnov

Kg: quilograma

L: litros

máx: máximo

min: mínimo

N m: Newton metro

Q: quadricípite

Qcon: músculo quadricípite em ação concêntrica

RDI: região de interesse

%: percentagem

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal em futebolistas (n=34).	31
Tabela 2. Estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal em atletas de outras modalidades (n=30).	33
Tabela 3. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do conteúdo mineral ósseo (CMO) no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).	37
Tabela 4. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados da área no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).	41
Tabela 5. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados da densidade mineral óssea (DMO) no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).	45
Tabela 6. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do tecido gordo no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).	49
Tabela 7. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do tecido magro mole no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).	53
Tabela 8. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos momentos de produção de força máxima	57

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	17
1.1. Fragilidade do tecido ósseo	17
1.2. Indicadores de saúde óssea e participação desportiva	18
1.3. Investigação no futebol	19
1.4. Tecnologias de nível tecidual para avaliação da composição corporal	20
1.5. Avaliação do corpo inteiro e de regiões particulares (colo do fémur)	21
1.6. Objetivos do estudo	22
CAPÍTULO II	
METODOLOGIA	23
2.1. Procedimentos	23
2.2. Amostra	23
2.3. Antropometria	24
2.4. Volume apendicular da coxa	24
2.5. Impedância bio elétrica	25
2.6. Pletismografia de ar deslocado (BODPOD)	25
2.7. Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DEXA)	25
2.8. Avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho	26
2.9. Dinamometria manual (preensão)	27
2.10. Análise estatística	27
CAPÍTULO III	
RESULTADOS	29
CAPÍTULO IV	
DISCUSSÃO	59

CAPÍTULO V	
CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	63
REFERÊNCIAS	65

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1. Fragilidade do tecido ósseo

Atualmente a Osteoporose assume um importante problema de saúde pública com enorme impacto social e económico (Leal et al., 2017). Segundo a *International Osteoporosis Foundation* (2008) uma em cada três mulheres e um em cada cinco homens acima de 50 anos sofrem de fracturas por Osteoporose. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2004) a Osteoporose é uma doença metabólica óssea sistémica, tendo como principais características a diminuição da massa óssea e a deterioração da microarquitECTURA do tecido ósseo. Assim, a fragilidade do osso e a sua suscetibilidade a fraturas aumenta (Campos et al., 2003).

Segundo a *International Osteoporosis Foundation* (2008) os valores referência considerados normais da densidade mineral óssea (DMO) em adultos variam entre normais (T-score > -1.0), Osteopenia (T-score < -1.0 e > -2.5), Osteoporose (T-score < -2.5) e osteoporose severa (T-score < -2.5 + fractura) (Tucker, et al., 2007). As fraturas em várias regiões são a principal consequência da Osteoporose. As mais comuns ocorrem nas vértebras (44%), fémur (20%) e antebraço (14%) (Campos, et al., 2003).

O osso é formado por tecido conjuntivo e é responsável por três funções: mecânica (suporte e locomoção), proteção e metabólica (reserva de minerais como cálcio e fosfato) (Frost, 1994). A infância e a adolescência são períodos cruciais para o crescimento ósseo, representando uma importante fase de aquisição de massa óssea alcançada na idade adulta (Frost, 1994). Reconhece-se que maximizar os ganhos de massa óssea pode fornecer uma importante proteção na prevenção de fraturas ocorrendo mais tarde na vida (Frost, 1994). É na infância que a formação excede a reabsorção. A remodelação torna-se intensa, tendo dois períodos de aceleração: os dois primeiros anos de vida e a adolescência, correspondente ao pico de velocidade de crescimento, (11-13 anos no sexo

feminino e 13-15 no masculino (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Estima-se que 30% do total da massa óssea adulta seja acumulada durante o período da adolescência (Hind & Burrows, 2007).

A otimização do pico de massa óssea é considerada como uma das principais medidas preventivas para a saúde óssea. (Campos, et al., 2003; Hind & Burrows, 2007). O osso possui a capacidade de se adaptar a diversas situações externas (ex: carga mecânica resultante da tração que é exercida pela contração muscular, da transmissão dos tendões e do suporte do peso contrariando a força da gravidade).

Segundo a lei de Wolf este mecanismo, baseia-se no fato de que todas as alterações na função de um osso são acompanhadas por modificações na sua estrutura interna tornando-o capaz de suportar forças deformantes. A arquitetura do osso reflete especificamente o tipo de carga a que é submetido (Frost, 1994). O processo de remodelação óssea reflete a otimização da morfologia de acordo com o nível de exigência mecânica, isto é, adaptação às cargas extremas, peso, contração muscular voluntária e forças de reação com impactos que não comprometam as suas outras funções (Frost, 1994).

1.2. Indicadores de saúde óssea e participação desportiva

A prática desportiva e a sua influência na saúde óssea tem sido alvo de estudo (Brannstrom et al., 2017). Aos estudos com adultos (Bangsbo, Hansen, Dvorak, & Krstrup, 2015) começam a associar-se populações idosas (Suominen et al., 2017) bem como estudos científicos com crianças e adolescentes sobre a fragilidade óssea, pico de massa óssea, Osteopenia e Osteoporose (Ubago-Guisado et al., 2017).

Os dados de estudos de coorte prospectivos e retrospectivos concluem que crianças fisicamente ativas têm maior DMO que controlos sedentários (Pitukcheewanont, Punyasavatsut, & Feuille, 2010), e que a prática de desportiva tem um grande impacto no desenvolvimento durante o crescimento, tanto na DMO

(Daly, 2007) bem como na produção de força (Kellis, Kellis, Manou, & Gerodimos, 2000).

O principal fator que contribui para a saúde óssea é a resistência à fratura. Atualmente, sabe-se que a atividade física pode induzir respostas do tecido ósseo que influenciam as propriedades mecânicas do osso, mas, por outro lado, essas respostas ósseas dependem do tipo de modalidade e da idade de prática (Ferry et al., 2011).

1.3. Investigação no futebol

A prática regular de atividade física contribui para a estreita associação entre músculos e ossos, uma vez que ambos os fatores respondem favoravelmente à carga aumentada (Daly, Stenevi-Lundgren, Linden, & Karlsson, 2008). O futebol, enquanto desporto organizado e federado, revela uma associação positiva com a DMO dos membros inferiores (Seabra et al., 2012).

O futebol é uma modalidade que combina fases anaeróbias de atividade intensa (sprints), fases aeróbias (mais contínuas) e múltiplos impactos (saltos e remates) (Bangsbo, 1994). Estudos interventivos também têm evidenciado uma influência positiva da prática do futebol na saúde óssea. Vicente-Rodriguez e colaboradores (2004), estudaram um grupo de jovens jogadores (pré-púberes) de futebol durante um período de 3 anos. No final da intervenção, os praticantes de futebol revelaram maior conteúdo mineral ósseo (CMO) nos membros inferiores e DMO em todas as regiões. Resultados semelhantes têm sido encontrados em adultos com vários anos de experiência federada. No sexo feminino, em mulheres na pré-menopausa, as alterações flutuam entre 1,3 e 2,3% na DMO depois de 4 e 16 meses de treino de futebol, respectivamente (Krustrup et al., 2010). O mesmo acontece no sexo masculino (20-43 anos), onde a massa óssea dos membros inferiores aumentou consideravelmente após 12 semanas de treino específico de futebol, não tendo sido o mesmo encontrado quando estudados os grupos de controlo ou de corrida (Krustrup et al., 2009).

Os jogadores de futebol possuem maior CMO e DMO quando comparados a grupos de controlo (Duppe, Gardsell, Johnell, & Ornstein, 1996; Wittich et al., 1998; Calbet, Dorado, Diaz-Herrera, Rodriguez-Rodriguez, 2001), quer em adultos do sexo masculino e feminino. O futebol induz uma proporção superior na DMO quando confrontado com a natação, ciclismo e culturismo (Morel, 2001). Este aspeto está relacionado a deformações ósseas provenientes de vibrações e deformações induzidas não só pelas contrações musculares, mas também pelos impactos terrestres e gravidade (Smith & Raab, 1986). Estas deformações induzem mudanças nas atividades celulares ósseas caracterizadas pela estimulação da remodelação óssea com aumento das atividades osteoblásticas e osteoclásticas (Maimoun et al., 2004). Da mesma forma, a reabsorção óssea é aumentada, através de treino de alto nível, em crianças pré-púberes (Jaffre et al., 2001).

1.4 Tecnologias de nível tecidual para avaliação da composição corporal

A Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DEXA) foi desenvolvida na década de 80 e inicialmente era utilizada para avaliar mulheres na pós-menopausa. No início dos anos 90 as mudanças no software de análise permitiram que o equipamento detectasse os limites ósseos em crianças e jovens com baixa DMO. É, nos dias de hoje, o método densitométrico mais utilizado para o diagnóstico da DMO (Lohman & Chen, 2005). Esta metodologia ganhou popularidade, relativamente a outras tecnologias, pela sua rapidez, baixo custo e reduzida exposição à radiação (Stewart & Hannan, 2000; Lohman & Chen, 2005). A sua precisão na avaliação da composição corporal e massa esquelética são fatores preponderantes (Goran, 1998). O parâmetro básico da DEXA é o CMO. O CMO expresso em grama (g) é definido como a quantidade de mineral ósseo contido numa determinada região óssea (Schoenau, Neu, Beck, Manz, & Rauch, 2002).

A DEXA é um equipamento atrativo para a investigação da morfologia óssea, devido à relação custo-eficácia e à baixa emissão de radiação quando comparado com outros equipamentos 3D como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. A DEXA produz imagens em 2D, e por isso as medições geométricas

(óssea) podem ser afetadas pelo posicionamento do paciente (Gregory & Aspden, 2008). A DEXA é considerado o método padrão de ouro para medir a DMO (Morgan & Prater, 2017).

1.5 Avaliação do corpo inteiro e de regiões particulares (colo do fêmur)

A cintura pélvica humana está adaptada para receber forças verticais da coluna e posteriormente direcioná-las aos membros inferiores uma vez que constitui o elemento de ligação entre o tronco e os membros inferiores. Nela atuam as forças externas (peso e a tensão gerada pela contração muscular) (Mourão & Vasconcellos, 2001). O peso encontra-se sobretudo concentrado no sacro e é transmitido para a cabeça do fêmur através da articulação sacro ilíaca. O ilíaco é formado a partir de 2 ossos coxais e do sacro. A cintura pélvica representa o fulcro para o movimento, a locomoção bípede e a postura ortostática (Mourão & Vasconcellos, 2001). O ilíaco articula-se com o fêmur através da superfície do acetábulo, formando a articulação coxo-femoral.

O fêmur é o osso mais longo do corpo humano, sendo composto na extremidade proximal pela cabeça, pelo grande trocânter que serve de local de inserção de músculos e pelo colo do fêmur que se subdivide em colo anatômico unindo o pequeno e o grande trocânter e em colo cirúrgico unindo a diáfise à epífise superior do fêmur (Mourão & Vasconcellos, 2001). A nível do fêmur proximal, a avaliação da DMO através da DEXA tem sido efectuada em regiões standardizadas (colo do fêmur, trocânter e intertrocânter).

As regiões do fêmur proximal com maior risco de falência estrutural durante uma queda são aquelas com menor proteção adaptativa promovida pela carga mecânica das atividades físicas da vida diária (Li et al., 2009).

1.6. Objetivos do estudo

Acredita-se que estrutura e composição do fêmur difere entre praticantes e não praticantes de futebol. As associações entre a prática de futebol federado e a mineralização óssea de três regiões do fêmur proximal são influenciadas pelos anos de prática desportiva. O presente estudo pretende analisar o impacto da prática de futebol federado no mineral ósseo de três regiões do fêmur proximal.

CAPÍTULO II: METODOLOGIA

2.1. Procedimentos

O presente projeto surgiu da cooperação entre a Faculdade de Ciências de Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e a Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra no âmbito da disciplina de Técnicas de Recuperação Desportiva, inserida no plano de estudos do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. De natureza transversal e comparativo, visou descrever o mineral ósseo de diversas regiões de interesse (RDI) e efetuar comparações de acordo com o nível de atividade física e participação desportiva. A participação foi voluntária e o estudo seguiu os Padrões Éticos para a Medicina Desportiva com amostras humanas (Harriss, Macsween, & Atkinson, 2017), incluindo consentimento informado e aprovação na Comissão de Ética (CE/FCDEF-UC/00182016).

2.2. Amostra

Constituída por 34 futebolistas adultos (idade: 21.3 ± 2.0 anos), semiprofissionais do *Campeonato de Portugal Prio* (fatores de inclusão: (1) ter mais de dez anos de prática da modalidade federada; (2) frequência de treinos semanais superior a quatro sessões) e 30 adultos masculinos atletas de outras modalidades (idade: 22.8 ± 3.7 anos), alunos do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens (fatores de inclusão: (1) não ter prática desportiva organizada e/ou competitiva de futebol). As modalidades desportivas praticadas por estes alunos contemplam: natação, polo aquático, patinagem, ciclismo e remo.

2.3. Antropometria

A estatura e a altura sentado foram medidos com aproximação a 0,1cm, recorrendo a um estadiómetro Harpenden (modelo 98.603, Holtain Ltd., Crosswell, GB) e Harpenden Sitting Height Table, respetivamente. O comprimento dos membros inferiores (CMI) foi calculado através da diferença das medidas anteriores. A massa corporal foi obtida através de uma balança SECA (modelo 770, Hanover, MD, USA) com redução de 0,1kg. Todas as avaliações foram executadas pelo mesmo observador com experiência técnica no laboratório.

2.4. Volume apendicular da coxa

Os procedimentos utilizados para estimar a volumetria da coxa, do membro preferido, incluem a medição de três circunferências (proximal da coxa, média da coxa, distal da coxa) e dois comprimentos (correspondendo às distâncias entre as linhas que definem as seções transversais em que foram avaliadas as circunferências) (Jones & Pearson, 1969). Recorreu-se a um lápis dermatográfico para sinalizar as referências na pele. Duas estruturas cónicas foram consideradas e em cada uma delas calculou-se o volume total [VT em cm³], a saber:

$$VT = (1 / 3) . h . [A + (A . B)^{1/2} + B]$$

Em que [h] corresponde ao comprimento do segmento, enquanto [A] e [B] às áreas de dois cortes seccionais sucessivos, respetivamente. Para determinar as duas áreas foram necessárias medições dos perímetros dos cortes transversos (superior e inferior), aplicando-se as seguintes fórmulas:

$$A = [1 / (4 . \pi)] . P_A^2$$

$$B = [1 / (4 . \pi)] . P_B^2$$

2.5. Impedância bio elétrica

A água corporal total (L) foi obtida através do analisador de impedância bio elétrica uni espectro (BIA 101 System Analyzer, Akern, Florence, Italy), permitindo a estimativa bicompartimental da composição corporal a partir da medida de resistência (Rz) e de reactância (Xc). Posteriormente com recurso à aplicação informática *BodyGram PRO software package* é possível obter estimativas da massa celular e do índice de massa celular corporal, água corporal total, água intracelular e água extracelular, massa gorda, massa isenta de gordura, massa muscular, taxa de metabolismo basal.

2.6. Pletismografia de ar deslocado (BODPOD)

O volume corporal total (L) e a densidade corporal (L) foram obtidos através da pletismografia de ar deslocado (Sistema de Composição BODPOD, modelo BODPOD 2006, Life Measurement, Inc, Concord, CA, USA). A precisão do equipamento foi testada antes de cada avaliação, com recurso a um cilindro de 50,3L e seguindo as instruções do fabricante. Os participantes foram avaliados usando apenas roupa interior de licra (calção) e uma toca. Os indivíduos entraram na cabine e na posição de sentados foram avaliados por duas vezes consecutivas. Quando necessário um terceiro valor de volume corporal o instrumento inicia uma rotina de calibração automaticamente (diferença superior a 150mL). A densidade corporal foi calculada através da divisão da massa corporal (g) pelo volume corporal (cm³).

2.7. Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DEXA)

A composição corporal foi medida através da absorciometria de Raios-X de dupla energia (DEXA), avaliando os indivíduos em decúbito dorsal. Esta metodologia (Lunar DPX-PRO/NT/MD+) proporcionou três dimensões compartimentadas: massa do tecido magro mole, tecido gordo e conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral ósseo (DMO). Foram realizadas avaliações do corpo inteiro e do

fêmur proximal (do membro preferido) de acordo com as posições padrão recomendadas pelo fabricante, com posterior análise das imagens obtidas. O relatório final incluiu ainda uma análise segmentar (cabeça e sub-cabeça, membros superiores, tronco e membros inferiores). Posteriormente foram definidas 5 RDI: membro superior direito e esquerdo (região definida pela referência proximal, cabeça do úmero, até à referência distal: 3ª falange do 3º dedo), coxa direita e coxa esquerda (definindo-se uma região oriunda do acetábulo até à região suprapatelar formando 2 estruturas cónicas). Todas as avaliações foram efetuadas num laboratório certificado por um técnico experiente. A calibração foi realizada anteriormente a cada teste utilizando o fantasma padrão recomendando pelo fabricante

2.8. Avaliação isocinética dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho

A avaliação isocinética (Biodex System 3, Shirley, NY, EUA) dos músculos flexores e extensores do joelho foi realizada em ação concêntrica (con) (velocidades angulares $60^{\circ} \cdot s^{-1}$) no membro preferido. O aquecimento para o teste foi realizado em cicloergómetro (Monark 814E, Varberg, Sweden) com uma resistência mínima (2%) e velocidade constante (≈ 60 rpm) e ainda com três exercícios de alongamentos estáticos (20 segundos) dos quadricíptes, isquiotibiais e adutores (Brown, 2000). Os indivíduos foram colocados em posição sentada, sendo o braço da alavanca do dinamómetro alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur e a tira de fixação na articulação tibiotársica colocada aproximadamente entre três a cinco cm do maléolo medial da tibia. Os atletas foram instruídos para colocar as mãos nos ombros durante todo o teste. A amplitude de movimento (90°) durante o teste foi determinada através da extensão voluntária máxima (0°). A remoção do efeito da gravidade no braço do dinamómetro foi efetuada através da calibração do mesmo e no início de cada sessão (Osterning, 1986). Para reduzir o efeito de aprendizagem, consideraram-se 3 repetições sub-máximas (Burnnet, Betts, & King, 1990; De Ste Croix, Armstrong, & Welsman, 1999; Lund et al., 2005) com 1 minuto de recuperação passiva (De Ste Croix, Armstrong, Welsman, & Sharoe, 2002). O feedback foi fornecido através da curva de desenvolvimento de cada atleta durante

o teste (visual). Posteriormente foram realizadas cinco repetições máximas contínuas para a extensão e flexão do joelho em cada uma das velocidades. Os dados foram posteriormente analisados recorrendo à filtragem e suavização das curvas com recurso ao programa *AcqKnowledge*, versão 4.1 (Biopac Systems, Inc.). A informação retirada foi o momento de força máximo, expresso em N m para extensores (quadricíptes: Q) e flexores (isquiotibiais: I). Construiu-se uma medida composta: rácio convencional (Icon/Qcon).

2.9. Dinamometria manual (preensão)

Foi realizada com um dinamómetro mecânico (Hand Dynamometer: Lafayette modelo 78010, USA) ajustado para o tamanho da mão (metacarpos alinhados com o carpo), em ambos os membros. A preensão manual máxima foi efetuada com os indivíduos em posição bípede, com o membro superior em extensão (cotovelo em extensão), ao longo do corpo, com ligeira abdução do ombro e punho em posição neutra. Foi pedido que se realizasse uma contração voluntária isométrica máxima fletindo as falanges e os metacarpos. O registo do resultado foi expresso em kg. Este teste está validado na literatura e tendo sido utilizado na bateria de testes do projeto FACDEX (Sobral & Marques, 1991).

2.10. Análise estatística

A estatística descritiva (amplitude, média, erro padrão da média, 95% do intervalo de confiança da média e desvio padrão) foi calculada para a totalidade da amostra. A verificação da normalidade das variáveis recorreu ao teste *Kolmogorov-Smirnov*, e sempre que as premissas foram violadas procedeu-se à transformação logarítmica para reduzir o erro não uniformizado. As diferenças das médias grupais foi calculada através do *test-t de Student* de amostras independentes, adicionando o tamanho do efeito (*d de Cohen*) interpretados qualitativamente do seguinte modo: <0,2 (trivial); 0,2-0,6 (pequena); 0,6-1,2 (moderada); 1,2-2,0 (grande); 2,0-4,0 (muito grande) >4,0 (extremamente grande) (Hopkins, 2004;

Hopkins, 2011). A análise estatística foi conduzida no programa *IBM SPSS 22.0* (SPSS, Inc., Chicago, IL) com o nível de significância estabelecida nos 5%.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam, sumariamente, a estatística descritiva, nomeadamente: a amplitude (mínimo e máximo), os parâmetros de tendência central e dispersão (média e desvio padrão), bem como o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov). Note-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade, viabilizando a utilização da prova *t-student* para comparação de médias de dois grupos independentes (futebolistas e outras modalidades).

Tabela 1. Estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal em futebolistas (n=34).

Variável	amplitude		valor	média		DP	normalidade (K-S)	
	mín.	máx.		erro padrão	(IC 95%)		valor	p
Idade cronológica, anos	18,57	26,44	21,32	0,35	(20,67 a 22,05)	2,05	0,194	0,002
Prática desportiva federada, anos	7,00	20,00	13,21	0,49	(12,32 a 14,09)	2,84	0,116	0,200
Massa corporal, kg	64,4	81,7	72,6	0,8	(71,0 a 74,2)	4,9	0,111	0,200
Estatura, cm	169,0	185,4	177,0	0,7	(175,7 a 178,3)	3,9	0,139	0,096
Altura sentado, cm	86,5	96,6	93,5	0,4	(92,8 a 94,2)	2,1	0,129	0,162
Comprimento dos membros inferiores, cm	75,3	92,3	83,5	0,6	(82,5 a 84,5)	3,2	0,110	0,200
Volume corporal total, L	60,1	76,8	67,5	0,8	(66,0 a 69,1)	4,6	0,110	0,200
Volume apendicular da coxa, L	4,3	7,2	5,8	0,1	(5,6 a 6,0)	0,7	0,091	0,200
Densidade corporal, L	1,0	1,1	1,1	0,01	(1,0 a 1,1)	0,1	0,107	0,200
Água corporal total, L	40,1	56,7	45,6	0,6	(44,5 a 46,8)	3,5	0,095	0,200

mín. (mínimo); máx. (máximo); IC95% (intervalo de confiança a 95%); DP (desvio padrão); K-S (Kolmogorov-Smirnov).

Tabela 2. Estatística descritiva para as cronovariáveis e tamanho corporal em atletas de outras modalidades (n=30).

Variável	amplitude		valor	média		DP	normalidade (K-S)	
	mín.	máx.		erro padrão	(IC 95%)		valor	p
Idade cronológica, anos	18,16	33,92	22,82	0,69	(21,53 a 24,29)	3,77	0,117	0,200
Prática desportiva federada, anos	2,00	25,00	11,60	0,99	(9,73 a 13,47)	5,44	0,083	0,200
Massa corporal, kg	58,4	88,6	72,1	1,6	(69,0 a 75,3)	8,8	0,119	0,200
Estatuta, cm	166,1	193,0	176,7	1,2	(174,3 a 179,2)	6,8	0,125	0,200
Altura sentado, cm	87,1	101,3	93,3	0,6	(92,2 a 94,5)	3,3	0,082	0,200
Comprimento dos membros inferiores, cm	76,5	94,6	83,4	0,9	(81,7 a 85,1)	4,7	0,118	0,200
Volume corporal total, L	54,4	84,5	67,7	1,6	(64,6 a 70,7)	8,7	0,137	0,154
Volume apendicular da coxa, L	3,7	7,2	5,1	0,2	(4,8 a 5,4)	0,8	0,079	0,200
Densidade corporal, L	1,0	1,1	1,1	0,01	(1,0 a 1,1)	0,1	0,136	0,165
Água corporal total, L	36,7	52,3	43,9	0,8	(42,3 a 45,4)	4,5	0,101	0,200

mín. (mínimo); máx. (máximo); IC95% (intervalo de confiança a 95%); DP (desvio padrão); K-S (Kolmogorov-Smirnov).

A Tabela 3 apresenta os valores referentes ao CMO. A sobredita visa a comparação dos resultados contrastantes no que ao impacto causado pela prática desportiva diz respeito. As diferenças entre grupos centram-se no CMO do corpo inteiro (média da diferença = 413g; magnitude do efeito moderada: $d = 1,17$), no tronco (média da diferença = 181g; magnitude do efeito moderada: $d = 1,15$) e no total dos membros inferiores (média da diferença = 233g; magnitude do efeito grande: $d = 1,65$). No que diz respeito à análise pormenorizada das regiões de interesse: membro superior direito (média da diferença = 11g; magnitude do efeito pequena: $d = 0,59$), membro superior esquerdo (média da diferença = 11g; magnitude do efeito moderada: $d = 0,60$), coxa direita (média da diferença = 35g; magnitude do efeito moderada: $d = 1,43$), coxa esquerda (média da diferença = 30g; magnitude do efeito moderada: $d = 1,17$) e coluna lombar (média da diferença = 31g; magnitude do efeito grande: $d = 1,81$).

Tabela 3. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do conteúdo mineral ósseo (CMO) no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).

Variável dependente	unidade medida	média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
		Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Corpo inteiro	g	3651±338	3238±380	413	(234 a 593)	4,602	<0,001	1,17	moderada
Cabeça	g	520±60	539±58	-19	(-49 a 10)	-1,304	0,197	0,33	pequena
Tronco (total)	g	1233±150	1052±171	181	(101 a 261)	4,512	<0,001	1,15	moderada
Membros superiores (total)	g	465±55	460±71	5	(-27 a 37)	0,310	0,757	0,08	trivial
Membros inferiores (total)	g	1434±131	1201±157	233	(161 a 305)	6,469	<0,001	1,65	grande
RDI 1 (membro superior direito)	g	149±17	138±21	11	(1 a 20)	2,178	0,033	0,59	pequena
RDI 2 (membro superior esquerdo)	g	144±16	133±21	11	(2 a 20)	2,451	0,017	0,60	moderada
RDI 3 (coxa direita)	g	201±23	166±27	35	(23 a 48)	5,685	<0,001	1,43	grande
RDI 4 (coxa esquerda)	g	197±27	167±25	30	(17 a 43)	4,653	<0,001	1,17	moderada
RDI 5 (coluna lombar: L1-L4)	g	116±19	86±14	31	(22 a 39)	7,316	<0,001	1,81	grande

IC95% (intervalo de confiança a 95%).

Centrando a análise na área, a diferença entre grupos para a totalidade é pequena (média da diferença = 66,349cm²; magnitude do efeito: d = 0,43). As diferenças estatisticamente significativas, entre grupos, dizem respeito à área do tronco (média da diferença = 55,382cm²; magnitude do efeito moderada: d = 0,74), membro superior esquerdo (média da diferença = 8,328cm²; magnitude do efeito moderada: d = 0,77), coxa esquerda (média da diferença = 8,857cm²; magnitude do efeito moderada: d = 0,68) e coluna lombar (média da diferença = 17,106cm²; magnitude do efeito muito grande: d = 2,13).

Tabela 4. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados da área no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).

Variável dependente		média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
região	unidade medida	Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Corpo inteiro	cm ⁻²	2666±129	2600±182	66	(-12 a 144)	1,698	0,094	0,43	pequena
Cabeça	cm ⁻²	241±12	241±14	-1	(-7 a 6)	-0,135	0,893	0,03	trivial
Tronco	cm ⁻²	1038±60	983±90	55	(18 a 93)	2,925	0,005	0,74	moderada
Membros superiores (total)	cm ⁻²	485±36	490±43	-5	(-24 a 15)	-0,469	0,641	0,12	trivial
Membros inferiores (total)	cm ⁻²	902±50	875±57	26	(-1 a 53)	1,957	0,055	0,50	pequena
RDI 1 (membro superior direito)	cm ⁻²	130±9	125±14	5	(-1 a 11)	1,660	0,102	0,42	pequena
RDI 2 (membro superior esquerdo)	cm ⁻²	130±10	121±12	8	(3 a 14)	3,040	0,003	0,77	moderada
RDI 3 (coxa direita)	cm ⁻²	107±11	105±19	3	(-5 a 11)	0,757	0,452	0,19	trivial
RDI 4 (coxa esquerda)	cm ⁻²	109±15	100±12	9	(2 a 16)	2,670	0,010	0,68	moderada
RDI 5 (coluna lombar: L1-L4)	cm ⁻²	83±9	66±7	17	(13 a 21)	8,365	<0,001	2,13	muito grande

IC95% (intervalo de confiança a 95%).

A análise dos resultados relativamente à DMO, mostra que ambos os grupos diferem para a totalidade do corpo com uma diferença grande (média da diferença = $0,124\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito: $d = 1,44$). Particularizando, as diferenças para a análise segmentar encontram-se: no tronco (média da diferença = $0,119\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito grande: $d = 1,32$), total dos membros inferiores (média da diferença = $0,220\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito muito grande: $d = 2,05$), coxa direita (média da diferença = $0,263\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito muito grande: $d = 1,32$) e esquerda (média da diferença = $0,282\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito moderada: $d = 0,72$) e na coluna lombar (média da diferença = $0,092\text{g.cm}^{-2}$; magnitude do efeito moderada: $d = 0,72$).

A avaliação ao fémur proximal, no membro preferido, revelou diferenças interindividuais ($0,287$) muito grandes (magnitude do efeito trivial: $d=2,34$). No colo do fémur, a variação entre grupos resulta numa diferença ($0,265$) interindividual grande (magnitude do efeito trivial: $d=1,97$). Para os restantes parâmetros; triângulo Ward, trocânter e haste, as diferenças (entre $0,264$ e $0,330$) mostraram-se muito grandes (magnitude do efeito trivial flutuou entre $2,21$ e $2,39$).

Tabela 5. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados da densidade mineral óssea (DMO) no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).

Variável dependente		média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
região	unidade medida	Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Corpo inteiro	g.cm ⁻²	1,368±0,077	1,244±0,098	0,124	(0,080 a 0,167)	5,650	<0,001	1,44	grande
Cabeça	g.cm ⁻²	2,157±0,201	2,237±0,225	-0,080	(-0,186 a 0,026)	-1,504	0,138	0,38	pequena
Tronco	g.cm ⁻²	1,184±0,089	1,065±0,094	0,119	(0,073 a 0,165)	5,209	<0,001	1,32	grande
Membros superiores (total)	g.cm ⁻²	0,956±0,061	0,934±0,079	0,021	(-0,014 a 0,056)	1,207	0,232	0,32	pequena
Membros inferiores (total)	g.cm ⁻²	1,589±0,093	1,369±0,125	0,220	(0,165 a 0,275)	8,039	<0,001	2,05	muito grande
RDI 1 (membro superior direito)	g.cm ⁻²	1,140±0,072	1,102±0,096	0,038	(-0,004 a 0,080)	1,796	0,077	0,46	pequena
RDI 2 (membro superior esquerdo)	g.cm ⁻²	1,108±0,079	1,089±0,097	0,019	(-0,025 a 0,063)	0,878	0,383	0,22	pequena
RDI 3 (coxa direita)	g.cm ⁻²	1,877±0,145	1,614±0,253	0,263	(0,161 a 0,364)	5,166	<0,001	1,32	grande
RDI 4 (coxa esquerda)	g.cm ⁻²	1,828±0,267	1,669±0,166	0,159	(0,047 a 0,272)	2,822	0,006	0,72	moderada
RDI 5 (coluna lombar: L1-L4)	g.cm ⁻²	1,392±0,119	1,301±0,138	0,091	(0,026 a 0,155)	2,824	0,006	0,72	moderada
Fémur: total	g.cm ⁻²	1,451±0,120	1,164±0,130	0,287	(0,225 a 0,350)	9,192	<0,001	2,34	muito grande
pescoço	g.cm ⁻²	1,392±0,122	1,128±0,151	0,265	(0,196 a 0,333)	7,755	<0,001	1,97	grande
triângulo Ward	g.cm ⁻²	1,377±0,158	1,053±0,154	0,324	(0,246 a 0,402)	8,299	<0,001	2,39	muito grande
trocânter	g.cm ⁻²	1,231±0,123	0,967±0,119	0,264	(0,203 a 0,325)	8,694	<0,001	2,21	muito grande
haste	g.cm ⁻²	1,684±0,143	1,354±0,155	0,330	(0,255 a 0,404)	8,841	<0,001	2,25	muito grande

IC95% (intervalo de confiança a 95%).

Os indicadores de tecido gordo não apresentaram quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre grupos. A análise qualitativa das diferenças apresenta magnitude de efeitos triviais e pequenos.

Tabela 6. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do tecido gordo no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).

Variável dependente	unidade medida	média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
		Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Corpo inteiro	kg	8,7±2,9	10,3±5,3	-1,5	(-3,7 a 0,6)	-1,476	0,145	0,39	pequena
Tronco	kg	4,9±1,6	5,6±3,0	-0,7	(-1,8 a 0,5)	-1,092	0,279	0,30	pequena
Membros superiores (total)	kg	0,4±0,2	0,5±0,4	-0,1	(-0,3 a 0,1)	-1,467	0,147	0,33	pequena
Membros inferiores (total)	kg	3,0±1,6	3,5±1,9	-0,4	(-1,2 a 0,3)	-1,127	0,264	0,29	pequena
RDI 1 (membro superior direito)	kg	0,1±0,1	0,1±0,1	0,1	(-0,1 a 0,1)	1,376	0,174	0,01	trivial
RDI 2 (membro superior esquerdo)	kg	0,1±0,1	0,1±0,1	0,1	(-0,1 a 0,1)	0,865	0,390	0,01	trivial
RDI 3 (coxa direita)	kg	0,9±0,3	1,0±0,5	-0,1	(-0,3 a 0,1)	-1,096	0,277	0,25	pequena
RDI 4 (coxa esquerda)	kg	0,8±0,3	0,9±0,5	-0,1	(-0,3 a 0,1)	-1,388	0,170	0,25	pequena
RDI 5 (coluna lombar: L1-L4)	kg	0,2±0,1	0,2±0,1	0,1	(-0,1 a 0,1)	0,284	0,777	0,01	trivial

IC95% (intervalo de confiança a 95%).

No que ao tecido magro mole diz respeito, as diferenças interindividuais registaram-se para a globalidade: corpo inteiro (média da diferença = 2,8kg; magnitude do efeito moderada: $d = 0,65$). A análise segmentar demonstrou que à exceção dos membros superiores (valor total), que não apresentaram diferenças interindividuais (média da diferença = 0,1kg; magnitude do efeito trivial: $d = 0,01$), todas as restantes regiões apresentaram diferenças estatisticamente significativas. No tronco a média da diferença foi de 1,2kg e magnitude do efeito pequena ($d = 0,55$).

Nas RDI definidas, os valores da diferença de médias variaram entre 0,2 e 1,5 e os valores para magnitude do efeito oscilaram entre moderado e muito grandes. A maior diferença fez-se notar para a RDI da coluna lombar (L1-L4) onde média da diferença foi de 0,5kg e a magnitude do efeito muito grande ($d = 2,03$).

Tabela 7. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos dados do tecido magro mole no corpo inteiro e regiões de interesse (RDI).

Variável dependente		média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
região	unidade medida	Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Corpo inteiro	kg	60,6±3,3	57,8±5,4	2,8	(0,6 a 5,0)	2,593	0,012	0,65	moderada
Tronco	kg	27,7±1,7	26,5±2,7	1,2	(0,1 a 2,3)	2,121	0,038	0,55	pequena
Membros superiores (total)	kg	7,1±0,7	7,1±1,2	0,1	(-0,5 a 0,5)	0,028	0,978	0,01	trivial
Membros inferiores (total)	kg	21,7±1,4	20,2±2,0	1,5	(0,7 a 2,4)	3,638	0,001	0,89	moderada
RDI 1 (membro superior direito)	kg	2,3±0,2	2,1±0,3	0,2	(0,1 a 0,4)	3,307	0,002	0,81	moderada
RDI 2 (membro superior esquerdo)	kg	2,3±0,2	2,0±0,3	0,2	(0,1 a 0,4)	3,184	0,002	1,21	grande
RDI 3 (coxa direita)	kg	5,3±0,5	4,9±0,7	0,4	(0,1 a 0,7)	2,854	0,006	0,68	moderada
RDI 4 (coxa esquerda)	kg	5,3±0,5	4,7±0,6	0,5	(0,2 a 0,8)	3,244	0,002	1,11	moderada
RDI 5 (coluna lombar: L1-L4)	kg	2,1±0,3	1,5±0,3	0,5	(0,4 a 0,7)	7,062	<0,001	2,03	muito grande

IC95% (intervalo de confiança a 95%).

Os parâmetros de força associados à articulação do joelho na expressão de MFM não apresentaram quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre grupos. A análise da magnitude de efeitos para medidas simples (extensores e flexores) e para medidas compostas (rácio convencional) apresentaram diferenças pequenas.

Já na dinamometria manual (preensão), a diferença entre grupos para os membros superiores direito e esquerdo são estatisticamente significativas. Para o membro superior direito a média da diferença foi de 6,0kg e a magnitude do efeito moderada ($d = 0,91$). O membro superior esquerdo revelou uma diferença média de 5,8kg (magnitude do efeito moderada ($d = 0,79$)).

Tabela 8. Estatística comparativa e prova de diferença de médias complementada com informação sobre a magnitude dos efeitos relativamente aos momentos de produção de força máxima.

Parâmetro	Variável dependente		média ± desvio padrão		diferença médias		t-pares		magnitude efeito	
	região	unidade medida	Futebolistas	Outras modalidades	valor	(IC 95%)	t	p	d	(qualitativo)
Dinamometria isocinética	MFM extensores do joelho (60°s ⁻¹)	N m	227,4±32,7	208,8±47,0	18,6	(-1,5 a 38,6)	1,854	0,069	0,47	pequena
	MFM flexores do joelho (60°s ⁻¹)	N m	126,6±22,5	119,6±27,6	6,9	(-5,6 a 19,5)	1,109	0,272	0,28	pequena
	Rácio convencional		0,56±0,1	0,58±0,1	-0,1	(-0,1 a 0,1)	-0,913	0,365	0,20	pequena
Dinamometria manual	Membro superior direito	kg	51,1±8,0	45,1±4,7	6,0	(-2,6 a 9,3)	3,564	0,001	0,91	moderada
	Membro superior esquerdo	kg	48,8±8,7	43,0±5,7	5,8	(-2,0 a 9,5)	3,094	0,003	0,79	moderada

IC95% (intervalo de confiança a 95%); MFM (momento de força máximo).

CAPÍTULO IV:

DISCUSSÃO

O objetivo da presente investigação foi comparar os efeitos de práticas desportivas contrastantes na massa óssea (CMO e DMO) do corpo todo, de diversas RDI e do fémur proximal em adultos. As regiões de interesse foram definidas pela DEXA (regiões padrão ou “tradicionais”) e sugeridas por Li e colegas (2009) como sendo as mais sensíveis à predição da fratura óssea. O presente estudo confirma que indivíduos envolvidos num desporto com elevada carga/impacto (“*weight-bearing sports*”), fruto das travagens, acelerações, mudanças de sentido e saltos apresentam maior massa óssea na expressão de CMO e DMO medido no corpo todo, em segmentos (apendicular) e regiões de interesse. Trata-se de um estudo inovador, uma vez que o fémur proximal condiciona a carga mecânica ao nível da anca.

Os resultados do presente estudo corroboram os de estudos anteriores que indicam as atividades desportivas de elevada carga e impacto como formas eficazes de obtenção e otimização da massa óssea (Calbet et al., 2001; Fredericson et al., 2007; Ginty et al., 2005). Estas atividades de desporto organizado fortalecem o osso através de duas maneiras distintas: fruto do seu impacto (por meio das travagens, acelerações, mudanças de sentido e saltos); pelo desenvolvimento dos músculos periféricos de estruturas ósseas originando uma maior tensão (maneira indireta osteogênica) (Vicente-Rodriguez et al., 2004). Assim, a prática do futebol induz um estímulo ósseo que envolve as forças de reação do solo (de alto impacto) e que é sugerido como benéfico para a sedimentação de cálcio e modelagem óssea (Anliker & Toigo, 2012; Anliker, Sonderegger, & Toigo, 2013; Hart et al., 2016).

Devido ao facto de no presente estudo se terem observado valores menores de massa óssea no grupo de atletas de outras modalidades, pode afirmar-se que a carga e impacto proporcionados pelo treino das é de quantidade insuficiente para produzir adaptações no osso. Pelo facto de serem desportos considerados “não-osteogénicos”, a sua interpretação deve ser feita cautelosa, particularmente quanto

à hipótese de um cruzamento molecular entre músculo e osso (Tagliaferri et al, 2015). Estas ligações entre músculo e osso e de que forma são afetadas com a prática e tipo de desporto devem ser exploradas em estudos futuros.

O corrente estudo suporta as conclusões de que as atividades desportivas com elevada carga/impacto ("*weight-bearing sports*"), são fundamentais para a produzir um aumento na massa óssea. Estes resultado são confirmados pelas diferenças significativas nas medidas de CMO e DMO. Desportos como futebol, basquetebol, voleibol e andebol produzem um efeito positivo na massa óssea, enquanto outros, como a natação, polo aquático e ciclismo, usam ativamente o sistema muscular, que por si só, não é suficiente para gerar um impacto direto no suporte das estruturas e conseqüentemente, negativamente relacionadas à formação óssea (Seabra et al., 2012; 2016; Ubago-Guisado et al., 2015).

As RDI e o fémur proximal foram alvo de estudo, zonas que estão associadas e são críticas de fractura (Li et al., 2009). A avaliação efectuada nessas zonas críticas mostrou ser um procedimento sensível para a discriminação do risco de fractura óssea. Estudos efectuados em mulheres idosas concluíram que a DMO estudada nas zonas críticas é o melhor preditor de fracturas ósseas quando comparadas com as zonas de análise "tradicional". O presente estudo fortalece estas indicações uma vez que se verificou que as RDI das coxas e da coluna lombar, bem como todos os parâmetros do fémur proximal revelaram ser mais sensíveis à prática de atividade física de maior impacto comparativamente ao grupo de atletas de outras modalidades.

À luz destas descobertas, o futebol deve ser considerado como um desporto cujo potencial melhora o conteúdo e densidade da massa óssea durante a infância e adolescência, através da mobilização dos sistemas músculo e esquelético cumprindo as exigências físicas e fisiológicas do jogo: alternâncias de velocidade, travagens, passes, remates e contatos com jogadores adversários (Krustrup et al., 2009). Além disto, envolve um elevado número de saltos e outro tipo de movimentos ortodoxos que exigem mudanças bruscas de posições corporais com imponente impacto sobre o osso e conseqüente aumento da mineralização.

Uma vez que o rastreio e diagnóstico da Osteoporose são baseados na avaliação da DMO, o presente estudo compara a DMO de novas regiões que discriminam as adaptações ósseas de atletas expostos a diferentes cargas mecânicas. A OMS integra outros factores de risco, como o histórico de fracturas, o sexo, a idade, o consumo de álcool e de tabaco (Leslie, Lix, Johanson, Oden, McCloskey, & Kanis, 2011). Esse risco de fractura deve ser tido em conta quando da avaliação do paciente, sendo logicamente a avaliação DEXA um parâmetro fundamental no conjunto de factores que completam o diagnóstico do individuo.

Sabe-se que a composição corporal é um fator discriminante entre futebolistas de elite (Sutton, Scott, Wallace, & Reilly, 2009). No presente estudo, observou-se também que os futebolistas apresentam valores de tecido magro mole mais elevados especialmente nos membros inferiores. Os efeitos do futebol nos tecidos são conhecidos, na sua maioria positivos (redução de massa gorda, aumento de massa magra, aumento da massa mineral óssea) (Milanese, Cavedon, Corradini, De Vita, & Zancanaro, 2015). A metodologia DEXA pode ser útil para treinadores e profissionais das Ciências do Desporto no acompanhamento e controlo do treino no que à composição corporal regional de atletas de futebol diz respeito. Ao observarmos os valores de DMO e massa magra verificamos que os praticantes de atividades físicas de maior impacto possuem valores absolutos superiores de DMO nas RDI e no fémur proximal.

A literatura reporta ainda que a produção de força muscular dos músculos extensores de joelho tem uma relação direta com a DMO e o CMO em várias regiões do corpo (Seabra et al., 2012). É sabido que as estruturas músculo-esqueléticas respondem positivamente ao impacto-carga impostas pela prática do futebol e do das forças de reação. O Futebol é considerado uma atividade desportiva equilibrada multilateral, no que à saúde óssea diz respeito (Seabra et al., 2012). No presente estudo não foi possível encontrar diferenças entre grupos no que há produção de força dos músculos extensores e flexores do joelho diz respeito. No entanto essas diferenças foram encontradas no teste de prensão manual, tanto para o membro superior direito como para o esquerdo. O facto de todos os atletas terem sido avaliados apenas no membro inferior preferido pode influenciar esta

evidência. Os padrões de desempenho e movimento das ações do futebol influenciam negativamente o equilíbrio de produção força nos membros inferiores (Daneshjoo, Rahnama, Mokhtar & Yusof, 2013; Anliker et al., 2013). Estudos futuros devem considerar a avaliação dos dois membros inferiores.

O grupo de futebolistas revelou maior massa óssea contrastando com os seus pares de outras modalidades. Estes resultados têm relevância clínica, uma vez que o futebol deve atuar como meio de promoção da saúde óssea e ajudar a prevenir o futuro desenvolvimento de Osteoporose em idades adultas. No entanto, a interpretação destes resultados deve ter em consideração as limitações metodológicas do estudo: 1) projeto de natureza transversal, não sendo possível estabelecer relações casuais. Sugere-se uma interpretação recorrendo a análises longitudinais monitorizando a taxa de crescimento das variáveis do osso, descrevendo as curvas de crescimento; e (2) o número limitado de participantes poderá ter reduzido o poder estatístico para comparações de grupo e, por sua vez, a generalização dos resultados.

CAPÍTULO V:

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

As pesquisas disponíveis até ao momento indicam que a participação em desporto com impacto, especialmente antes da puberdade, é importante para maximizar a acumulação de massa óssea. Os efeitos do treino com cargas adicionais circunscrever-se aos ossos contíguos ao trabalho desenvolvido com cargas, sendo portanto localizados.

O início de um estilo de vida com exercícios compreendendo impacto e força com cargas antes da puberdade parece ter benefícios, acreditando-se que são obtidas alterações geométricas nos ossos, que, por sua vez, confere melhores propriedades de resistência, especialmente no colo do fémur. A prática desportiva surge, assim, associada a menor risco de fraturas na velhice em homens e mulheres e esse pode ser um efeito a longo prazo.

Várias metodologias de treino encontram-se disponíveis para objectivar a melhora da DMO e do CMO, decorrendo esta investigação de comparativos e prospectivos. Nem todas as modalidades de exercício parecem ter efeitos positivos sobre a massa óssea. Por exemplo, o exercício sem cargas adicionais, como a natação e o ciclismo, não parecem ter impacto substancial na massa óssea, enquanto a caminhada ou a corrida consistentemente demonstram efeitos positivos.

Não é ainda claro qual a melhor metodologia de treino para aumentar a massa óssea, embora as evidências científicas apontem para uma combinação de exercícios de alto impacto (ou seja, saltar, travar, disputar) com exercícios de levantamento de pesos livres. Ora, o exercício de elevado impacto, mesmo em quantidade limitada, parece ser mais eficiente para incrementar a massa óssea. Contudo o treino dito resistido (com cargas suplementares) surge positivamente associado a melhores indicadores de saúde óssea, muito especialmente à DMO em

jovens e adultos, e o efeito do exercício com pesos e halteres é relativamente específico para os músculos que trabalham e aos ossos nos quais se inserem.

No entanto, recomendam-se, como necessários, mais estudos para determinar se existem diferenças entre sexos na resposta óssea ao treino. E, embora o exercício aeróbio e a atividade física com suporte de pesos, sejam importantes para manter a saúde geral, o exercício de força com cargas adicionais demonstrou ter um efeito mais relevante sobre a densidade óssea. Estudos realizados em adultos idosos mostraram uma discrepância entre sexos. Os homens mais velhos respondem melhor aos protocolos tidos como osteogênicos, comparativamente às mulheres. Restará determinar se as mulheres idosas precisam de um protocolo de exercício diferente para homens de idade similar, cumprindo-se assim um pressuposto geral da teoria do treino: individualização da carga.

Resumindo, o exercício de impacto e com cargas suplementares deve ser defendido para a prevenção da Osteoporose. Certamente, futuras pesquisas devem considerar a necessidade de ensaios aleatórios e controlados nesta área de pesquisa, permitindo o desenvolvimento de critérios para aplicação adequada de cargas de treino em função da idade e do sexo e até histórico de lesões, fragilidade e experiência pretérita de treino.

REFERÊNCIAS

- Anliker, E., & Toigo, M. (2012). Functional assessment of the muscle-bone unit in the lower leg. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 12(2), 46-55.
- Anliker, E., Sonderegger, A., & Toigo, M. (2013). Side-to-side differences in the lower leg muscle-bone unit in male soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 45(8), 1545-1552. doi: 10.1249/MSS.0b013e31828cb712
- Bangsbo J. The physiology of soccer-with special reference to intense intermitente exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 1994, 619: 1-155.
- Bangsbo, J., Hansen, P. R., Dvorak, J., & Krstrup, P. (2015). Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: a narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity. *Br J Sports Med*, 49(9), 568-576. doi: 10.1136/bjsports-2015-094781
- Brannstrom, A., Yu, J. G., Jonsson, P., Akerfeldt, T., Stridsberg, M., & Svensson, M. (2017). Vitamin D in relation to bone health and muscle function in young female soccer players. *Eur J Sport Sci*, 17(2), 249-256. doi: 10.1080/17461391.2016.1225823
- Calbet, J. A., Dorado, C., Diaz-Herrera, P., Rodriguez-Rodriguez, L. P. (2001). High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Med Sci Sports Exerc*, 33, 1682-1687.
- Campos, L. M., Liphau B. L., Silva C. A., & Pereira, R. M. (2003). Osteoporose na infância e na adolescência. *J Ped*, 79, 481-88.
- Daly, R. M. (2007). The effect of exercise on bone mass and structural geometry during growth. *Med Sport Sci*, 51, 33-49. doi: 10.1159/0000103003

- Daly, R. M., Stenevi-Lundgren, S., Linden, C., & Karlsson, M. K. (2008). Muscle determinants of bone mass, geometry and strength in prepubertal girls. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(6), 1135-1141. doi: 10.1249/MSS.0b013e318169bb8d
- Daneshjoo, A., Rahnema, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *J Hum Kinet*, *36*, 45-53. doi: 10.2478/hukin-2013-0005
- Duppe, H., Gardsell, P., Johnell, O., & Ornstein, E. (1996). Bone mineral density in female junior, senior and former football players. *Osteoporos Int*, *6*(6), 437-441.
- Ferry, B., Duclos, M., Burt, L., Therre, P., Le Gall, F., Jaffre, C., & Courteix, D. (2011). Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: comparison between elite female soccer players and swimmers. *J Bone Miner Metab*, *29*(3), 342-351. doi: 10.1007/s00774-010-0226-8
- Fredericson, M., Chew, K., Ngo, J., Cleek, T., Kiratli, J., & Cobb, K. (2007). Regional bone mineral density in male athletes: a comparison of soccer players, runners and controls. *Br J Sports Med*, *41*(10), 664-668; discussion 668. doi: 10.1136/bjism.2006.030783
- Frost, H. M., & Jee, W. S. (1994). Perspectives: applications of a biomechanical model of the endochondral ossification mechanism. *Anat Rec*, *240*(4), 447-455. doi: 10.1002/ar.1092400403
- Ginty, F., Rennie, K. L., Mills, L., Stear, S., Jones, S., & Prentice, A. (2005). Positive, site-specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high-impact activities in 16- to 18-year-old boys. *Bone*, *36*(1), 101-110. doi: 10.1016/j.bone.2004.10.001

- Goran, M. I. (1998). Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics*, *101*(3), 505-518.
- Gregory, J. S., & Aspden, R. M. (2008). Femoral geometry as a risk factor for osteoporotic hip fracture in men and women. *Med Eng Phys*, *30*(10), 1275-1286. doi: 10.1016/j.medengphy.2008.09.002
- Harriss, D. J., Macsween, A., & Atkinson, G. (2017). Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. *Int J Sports Med*, *38*(14), 1126-1131. doi: 10.1055/s-0043-124001
- Hart, N. H., Nimphius, S., Weber, J., Spiteri, T., Rantalainen, T., Dobbin, M., & Newton, R. U. (2016). Musculoskeletal Asymmetry in Football Athletes: A Product of Limb Function over Time. *Med Sci Sports Exerc*, *48*(7), 1379-1387. doi: 10.1249/MSS.0000000000000897
- Hind, K., & Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone*, *40*(1), 14-27. doi: 10.1016/j.bone.2006.07.006
- Hopkins W. Sportsscience 8, 2004. Available at: <http://www.sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>; accessed on 30.10.2017
- Hopkins W. Sportsscience 8, 2011. Available at: <http://www.sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>; accessed on 30.10.2017
- International Osteoporosis Foundation, F. (2008). International Osteoporosis Foundation. <http://www.iofbonehealth.org/what-is-osteoporosis>.
- Jaffre, C., Courteix, D., Dine, G., Lac, G., Delamarche, P., & Benhamou, L. (2001). High-impact loading training induces bone hyperresorption activity in young elite female gymnasts. *J Pediatr Endocrinol Metab*, *14*(1), 75-83.

- Jones, P. R., & Pearson, J. (1969). Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *The Journal of Physiology*, 204(2), 63-66.
- Kellis, S., Kellis, E., Manou, V., & Gerodimos, V. (2000). Prediction of knee extensor and flexor isokinetic strength in young male soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 30(11), 693-701. doi: 10.2519/jospt.2000.30.11.693
- Krustrup, P., Hansen, P. R., Andersen, L. J., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Randers, M. B., . . . Bangsbo, J. (2010). Long-term musculoskeletal and cardiac health effects of recreational football and running for premenopausal women. *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 1, 58-71. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01111.x
- Krustrup, P., Nielsen, J. J., Krustrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., . . . Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *Br J Sports Med*, 43(11), 825-831. doi: 10.1136/bjism.2008.053124
- Leal, J., Gray, A. M., Hawley, S., Prieto-Alhambra, D., Delmestri, A., Arden, N. K., . . . and the, R. S. G. (2017). Cost-Effectiveness of Orthogeriatric and Fracture Liaison Service Models of Care for Hip Fracture Patients: A Population-Based Study. *J Bone Miner Res*, 32(2), 203-211. doi: 10.1002/jbmr.2995
- Leslie, W. D., Lix, L. M., Johansson, H., Oden, A., McCloskey, E., & Kanis, J. A. (2011). Spine-hip discordance and fracture risk assessment: a physician-friendly FRAX enhancement. *Osteoporos Int*, 22(3), 839-847. doi: 10.1007/s00198-010-1461-5
- Li, W., Kornak, J., Harris, T., Keyak, J., Li, C., Lu, Y., . . . Lang, T. (2009). Identify fracture-critical regions inside the proximal femur using statistical parametric mapping. *Bone*, 44(4), 596-602. doi: 10.1016/j.bone.2008.12.008

- Li, W., Kornak, J., Harris, T., Keyak, J., Li, C., Lu, Y., et al. (2009). Identify fracture-critical regions inside the proximal femur using statistical parametric mapping. *Bone*, 44, 596-602.
- Lohman, T. G., & Chen, Z. (2005). Dual energy x-ray-absorptiometry. In: Heymsfield, S. B., Lohman, T. G., Wang, S. B. (Eds.) *Human Body Composition*. (pp. 63-78). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Maimoun, L., Mariano-Goulart, D., Couret, I., Manetta, J., Peruchon, E., Micallef, J. P., . . . Leroux, J. L. (2004). Effects of physical activities that induce moderate external loading on bone metabolism in male athletes. *J Sports Sci*, 22(9), 875-883. doi: 10.1080/02640410410001716698
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation, and physical activity. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Milanese, C., Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *J Sports Sci*, 33(12), 1219-1228. doi: 10.1080/02640414.2015.1022573
- Morel, J., Combe, B., Francisco, J., & Bernard, J. (2001). Bone mineral density of 704 amateur sportsmen involved in different physical activities. *Osteoporos Int*, 12(2), 152-157. doi: 10.1007/s001980170148
- Morgan, S. L., & Prater, G. L. (2017). Quality in dual-energy X-ray absorptiometry scans. *Bone*, 104, 13-28. doi: 10.1016/j.bone.2017.01.033
- Mourão, A. L., Vasconcellos, H. (2001). A Geometria do fêmur proximal em ossos de brasileiros. *Acta Fisiátrica*, 8: 113-119.
- Pitukcheewanont, P., Punyasavatsut, N., & Feuille, M. (2010). Physical activity and bone health in children and adolescents. *Pediatr Endocrinol Rev*, 7(3), 275-282.

- Schoenau, E., Neu, C. M., Beck, B., Manz, F., & Rauch, F. (2002). Bone mineral content per muscle cross-sectional area as an index of the functional muscle-bone unit. *J Bone Miner Res*, 17(6), 1095-1101. doi: 10.1359/jbmr.2002.17.6.1095
- Seabra, A., Katzmarzyk, P., Carvalho, M. J., Seabra, A., Coelho, E. S. M., Abreu, S., . . . Malina, R. M. (2016). Effects of 6-month soccer and traditional physical activity programmes on body composition, cardiometabolic risk factors, inflammatory, oxidative stress markers and cardiorespiratory fitness in obese boys. *J Sports Sci*, 34(19), 1822-1829. doi: 10.1080/02640414.2016.1140219
- Seabra, A., Marques, E., Brito, J., Krstrup, P., Abreu, S., Oliveira, J., . . . Rebelo, A. (2012). Muscle strength and soccer practice as major determinants of bone mineral density in adolescents. *Joint Bone Spine*, 79(4), 403-408. doi: 10.1016/j.jbspin.2011.09.003
- Smith, E. L., & Raab, D. M. (1986). Osteoporosis and physical activity. *Acta Med Scand Suppl*, 711, 149-156.
- Sobral, F. & Marques, A. (1991). FACDEX – *Desenvolvimento Somato-Motor e Factores de Excelência na População Escolar Portuguesa*. Gabinete Coordenador do Desporto Escolar. Ministério da Educação.
- Stewart, A. D., & Hannan, W. J. (2000). Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci*, 18(4), 263-274. doi: 10.1080/026404100365009
- Suominen, T. H., Korhonen, M. T., Alen, M., Heinonen, A., Mero, A., Tormakangas, T., & Suominen, H. (2017). Effects of a 20-week high-intensity strength and sprint training program on tibial bone structure and strength in middle-aged and older male sprint athletes: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*. doi: 10.1007/s00198-017-4107-z

- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: influence of playing position, international status, and ethnicity. *J Sports Sci*, 27(10), 1019-1026. doi: 10.1080/02640410903030305
- Tagliaferri, C., Wittrant, Y., Davicco, M. J., Walrand, S., & Coxam, V. (2015). Muscle and bone, two interconnected tissues. *Ageing Res Rev*, 21, 55-70. doi: 10.1016/j.arr.2015.03.002
- Tucker, G., Metcalfe, A., Pearce, C., Need, A. G., Dick, I. M., Prince, R. L., & Nordin, B. E. (2007). The importance of calculating absolute rather than relative fracture risk. *Bone*, 41(6), 937-941. doi: 10.1016/j.bone.2007.07.015
- Ubago-Guisado, E., Vlachopoulos, D., de Moraes, A. C. F., Torres-Costoso, A., Wilkinson, K., Metcalf, B., . . . Gracia-Marco, L. (2017). Lean mass explains the association between muscular fitness and bone outcomes in 13-year-old boys. *Acta Paediatr*. doi: 10.1111/apa.13972
- Vicente-Rodriguez, G., Ara, I., Perez-Gomez, J., Serrano-Sanchez, J. A., Dorado, C., & Calbet, J. A. (2004). High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 36(10), 1789-1795.
- Wittich, A., Mautalen, C. A., Oliveri, M. B., Bagur, A., Somoza, F., & Rotemberg, E. (1998). Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif Tissue Int*, 63(2), 112-117.