

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mário João Gonçalves Monteiro

COMPOSIÇÃO CORPORAL EM JOVENS ATLETAS

**Tese no âmbito do Doutoramento em Ciências do Desporto, Ramo
Atividade Física e Saúde orientada pelo Professor Doutor António
José Barata Figueiredo e apresentada à Faculdade de Ciências do
Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.**

Dezembro de 2022

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física
da Universidade de Coimbra

Composição Corporal em Jovens Atletas

Mário João Gonçalves Monteiro

Tese no âmbito do Doutoramento em Ciências do Desporto, Ramo Atividade Física e Saúde orientada pelo Professor Doutor António José Barata Figueiredo e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Dezembro de 2022

Monteiro, M. J. G. 2022 Composição Corporal em Jovens Atletas. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências e do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra. Portugal.

Para Maria Emília,
minha mãe

Agradecimentos

Ao Professor Doutor António José Barata Figueiredo, pela orientação imprescindível a este trabalho. Agradeço as suas ideias precisas e claras que prestigiam esta tese. Só a sua amizade, ajuda sempre pronta e paciência ilimitada, tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Pelo apoio científico, agradeço a imprescindível colaboração da Professora Doutora Maria Helena Vieira Soares Loureiro

O desenvolvimento dos diferentes estudos e tratamento estatístico não teria sido possível sem a prestimosa ajuda do meu amigo Professor Doutor João Paulo Figueiredo.

À Professora Doutora Rute Andreia Martins dos Santos agradeço a importantíssima colaboração, e aporte científico, na recolha de dados relativos à Ultrassonografia.

Aos colegas de Departamento Imagem Médica e Radioterpia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra – IPC, Adelino, Graciano e Joana agradeço a amizade, paciência e incentivo que demonstraram ao longo deste processo.

À Faculdade de Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra – IPC o meu reconhecimento.

A todos os participantes que de alguma forma contribuíram para este projeto, o meu muito obrigado.

A meus Pais, com muita saudade, pelo incentivo e apoio incondicional, por serem os primeiros a acreditar que seria possível.

Aos meus filhos, Diogo, Francisca e Francisco pela paciência com que suportaram as minhas indisponibilidades, pelo apoio e interesse demonstrado no desenvolvimento deste processo.

Mas sobretudo à Helena, minha mulher, sempre presente, pelo amor, amizade, incondicional apoio e sentido crítico construtivo com que leu, releu, e corrigiu a redação deste texto.

Resumo

Introdução: A Composição Corporal (CC) é atualmente, uma ferramenta imprescindível na avaliação de atletas, nomeadamente na monitorização da resposta ao treino e competição. Os objetivos deste estudo consistiram em avaliar a CC em jovens praticantes de futebol ao longo da época desportiva, perceber a influência de diferentes atividades desportivas e da Nutrição na CC. Tentámos ainda aferir a efetividade de um instrumento, Ultrassonografia (US), na avaliação da CC em jovens.

Metodologias: Para perceber a efetividade do instrumento US, considerámos Densitometria Bifotónica (DEXA) como instrumento referência, e realizámos avaliações US e DEXA a 48 jovens atletas praticantes de natação e futebol no mesmo dia. As avaliações US foram realizadas em pontos predeterminados do corpo dos atletas, segundo protocolo referência.

Para o estudo desenvolvido com jovens atletas de futebol longo da época, quer para estudo comparativo entre diferentes modalidades desportivas, futebol e natação, foi utilizado como instrumento de avaliação a DEXA.

Para perceber a influência da ingestão alimentar dos atletas na CC foi realizado o Questionário de Frequência Alimentar®, aos atletas de futebol participantes do estudo longitudinal.

Foram ainda realizadas medidas antropométricas como peso e altura, calculado o Índice de Massa Corporal. Calculámos também a estatura matura predita como indicador de maturação somática.

Resultados: No estudo de avaliação de instrumento para predição de CC, foi proposta equação que permite explicar a Massa Gorda Total em 72,6% dos jovens atletas.

Relativamente à avaliação longitudinal da CC os jovens atletas revelam um aumento dos componentes Massa Magra e Massa Óssea ao longo do estudo. Os valores apresentados pelos atletas são no geral superiores aos da população em geral, comparável à nossa amostra, este aumento era expectável dada a idade dos participantes, no entanto conseguimos perceber a influência da atividade desportiva. A Massa Gorda mantém-se estacionária, ou decresce mesmo, num dos subgrupos.

A ingestão alimentar revelou não influenciar os resultados descritos, no entanto encontramos, relativamente à nossa amostra que apenas 26% dos atletas apresentavam uma

ingestão calórica diária adequada. Encontrámos relações entre alguns dos componentes da CC com a ingestão de macronutrientes.

Quando comparamos a CC relativamente a praticantes de diferentes modalidades desportivas encontramos diferenças na distribuição da Massa Magra, evidenciando o apelo que as referidas modalidades fazem em termos de esforço. Existem diferenças relativamente à Massa óssea, e nesta dimensão os praticantes de futebol apresentaram maior quantidade deste componente da CC, no entanto os nadadores, relativamente à população em geral, comparável com a nossa amostra não apresentavam diferenças significativas.

Conclusões: A prática desportiva, em particular, na forma das modalidades avaliadas neste trabalho, é benéfica para a saúde dos jovens, do ponto de vista da sua Composição Corporal, pois os participantes demonstraram, independentemente da modalidade avaliada, valores de Massa Magra mais elevados que a população geral, e nenhum deles apresentou MG em excesso.

A DEXA e US demonstraram ser bons métodos de avaliação de CC, embora relativamente à US, precise de maior número de estudos de forma que se possa desenvolver um protocolo que aumente a sua capacidade de predição.

O estudo da Composição Corporal aliado a uma eficaz avaliação nutricional demonstrou ser crucial em atletas, nomeadamente em atletas jovens que antes mais estão em período de desenvolvimento, que se pretende saudável.

Palavras-chave: Composição Corporal, Jovens atletas, Nutrição em jovens atletas, DEXA, Ultrassonografia.

Abstract

Introduction: Body composition (BC) is currently an indispensable tool in the evaluation of athletes, particularly in monitoring the response to training and competition. The objectives of this study were to evaluate the BC in young soccer players throughout the sports season, to understand the influence of different sports activities and nutrition on BC. We also tried to understand the effectiveness of an instrument, Ultrasonography (US), in the assessment of BC in young people.

Methodologies: To understand the effectiveness of the US instrument, we considered Dual-energy X-ray Absorptiometry (DEXA) as a reference instrument. We performed US and DEXA evaluations to 48 young athletes of swimming and soccer on the same day. The US evaluations were performed in predetermined points of the athletes' bodies, according to the reference protocol.

For the studies developed with young soccer athletes throughout the season, and for comparative studies between different sports, soccer and swimming, DEXA was used as an evaluation tool.

To understand the influence of food intake on athletes' BC, a Food Frequency Questionnaire® was administered to the soccer athletes participating in the longitudinal study.

Anthropometric measurements were also taken, such as weight or height, and Body Mass Index was calculated. The calculation of the predicted mature height was also used as an indicator of somatic maturation.

Results: In the study of evaluation of instrument for prediction of BC, an equation was calculated, that allows to explain the Total Fat Mass in 72.6% of young athletes.

Regarding the longitudinal assessment of BC, the young athletes showed an increase in the components Lean Mass and Bone Mass, the values presented by the athletes are in general higher than those of the general population, comparable to our sample, this increase was expected given the age of the participants, however we were able to understand the influence of sports activity on this increase. Fat mass remained stationary, or even decreased, in one of the subgroups.

The food intake did not influence the results described, however we found, for our sample, that only 26% of the athletes had an adequate daily caloric intake. We found some

relationships between some of the components of BC with the evaluated macronutrients.

When we compared the BC relative to practitioners of different sports, we found differences in the distribution of lean mass, evidencing the appeal that these sports make in terms of effort. We found differences regarding the Bone Mass, and in this dimension the soccer practitioners presented a bigger amount of this component of BC, however, the swimmers, regarding the population in general, comparable to our sample, didn't present significant differences.

Conclusions: The sports practice, particularly in the modalities evaluated in this study, is beneficial to the health of young people from the point of view of their Body Composition, because the participants showed, regardless of the modality evaluated, values of lean mass higher than the general population, and none of them showed excess Fat Mass.

DEXA and US have shown to be good methods for assessing BC, although regarding US, it needs more studies to develop a protocol that increases its prediction capacity.

The study of the Body Composition allied to an efficient nutritional evaluation demonstrated to be crucial in athletes, namely in young athletes that before more are in a period of development, that is intended healthier.

Keywords: Body Composition, Young Athletes, Nutrition in Young Athletes, DEXA, Ultrasonography.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Índice tabelas	xv
Índice de Abreviaturas.....	xvii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Preâmbulo.....	1
1.2 Objetivos do Estudo	4
1.3 Pertinência do estudo.....	5
1.4 Estrutura da Dissertação	6
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 Composição Corporal	9
2.1.1 Introdução.....	9
2.1.2 Modelos de Composição Corporal	10
2.1.2.1 Nível Atômico	11
2.1.2.2 Nível Molecular.....	11
2.1.2.3 Nível Celular	12
2.1.2.4 Nível Tecidual/Órgãos/Sistemas	13
2.1.2.5 Corpo Inteiro	13
2.2 Metodologias de avaliação da Composição Corporal	14
2.2.1 Método Direto	14
2.2.2 Métodos Indiretos	14
2.2.2.1 Hidrodensitometria	14
2.2.2.2 Pletismografia.....	15
2.2.2.3 Densitometria de Dupla Energia.....	15
2.2.2.4 Tomografia Computorizada.....	18
2.2.2.5 Ressonância Magnética	20
2.2.2.6 Ultrassonografia	22
2.3.3 Métodos Duplamente Indiretos	24
2.3.3.1 Antropometria.....	24
2.3.3.2 Bioimpedância Elétrica.....	25
2.4 Variação da Composição Corporal.....	26

2.5 Atividade desportiva.....	28
2.5.1 Composição Corporal e Prática de Futebol	29
2.5.2 Composição Corporal e Prática de Natação	31
2.6 Nutrição e Prática Desportiva.....	32
2.6.1 Nutrição em Jovens Atletas	33
2.6.2 Hidratação.....	33
2.6.3 Macronutrientes	35
2.6.2.1 Hidratos de Carbono	35
2.6.2.2 Proteínas	36
2.6.2.3 Lípidos	37
2.6.3 Micronutrientes.....	37
CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 Introdução.....	41
3.2 Amostra	42
3.3 Preocupações Éticas	42
3.4 Instrumentos e procedimentos de recolha de dados	43
3.4.1 Avaliação antropométrica.....	43
3.4.2 Estatura Matura Predita	44
3.4.3 Avaliação por Ultrassonografia	45
3.4.4 Avaliação DEXA.....	46
3.4.5 Avaliação Ingestão alimentar	47
3.5 Análise Estatística	48
Estudo 1: Comparação de dois Métodos de Avaliação de Composição Corporal em Jovens Atletas: DEXA e Ultrassonografia	49
Estudo 2: Avaliação da Composição corporal em jovens praticantes de futebol ao longo da época desportiva	49
Estudo 3: Avaliação Nutricional a jovens atletas praticantes de futebol.....	50
Estudo 4: Composição Corporal em jovens atletas praticantes de futebol e natação – estudo comparativo.....	50
CAPÍTULO 4 – ESTUDOS	51
Estudo 1- Comparação de dois Métodos de Avaliação de Composição Corporal em Jovens Atletas: DEXA e Ultrassonografia	53
Estudo 2 - Avaliação da Composição corporal em jovens praticantes de futebol ao longo da época desportiva	61
Estudo 3- Avaliação Nutricional a jovens atletas praticantes de futebol	87
Estudo 4- Composição Corporal em jovens atletas praticantes de futebol e natação – estudo comparativo.....	101
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO GERAL e CONCLUSÃO.....	113

5.1 Introdução	113
5.2 Discussão geral	114
5.2 Conclusão	121
5.3 Perspetivas futuras	122
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	165

Índice tabelas

Tabela 1– Modelos de Composição Corporal (Adaptado de S. Y. Lee & Gallagher, 2008)	13
Tabela 2 - Modelo de Análise de Regressão Linear Múltipla Hierárquica	56
Tabela 3 - Peso e altura médias dos atletas nos 3 momentos de avaliação	66
Tabela 4- CC: Valores percentuais médios dos atletas nos 3 momentos de avaliação	66
Tabela 5 - CC: Valores absolutos dos atletas nos 3 momentos de avaliação.....	67
Tabela 6 - CC: Valores de DMO dos atletas nos 3 momentos de avaliação.....	67
Tabela 7 - Atletas: Estatura Madura Predita.....	67
Tabela 8 - Atletas: Tempo de treino/tempo de jogo	68
Tabela 9 - Atletas: Posição em campo por equipa.....	68
Tabela 10 - Atletas: Peso por posição em campo e equipa.....	68
Tabela 11 - Atletas: Altura por posição em campo e equipa	69
Tabela 12 - TG (%) por posição de jogador em campo.....	69
Tabela 13 - TM (%) por posição de jogador em campo	70
Tabela 14 - CMO (%) por posição de jogador em campo	70
Tabela 15 - TG, valor absoluto, por posição de jogador em campo	71
Tabela 16 - TM, valor absoluto, por posição de jogador em campo.....	71
Tabela 17 - CMO, valor absoluto, por posição de jogador em campo	72
Tabela 18 - DMO ao longo da época, por posição de jogador em campo	72
Tabela 19 - Altura dos atletas por posição de jogador em campo	73
Tabela 20 - Peso dos atletas por posição de jogador em campo	73
Tabela 21 - Tecido Gordo, valor percentual, ao longo da época por equipa e posição de jogador em campo	74
Tabela 22 - Tecido Magro, valor percentual, por equipa e posição de jogador em campo	75
Tabela 23 - CMO, valor percentual, por equipa e posição de jogador em campo	75
Tabela 24 - TG, valor absoluto, por equipa e posição de jogador em campo	76
Tabela 25 - TM, valor absoluto, por equipa e posição de jogador em campo	76
Tabela 26 - CMO, valor absoluto por equipa e posição de jogador em campo	77
Tabela 27 - DMO, por equipa e posição de jogador em campo	77
Tabela 28 - Variação Tec Gordo, valor absoluto, ao longo da época desportiva	78
Tabela 29 - Variação Tec Magro, valor absoluto, ao longo da época desportiva	78
Tabela 30 - Variação CMO, valor absoluto, ao longo da época desportiva.....	79

Tabela 31 - Variação percentual de Tec Gordo ao longo da época desportiva.....	79
Tabela 32 - Variação percentual de Tec Magro ao longo da época desportiva	80
Tabela 33 - Variação percentual de CMO ao longo da época desportiva.....	80
Tabela 34 - CC: Valores de DMO dos atletas nos 3 momentos de avaliação.....	81
Tabela 35 - Valores antropométricos nas modalidades desportivas avaliadas	92
Tabela 36 - Ingestão diária média de HC, Prot, Gord e VCT.....	93
Tabela 37 - Valores médio de Ingestão Calórica total.....	93
Tabela 38 - CC relativamente à idade dos participantes.....	94
Tabela 39 - CC relativamente a valor calórico total e ingestão de macronutrientes.....	94
Tabela 40 - CC relativamente a valor calórico total e ingestão de macronutrientes tendo em consideração a idade do atleta.....	95
Tabela 41 - Valores antropométricos nas modalidades desportivas avaliadas	105
Tabela 42 - Tecido Gordo, valor absoluto nas modalidades desportivas avaliadas.....	106
Tabela 43 - Tecido Magro, valor absoluto, nas modalidades desportivas avaliadas	106
Tabela 44 - Conteúdo Mineral Ósseo, valor absoluto, nas modalidades desportivas avaliadas	107
Tabela 45 - Tecido Gordo, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas.....	107
Tabela 46 - Tecido Magro, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas	108
Tabela 47 - Conteúdo Mineral Ósseo, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas	108
Tabela 48 - Densidade Mineral Óssea nas modalidades desportivas avaliadas.....	109

Índice de Abreviaturas

- BI – Bioimpedância elétrica
CC – Composição Corporal
CMO – Conteúdo Mineral Ósseo
DEXA – Densitometria Dupla Energia, Densitometria Bifotónica, Dual-Energy X-ray Absorptiometry
DMO – Densidade Mineral Óssea
GAV – Gordura Abdominal Visceral
GAS – Gordura Abdominal Subcutânea
GS – Gordura Subcutânea
HC – Hidratos de Carbono
HU – Unidades de Hounsfield
IMC – Índice de Massa Corporal
ISAK – International Society for the Advancement of Kinanthrometry
MG – Massa Gorda
MM – Massa Magra
MIG – Massa Isenta de Gordura
MO – Massa Óssea
MS – Membros Superiores
OMS – Organização Mundial de Saúde
PC – Peso Corporal
PCA – Peso Corporal dentro de Água
US – Ultrassonografia
VRP – Volume Residual Pulmonar
PCA – Peso Corporal dentro de Água
RM – Ressonância Magnética
TC – Tomografia Computorizada
TM – Tecidos Moles

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Preâmbulo

A atividade física é benéfica para a saúde em todas as faixas etárias. Encontram-se divulgadas num grande número de países, em publicações governamentais, recomendações acerca das suas mais-valias e níveis de prática aconselhados (Canadian Society for Exercise Physiology, 2017; Davies et al., 2019; Direção-Geral da Saúde, 2020; U.S. Department of Health and Human Services, 2018). No entanto os níveis de atividade física estão, em geral, abaixo dos níveis preconizados nestas *guidelines*. Mundialmente, cerca de 30% dos adultos são inativos, o género feminino apresenta, em geral, menor atividade física que o masculino. A atividade física diminui com a idade, e revela-se mais prevalente em países ricos (Guthold et al., 2018; Hallal et al., 2012; World Health Organization, 2014). O relatório Eurostat, que avalia a prática de atividade física (não relacionada com o trabalho) por sexo e idade, mostra que a população portuguesa, quando comparada com a maioria das populações dos outros países europeus, apresenta níveis de atividade física muito baixos (EUROSTAT, 2020). Diversos investigadores publicaram trabalhos chamando atenção para este facto, tendo em conta os malefícios para a saúde das populações, com ênfase nas doenças cardiovasculares (Fletcher et al., 2018; Ozemek et al., 2018; Wisloff & Lavie, 2017). Têm apelado para a premência de alterar esta situação, insistindo na necessidade de aumentar os níveis de atividade física que necessariamente se repercutirão numa melhoria da saúde em geral da população (Fletcher et al., 2018; Lavie et al., 2016; Ozemek et al., 2019). Consideram mesmo, a intervenção governamental no sentido da implementação de políticas que incentivem o aumento dos níveis de atividade física na população, de modo a atingir o objetivo de diminuição da inatividade física em 10% até 2025. Objetivo este, entretanto acordado pelos estados membros da Organização Mundial de Saúde (OMS), tendo em conta a sua importância na prevenção e tratamento de doenças não transmissíveis (Guthold et al., 2018; World Health Organization, 2013a)

A OMS publicou, em 2018, um plano que pretende dotar os países de orientações

atualizadas, assim como de ações políticas eficazes e viáveis, com intuito de aumentar a atividade física a todos os níveis. Este plano tem como metas redução da inatividade física em 15% até 2030 (World Health Organization, 2018). O Programa de Desporto Escolar 2017-21, publicado pela Direção-Geral da Educação em 2017, tem como objetivo a “promoção da saúde e condição física” suportada pela realização de atividade desportiva extracurricular, visando cumprir também estas recomendações da OMS (Direção-Geral da Educação, 2017).

Entre os mais jovens, particularmente entre os adolescentes, o quadro também não é animador, pois uma significativa percentagem não atinge os 60 minutos de atividade física moderada a vigorosa diária, preconizados nas recomendações internacionais (Guthold et al., 2020; World Health Organization, 2020c). Esta constatação é transversal à população nacional, um estudo realizado por investigadores portugueses demonstra níveis muito baixos de atividade física nos jovens portugueses, particularmente entre adolescentes (Baptista et al., 2012). A atividade física nos jovens, está associada a inúmeros benefícios relativos à saúde em geral, à atividade cognitiva ou ao desempenho académico (Alricsson & Kahlin, 2016; Álvarez-Bueno et al., 2017; Donnelly et al., 2016; Janssen & LeBlanc, 2010; Singh et al., 2012).

A atividade física tem sido também associada ao controlo da obesidade, um dos mais preocupantes problemas de saúde pública da atualidade (World Health Organization, 2013c), considerada uma pandemia, tem consequências nefastas para a saúde, como a maior probabilidade de diabetes ou problemas cardiovasculares (Meldrum et al., 2017). Em jovens este problema tem vindo a aumentar nas últimas décadas, a participação continuada em modalidades desportivas é considerada como uma das formas de combater este problema (Lee, Pope, & Gao, 2018; Malina, 2009; Weintraub et al., 2008).

A *International Society for Physical Activity and Health* admitiu que a participação em modalidades desportivas organizadas promove a atividade física (Communicable & Prevention, 2012; Trost et al., 2014). É reconhecida, ao desporto organizado, a capacidade de envolver os jovens num ambiente de atividade física regular, elevar os níveis de atividade dos praticantes relativamente aos não praticantes, e contribuir para maiores níveis de atividade física ao longo da vida (Bélanger et al., 2015; Huotari et al., 2011; Lagestad et al., 2019; Maillane-Vanegas et al., 2017).

A atividade desportiva, para os jovens, é reconhecidamente uma mais-valia tanto do ponto de vista psicológico como social (Eime et al., 2013). Melhor qualidade de vida percebida relacionada com a saúde, indicador essencial para a apreciação de programas e serviços de saúde, que avalia dimensões como, saúde física, mental, estado emocional e competências sociais percebidas pelos indivíduos, está associada à prática de desportos, sobretudo os de equipa (Moeijes et al., 2019). No entanto a prática desportiva, pode também,

ter impacto negativo nos jovens, desde logo a possibilidade de lesões, que apesar de na maioria dos casos serem similares aos adultos, podem apresentar especificidades decorrentes da imaturidade do esqueleto (Caine et al., 2014; Merkel, et al., 2013).

O impacto que a atividade desportiva pode ter na saúde dos jovens é necessariamente diferente de modalidade para modalidade. Estudos revelam que a prática de atividade desportiva é benéfica para a Densidade Mineral Óssea (DMO), no entanto as diferentes modalidades têm desigual influência neste indicador de saúde óssea. A DMO é mais elevada em praticantes de futebol ou basquetebol do que em praticantes de ciclismo ou natação (Gomez-Bruton et al., 2017; Hagman et al., 2018; Olmedillas et al., 2012; Rodrigues-Júnior et al., 2017). Por outro lado investigações recentes revelam desequilíbrios nutricionais em praticantes de diferentes modalidades desportivas, relatam deficiências na ingestão de hidratos de carbono, proteínas mas também relativas a micronutrientes (Baranauskas et al., 2015; Nepocatyč et al., 2017). Dietas não equilibradas e desadequadas ao gasto energético dos atletas provocam diminuição no rendimento desportivo, e têm impacto negativo na saúde (Thomas et al., 2016). Estas considerações são tanto mais preocupantes quando os indivíduos em causa são jovens, pois a nutrição desempenha um papel crítico no seu crescimento e desenvolvimento, que deve ser uma das principais preocupações nesta fase das suas vidas (Smith et al., 2015). Estas e outras consequências relacionadas com atividade desportiva devem ser controladas e monitorizadas, quer pelos pais quer pelas equipas técnicas responsáveis da modalidade em causa. Um dos métodos mais eficazes que estas equipas têm ao seu dispor, para efetivar a monitorização, consiste na avaliação da Composição Corporal (CC) (Ackland et al., 2012). A CC pode ser avaliada por diversas modalidades dependendo quer do objetivo da sua avaliação, quer da disponibilidade dos diferentes dispositivos que a permitem aferir (Duren et al., 2008; Kuriyan et al., 2018). Se pretendermos avaliar DMO termos que recorrer a avaliação por Densitometria Dupla Energia (*Dual-Energy X-ray Absorptiometry* - DEXA) (Bazzocchi et al., 2016), mas se pretendermos avaliar a Massa Magra (MM), que pode proporcionar estimativa do músculo esquelético poderemos recorrer à Antropometria ou Bioimpedância (R. Buffa et al., 2014; Scafoglieri et al., 2012). A decisão do recurso às diferentes tecnologias pode ser condicionada pela sua portabilidade, visto que os métodos apelidados de laboratório como a DEXA ou Pletismógrafo de deslocamento de ar, não são passíveis de ser transportados. O número de indivíduos a ser avaliados também pode condicionar a elegibilidade do método de avaliação, amostras com grande número de indivíduos tornam muito morosos e dispendiosos métodos como a Ressonância Magnética. Quando a amostra do nosso estudo é constituída por jovens as preocupações relativas à simplicidade e inocuidade dos métodos a utilizar deve ser premente (Kutáč et al., 2019).

1.2 Objetivos do Estudo

Apesar dos inúmeros alertas acerca do aumento dos índices de inatividade física na população, nos jovens a prática de desporto é mais prevalente e tem aumentado nos últimos anos em Portugal. Existe maior número de jovens, relativamente aos adultos, a praticar uma atividade desportiva regular, com treinos três a quatro vezes por semana com competição ao fim de semana, como no futebol. Ou como na natação com treinos diários, embora com competição menos frequente, referindo apenas os desportos que apresentam maior número de praticantes em Portugal (FFMS, 2018).

Neste sentido e tendo em consideração algumas das preocupações entretanto enunciadas este estudo tem como principais objetivos:

- 1 – Avaliar a fiabilidade da Ultrasonografia para avaliação da gordura total, em jovens atletas, com recurso a avaliação da gordura subcutânea em pontos específicos do corpo. Será utilizada a DEXA como modalidade referência.
- 2 – Avaliar jovens futebolistas, 13/14 anos ao longo da época desportiva, relativamente à Composição Corporal. Serão avaliados os componentes Massa magra (MM), Massa gorda (MG), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e Densidade Mineral Óssea. Comparar a Composição Corporal destes atletas com a população geral da mesma faixa etária.
- 3 – Avaliar a ingestão alimentar dos jovens futebolistas e comparar com valores recomendados para a faixa etária e nível de atividade física. Perceber a influência da nutrição na Composição Corporal.
- 4 – Comparar a Composição Corporal, avaliada por DEXA, relativamente aos componentes Massa magra, Massa gorda, Conteúdo Mineral Ósseo e Densidade Mineral Óssea, entre atletas das duas diferentes modalidades, com tipologias de esforço e atividade física distintas, futebol e natação.

1.3 Pertinência do estudo

A avaliação da CC de desportistas e sua importância no planeamento do treino e competição desperta, desde há muito tempo, o interesse de investigadores de diversas áreas ligadas ao desporto, como treinadores, fisiologistas desportivos ou nutricionistas (Kerksick et al., 2018; Mazic et al., 2014; Wilmore, 1983). Estas avaliações são conduzidas em praticamente todas as modalidades desportivas (Harley et al., 2011; Heydenreich et al., 2017; Sundgot-Borgen & Garthe, 2011) e nos diversos escalões etários (Chandra Ghosh et al., 2015; R Malina & Geithner, 2011).

Quando se pretendemos conhecer a CC de um grupo de atletas devemos utilizar sempre métodos fidedignos, reprodutíveis, simples, e se possível de baixo custo. A grande maioria dos métodos de avaliação da CC, para além de onerosos, necessitam de instalações adequadas, são morosos e complexos (Hangartner et al., 2013; Ross et al., 2000; D. Wagner et al., 2000). Neste sentido, modalidades simples, de custo mais baixo e portáteis, permitem avaliações mais rápidas, podem ser realizadas em instalações dos próprios clubes sem obrigar a deslocação dos atletas ao laboratório/clínica (Kyle et al., 2004; J. Wang et al., 2006). Estes considerandos ganham relevo quando a nossa amostra é constituída por jovens. A Ultrassonografia (US) provou ser uma modalidade eficaz na predição da gordura visceral, da gordura total corporal e também da MM (Bazzocchi et al., 2013; Hyde et al., 2016; Toledo et al., 2017). Foi testada em atletas, nomeadamente quanto à gordura total, com bons resultados, relativamente a adultos (Pineau et al., 2009). Em nosso entender esta metodologia, inócua, portátil, com bons resultados, mesmo quando comparada com outros métodos de campo, deve ser testada quanto à sua fiabilidade e reprodutibilidade em jovens atletas.

A avaliação da CC deve ser prioritária entre jovens atletas, que se espera antes de mais cresçam saudáveis, pois permite conhecer os constituintes corporais, correlacioná-los com a atividade desportiva que praticam e com a saúde em geral do indivíduo. O desporto jovem, sobretudo quando a especialização numa só modalidade é precoce, pode acarretar problemas para a saúde dos atletas, tanto do ponto de vista físico como psicológico (Jayanthi et al., 2019). O aumento da MG em atletas tem consequências desportivas, prejudicando os movimentos rápidos ou a capacidade de salto, no entanto níveis abaixo do recomendado podem ter consequências no sistema endócrino (Ackland et al., 2012). Os distúrbios alimentares relacionados com a prática de desporto são uma realidade e estão descritos também em jovens atletas, apresentando nestes, maior prevalência relativamente aos não atletas. Estes distúrbios podem afetar a relação entre os componentes da CC, e são uma realidade não só nos desportos em que o peso é determinante para a posição na classe (Karrer et al., 2020; Martinsen & Sundgot-Borgen, 2013). Estes pressupostos são, no nosso entender,

suficientes para uma regular avaliação da CC em jovens desportistas.

O estado nutricional afeta o desempenho desportivo dos atletas, mas também a CC, não é indiferente adotar uma dieta com maior preponderância em hidratos de carbono, proteínas, ou lípidos (Jäger et al., 2017). A adolescência é uma altura de grandes alterações a todos os níveis no indivíduo, há também mudança de hábitos alimentares, com maior apelo a influências externas, nomeadamente dos colegas ou redes sociais, em detrimento dos familiares, mais preponderantes na criança (Lago et al., 2016; Pearson et al., 2017). Neste sentido, ao propormos avaliação da CC dos jovens atletas, impõe-se a avaliação da ingestão nutricional, não só para perceber se está de acordo com as recomendações preconizadas para a faixa etária e nível de atividade física, mas também perceber a sua influência na CC.

As duas modalidades desportivas com maior número de praticantes nesta faixa etária em Portugal são o futebol e a natação. Relativamente à natação, associado ao facto desta modalidade se desenvolver num ambiente diferente, com menor impacto, existem relatos de diferenças na CC, nomeadamente relativas ao conteúdo e densidade mineral dos nadadores (Gomez-Bruton et al., 2017). Contrariamente ao futebol que é considerada uma modalidade que fomenta o aumento do conteúdo e densidade mineral óssea, mesmo nos jovens praticantes (Lozano-Berges et al., 2018). Estão publicadas investigações que comparam as duas modalidades relativamente à CC sobretudo em adultos e jovens adultos, mas não encontramos estudos que comparassem estas duas modalidades em adolescentes particularmente na faixa etária da nossa amostra, altura de grandes transformações a nível físico nos jovens, neste sentido a proposta da sua comparação neste estudo.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação ficou constituída por 5 capítulos. No primeiro capítulo composto pela introdução, apresenta os temas gerais do estudo sua fundamentação, objetivos e pertinência.

O segundo capítulo centra-se na revisão da literatura, focando os temas fundamentais para o desenvolvimento do estudo, e do(s) tema(s) a investigar, de forma proporcionar sustentação científica para as opções tomadas ao longo do trabalho.

O terceiro capítulo dedicado às metodologias e materiais utilizados no estudo, identificamos o tipo de estudo, amostra(s) utilizada(s) e relativas preocupações éticas. Descrevemos procedimentos para a recolha de dados e os instrumentos utilizados nesta recolha. Referimo-nos ao tratamento estatístico dos dados bem como aos testes utilizados.

Ainda neste capítulo fazemos descrição relativa à ordenação e pertinência dos estudos

desenvolvidos para o todo em que esperamos resulte esta dissertação.

O quarto capítulo é constituído pelos estudos individualizados que constituem o corpo desta dissertação.

O quinto capítulo engloba a discussão integrada dos resultados e conclusões apresentados pelos estudos referidos, uma breve conclusão geral e perspectivas futuras que possam desenvolver e complementar este trabalho.

Apresentamos no final as referências bibliográficas relativas a esta dissertação, onde utilizámos as normas de referência bibliográfica da *American Psychological Association, Seventh Edition 2020*, (APA, 2020 7ª edição).

Introduzimos ainda em anexo documentos que julgámos importantes no sentido de complementar o corpo do texto.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Composição Corporal

2.1.1 Introdução

O estudo da Composição Corporal remonta à Grécia antiga (400 a.C.) e tem evoluído desde então, tendo recentemente emergido como uma área autónoma de investigação científica (Heymsfield et al., 1997).

A expressão CC é usada para ilustrar os diferentes componentes que em conjunto resultam no peso corporal, reflete a acumulação de nutrientes e outros substratos, derivados do envolvimento ambiental, retidos pelo corpo ao longo da vida (Heymsfield et al., 2012). O estudo da CC permite a quantificação dos constituintes corporais como água, proteínas, lípidos, glicogénio, minerais e outros componentes (Fragoso & Vieira, 2006). Informação correta acerca da CC pode condicionar e/ou aperfeiçoar uma intervenção terapêutica ou de treino desportivo. Só com informação sobre a CC podemos estimar o ganho de massa muscular ou a diminuição de MG após uma intervenção nutricional, de exercício físico ou farmacológica (Haider Shah & Bilal, 2009; Sergi et al., 2007) .

O tecido adiposo, MG, está anatomicamente distribuído em diferentes proporções pelo corpo humano, sendo esta distribuição influenciada pelo género, idade, etnia (Heo et al., 2012; S. B. Heymsfield et al., 2016), nível de atividade física (Bradbury et al., 2017; Zou et al., 2020), estado nutricional/dieta (Schneider et al., 2017), estado hormonal (van Hulsteijn et al., 2020) e medicação (Shuster et al., 2012). A sua localização não é indiferente pois alguns dos depósitos de gordura são associados a alterações cardiovasculares e/ou síndrome metabólico, nomeadamente a Gordura Visceral (Mazzocoli, 2016).

O aumento da obesidade, nomeadamente nos países ocidentais, levou a Organização Mundial de Saúde a produzir, um relatório em que realçava este fato (World Health Organization, 2000), chamando à atenção para as comorbilidades associadas a este fenómeno (Sampsel & May, 2007; World Health Organization, 2000). Este problema tem vindo a

agravar-se, nomeadamente entre crianças e adolescentes (World Health Organization, 2020a). Diversos autores têm sugerido que jovens obesos, com maior probabilidade, se tornarão adultos com excesso de peso (Boreham et al., 2004, Guo et al., 2002).

O estudo da Composição Corporal pode ser organizado em três áreas que estão interligadas:

- Modelos de Composição corporal – engloba os próprios componentes, definições e ligações entre estes
- Metodologia de avaliação da Composição Corporal – reporta aos diferentes métodos de avaliação da composição corporal.
- Variação da Composição Corporal – envolve as alterações da CC, relacionadas com modificações fisiológicas ou patológicas (Heymsfield et al., 2005).

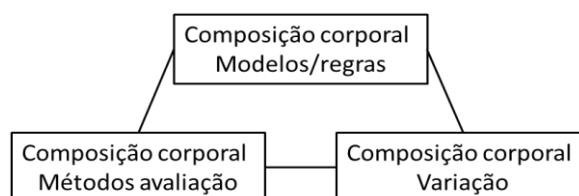


Fig 1 – Áreas de estudo de composição corporal

2.1.2 Modelos de Composição Corporal

A avaliação da composição corporal pressupõe a divisão dos seus componentes em diferentes compartimentos, dois ou mais. Autores como Wang et al propuseram metodologias de sistematização e compartimentação dos componentes corporais (Müller, Braun, Pourhassan, Geisler, & Bosy-Westphal, 2016; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992). Neste trabalho estes autores propunham um modelo abrangente da Composição Corporal Humana em cinco níveis distintos de complexidade crescente, em que cada nível encerrava componentes claramente definidos que compõem o peso corporal, os níveis propostos foram: Atómico, Molecular, Celular, Tecidos/órgãos/sistemas e Corpo inteiro (Tabela 1) (Lee & Gallagher, 2008). Esta proposta de modelo organizativo da CC pretendia clarificar e definir o objeto de estudo deste ramo da biologia humana, que investiga compartimentos corporais e as suas relações quantitativas em estado de equilíbrio. Neste sentido a investigação da CC desenvolve-se em três áreas que se complementam: estudo dos componentes e suas proporções segundo os modelos propostos, estudo dos métodos de aferição dos vários componentes, e o estudo das influências dos fatores biológicos nos vários níveis e componentes (Wang et al., 1992).

2.1.2.1 Nível Atómico

O nível Atómico pressupõe a Massa corporal composta pelos 11 elementos maioritários da sua composição. Oxigénio, Carbono, Hidrogénio e Azoto que constituem mais de 96% da massa corporal, mas outros importantes elementos como Cálcio, Potássio, Fósforo, Enxofre, Sódio, Cloro e Magnésio, são também avaliados. Estes elementos podem ser avaliados em vivo pelo método Análise por Ativação de Neutrões, (Cohn et al., 1984; Steven B Heymsfield et al., 2005). O nível atómico constitui o ponto de partida para os cinco níveis de organização do estudo da CC.

A conjugação destes 11 principais elementos, considerados no nível atómico, origina moléculas de diferente complexidade, que ao contrário dos seus elementos constituintes de difícil avaliação individual in vivo, podem constituir objeto de estudo dos investigadores.

2.1.2.2 Nível Molecular

No nível Molecular, a constituição do Corpo é composta por seis componentes: água, lípidos, proteínas, hidratos de carbono, osso e minerais em tecidos moles.

Podem ser considerados diferentes modelos na avaliação no nível molecular, dependendo da organização e do número de componentes avaliados, podem ser avaliados de dois a seis componentes. O modelo de dois componentes divide o corpo em dois constituintes principais, MG e Massa Isenta de Gordura (MIG), a densidade destes dois constituintes é assumida como constante, à temperatura de 37°C, de 0.900 g/cm³ e 1.100 g/cm³, respetivamente (Heymsfield et al., 2015), a avaliação do modelo bicompartimental pode ser realizada por pesagem hidrostática ou pletismografia (McCrorry et al., 1995). Este modelo, bicompartimental, assume uma estabilidade relativa da composição e densidade da MIG, constituída maioritariamente por água, proteínas, minerais e glicogénio. Estes componentes, em condições normais, mantêm-se relativamente estáveis comparativamente uns aos outros. No entanto diversos fatores, como o crescimento, gravidez, etnia e/ou doença, podem alterar estas relações, influenciando desse modo da densidade da MIG e consequentemente a fidedignidade da avaliação da CC por esta metodologia (Heymsfield et al., 2015). Neste sentido foi proposto um novo modelo de avaliação tricompartmental, adicionando a avaliação da Água Corporal Total (ACT) à Gordura e Sólidos Isentos de Gordura, nomeados como massa residual assumindo como constantes as densidades destes componentes (Fragoso & Vieira, 2006; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Este modelo baseado na avaliação da densidade corporal e água total, controla a variação da hidratação da MIG interindividual, assumindo um rácio minerais/proteínas de 0,35 (Withers et al., 1998)

O modelo Molecular de quatro compartimentos considera a Massa corporal dividida

em MG, Água, Osso e Massa residual. Este modelo elimina os pressupostos inerentes aos anteriores modelos, relativamente a proporções e densidades médias dos diferentes componentes da MIG. O modelo incorpora a medição direta do teor mineral ósseo, graças ao desenvolvimento de tecnologias como a Densitometria de Dupla Energia (DEXA), assim como da densidade corporal e água corporal total (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). No entanto as densidades da gordura e proteínas são assumidas como constantes (Fuller et al., 1992). Este modelo é teoricamente mais válido que o modelo de três compartimentos, pois controla a variabilidade biológica tanto do teor mineral ósseo como da água total corporal (Withers et al., 1998)

Os modelos de três e quatro componentes são os mais utilizados mundialmente na avaliação da composição corporal (Wang et al., 2002).

2.1.2.3 Nível Celular

Podemos dividir o corpo Humano em diferentes componentes a nível molecular, no entanto é a organização desses componentes em células que cria o organismo vivo. As funções coordenadas e interações entre as células são fundamentais para o estudo da fisiologia humana na saúde e na doença. Por conseguinte o estudo da CC no Nível Celular, reveste-se da maior importância (Wang et al., 1992). Há mais de 1018 células no organismo humano imersas em líquido extracelular e suportadas por uma rede de sólidos extracelulares (Heymsfield et al., 1997). O Nível Celular considera três componentes: sólidos extracelulares, fluidos extracelulares e células. As células podem ser decompostas em dois componentes, gordura e massa corporal celular (Heymsfield et al., 2005). Neste nível a Massa celular é o mais importante componente a ser avaliado, consiste em dois componentes fluido intracelular e sólidos intracelulares. Considerando-se uma relação estável entre estes componentes o fluido intracelular pode ser avaliado por quantificação do Potássio corporal ou por cálculo da água intracelular, recorrendo a modelos multicomponente baseados na estimativa da água total corporal e da água extracelular (Wang et al., 2004).

2.1.2.4 Nível Tecidual/Órgãos/Sistemas

O Nível Celular descreve o Corpo Humano composto por células, líquido extracelular e sólidos extracelulares. Estes componentes organizam-se em tecidos, órgãos e sistemas constituindo o quarto nível de Composição Corporal. O nível Tecidual/Órgãos/Sistemas da CC consiste na avaliação dos seus mais importantes componentes como: tecido adiposo, músculo esquelético, vísceras e osso. Tecidos como cérebro, ou fígado são órgãos corporais individualizados, outros como o músculo esquelético estão distribuídos pelo corpo (Heymsfield et al., 2005). Neste nível, volumes de tecido adiposo subcutâneo, visceral ou músculo esquelético, podem ser diretamente determinados por Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética ou Ultrassonografia (Pineau et al., 2013; Ross et al., 2000; Strandberg et al., 2010; Thibault & Pichard, 2012).

2.1.2.5 Corpo Inteiro

O nível Corpo Inteiro considera a Massa corporal de acordo com as características morfológicas, com medidas de forma, tamanho e proporção, avaliando cabeça, tronco, membros superiores e inferiores (Fragoso & Vieira, 2006). Este nível é avaliado com medidas antropométricas, como perímetros, pregas cutâneas ou altura (Stewart et al., 2011). O aumento do perímetro abdominal está intimamente ligado com obesidade, nomeadamente aumento da gordura visceral, constituindo um risco acrescido para a saúde nomeadamente aumento de probabilidade de doenças cardiovasculares (Janssen et al., 2004; Pouliot et al., 1994)

Tabela 1– Modelos de Composição Corporal (Adaptado de S. Y. Lee & Gallagher, 2008)

Nível	Modelo de Composição Corporal	Nº de Componentes
Atómico	MC= H+O+N+C+Na+K+Cl+P+Ca+Mg+S	11
Molecular	MC= MG+ATC+ProTC+MO+ Mtm+HC	6
	MC= MG+ATC+ProTC+M	4
	MC= MG+ATC+sólidos não gordos	3
	MC= MG+MO+resíduos	3
	MC= MG+MIG	2
Celular	MC=Células+FEC+SEC	3
	MC= MG+MCC+FEC+SEC	4
Órgãos/Tecidual	MC= TG+ME+Osso+Visceras+Outros tecidos	5
Corpo Inteiro	MC= Cabeça+Tronco+Membros	3

ATC, água total corporal; FEC, fluido extracelular; HC, Hidratos de carbono; M, minerais, MC, massa corporal; ME, Músculo esquelético; MG, massa gorda MO, massa óssea, MIG, massa isenta de gordura; Mm, minerais em tecidos moles; ProTC, Proteínas totais corporais; SEC, sólidos extracelulares, TA, tecido adiposo

2.2 Metodologias de avaliação da Composição Corporal

Embora estejam disponíveis muitas modalidades de avaliação da Composição Corporal as mais utilizadas e que se constituem como referência, tanto laboratorialmente como em técnicas de campo, são as que realizam avaliação ao nível Molecular e Anatómico, (Tecidos /sistemas). Os Métodos de avaliação da Composição Corporal podem organizar-se em: Diretos, Indiretos e Duplamente indiretos (Ackland et al.,2012)

2.2.1 Método Direto

O método Direto, constitui na dissecação de cadáveres, e posterior pesagem dos diferentes constituintes corporais, servindo depois estas avaliações como processo de validação de métodos indiretos. (Martin et al., 1984, 2003; Mitsiopoulos et al., 1998).

Nos Métodos Indiretos a determinação dos componentes da Composição Corporal é realizada com recurso a princípios físicos ou químicos, podem ser considerados métodos como: pletismografia, ativação de neutrões, densitometria bifotónica, ressonância magnética ou pesagem hidrostática.

Métodos duplamente indiretos utilizam os métodos diretos como referência para a sua validação, normalmente a densitometria. Métodos como a bioimpedância elétrica ou antropometria (Ackland et al.,2012; Fragoso & Vieira, 2006)

2.2.2 Métodos Indiretos

2.2.2.1 Hidrodensitometria

Hidrodensitometria ou Pesagem Hidrostática comumente referida como *Gold standard* na avaliação da CC, foi das técnicas com utilização mais precoce e generalizada. O sujeito tem de permanecer completamente imerso em água, a avaliação da densidade corporal é feita da relação entre a quantidade de água deslocada, e pelo seu peso corporal (PC). Deve ainda

ser medido o Volume Residual Pulmonar (VRP). Avalia-se o peso do indivíduo dentro de água (PCA) (Ellis, 2000; Heymsfield et al., 2005)

A Densidade Corporal (DC), considerando a densidade do líquido (d), é obtida da equação de Fragoso & Vieira de (Fragoso & Vieira, 2006):

$$DC = PC / (PC - PCA/d) - (VR + 0,1)$$

Esta modalidade de avaliação de CC, bicompartimental, separando-a em MG e MIG, tem como inconveniente a dificuldade da sua realização sobretudo a crianças ou idosos.

2.2.2.2 Pletismografia

A Pesagem Hidrostática foi sendo substituída pela Pletismografia, modalidade em que o sujeito em vez de ser imerso em água, é fechado numa câmara de ar, onde são avaliadas alterações de pressão. Consiste numa estrutura com duas câmaras, uma de avaliação, outra de referência, separadas por um diafragma controlado eletronicamente. O sujeito entra na câmara de avaliação aumentando pressão desta proporcionalmente ao volume do seu corpo, e fazendo oscilar o diafragma. A relação da pressão volume, a uma determinada temperatura, é usada para calcular o volume do indivíduo avaliado (Dempster & Aitkens, 1995; McCrory et al., 1995).

A Pletismografia revelou ser uma técnica tão precisa como a Pesagem Hidrostática, nomeadamente em crianças e adolescentes (Lockner et al., 2000), também em idosos se revelou um método de avaliação válido (Bosy-Westphal et al., 2003; Fields & Hunter, 2004), apesar alguns autores reportarem que ambas as técnicas subestimam a MG em 2 a 3% relativamente a avaliações com Densitometria Bifotónica (Fields et al., 2002).

2.2.2.3 Densitometria de Dupla Energia

A Densitometria de Dupla Energia, Densitometria Bifotónica, *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA), embora desenvolvida, sobretudo para o diagnóstico da osteoporose, avaliando a Densidade Mineral Óssea (DMO) em sítios específicos do corpo, usualmente coluna lombar e anca, permite também a avaliação da CC, regional ou de todo o corpo. Utiliza para isso um feixe de radiação, Raios X, que atravessa o corpo com duas energias previamente conhecidas. Os fótons constituintes do feixe ao atravessarem o corpo interagem com os átomos deste, o que produz atenuação do feixe reduzindo a sua intensidade, o feixe de energia emergente do corpo incide num detetor (Lorente Ramos et al., 2012; Pietrobelli et al., 1996). Este processo, referido como atenuação, que diminui à medida que a energia do feixe aumenta, ocorre por absorção ou dispersão dos fótons, está relacionado com a

espessura, densidade e a composição atômica das estruturas atravessadas. Tecidos de densidade mais baixa, como tecidos moles, atenuam menos o feixe que tecidos com densidade mais alta, como o tecido ósseo. A diferença de atenuação, relativamente às duas energias emitidas é específica de cada tecido, a DEXA mede os coeficientes de atenuação dos dois picos de energia emitida (Bazzocchi et al., 2016). Este fenómeno de atenuação é dependente da energia do feixe de radiação, do fóton incidente, nas baixas energias os efeitos dominantes são o fotoelétrico e de Compton (Pedroso de Lima, 2005).

A DEXA fornece estimativas de avaliação da CC decompondo o corpo em MM, MG e CMO. A atenuação do feixe ao atravessar o MM, MG e Osso é diferente refletindo quer a sua densidade, espessura e composição atômica. No entanto a diferenciação diminui com feixes de mais alta energia. Dependendo dos equipamentos, emissão alternada de energia, alta (140kVp) e baixa (70-100kVp) quilovoltagem, ou emissão de feixe de energia constante e interposição de filtro de terras raras, que permite a separação em fótons de alta (70KeV) e baixa energia (40KeV) (Lorente Ramos et al., 2012). A intensidade relativa do feixe emergente do corpo pode é avaliada por detetores, os coeficientes de atenuação dos diferentes componentes são conhecidos, estimativas de Massa Óssea (MO) e Tecidos Moles (TM) podem ser deste modo calculados (Kenneth J. Ellis, 2000; Pietrobelli et al., 1996). Há diferentes tipos de modalidade de DEXA consoante a configuração de feixe de energia, a tecnologia *pencil beam*, avaliações mais demoradas mas com menor dose de radiação, e os modelos *fan beam* que se podem subdividir em *narrow fan beam* ou *large fan beam*, exames mais rápidos mas com maiores doses de radiação, sobretudo na tecnologia de *large fan beam* (Soriano et al., 2004).

Para diferenciar MO e MM assume-se o corpo dividido em dois compartimentos, a atenuação do feixe ao atravessar o compartimento TM é menor. De forma a diferenciar MM de MG a avaliação é realizada nas zonas da anatomia que não contêm osso, a razão entre a atenuação das duas energias de fótons está linearmente relacionada com a proporção de gordura nos tecidos moles (Toombs et al., 2012). Todos os parâmetros da CC descritos, (MM, MG, CMO), podem ser avaliados em valor absoluto (gramas) ou percentual (Lorente Ramos et al., 2012), a DMO representa o CMO por área corporal, sendo expressa em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2) (El Maghraoui & Roux, 2008).

A dose de radiação utilizada nas avaliações de DEXA de corpo inteiro são extremamente baixas, um estudo descreve doses relativas a diferentes aparelhos das principais marcas do mercado, relata valores entre 0,2 a $2,6\mu\text{Sv}$, sendo as mais baixas de aparelhos com tecnologia *pencil beam* e as mais altas de tecnologia *fan beam* (Albanese et al., 2003). Estudos que comparam doses de radiação de avaliações DEXA corpo inteiro em crianças e adultos, reportam dose efetiva de 7,4; 5,9; 3,7 e $3,1\mu\text{Sv}$ respetivamente para 5, 10, 15 anos e adultos (Blake et al., 2006), outra investigação, com objetivo semelhante e

diferente metodologia, descreve doses para sexo masculino/feminino de 3,4/3,5 μ Sv 1 ano e 1,8/2,1 μ Sv para adultos (Thomas et al., 2005) Estas doses quando comparadas com outras aplicações médicas que utilizam Radiação X, como a radiografia de Tórax 0,1mSv (Mettler et al., 2008), a Ortopantomografia 3,85-30 μ Sv (European Commission, 2015), ou quando comparadas com a dose natural média mundial para humanos de cerca de 2,4mSV (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2008), verificamos que as doses de radiação recebidas pelos indivíduos que realizam DEXA são efetivamente baixas.

A DEXA permite não só avaliar o corpo em termos de MM, MG e DMO, mas também conhecer a distribuição regional destes componentes (Leahy et al., 2012; Wells & Fewtrell, 2006). Por estes motivos tem sido utilizada em inúmeros estudos de CC em diferentes populações e com diferentes propósitos. Podemos encontrar estudos a atletas em desportos de equipa como futebol (Mota et al., 2010; Wittich et al., 2001), rugby (Harley et al., 2011) ou individuais como a natação (Jürimäe et al., 2007; Roelofs et al., 2017) de forma perceber a influência da composição corporal na performance dos atletas, mas também em investigações que pretendem comparar a influência de diferentes desportos na composição corporal, nomeadamente na Massa Muscular, MG e DMO (Andreoli et al., 2001; Carbuhn et al., 2010).

A DEXA é utilizada sobretudo em estudos clínicos, a aplicação mais comum consiste na avaliação da DMO, monitorizando Osteoporose e prevendo risco de fraturas (El Maghraoui & Roux, 2008; Guglielmi et al., 2011; Lorente Ramos et al., 2012; Unnanuntana, 2010), foi considerada pela Organização Mundial de Saúde como melhor modalidade de avaliação de DMO em mulheres pós-menopausa, baseando as definições de Osteoporose e Osteopenia nos seus resultados (Kanis & Kanis, 1994). Mas tem sido usada também, recorrendo à avaliação da CC, em estudos de obesidade (Rothney et al., 2009; Stevens et al., 2008).

A DEXA foi testada com sucesso na avaliação da gordura visceral, produzindo resultados clínicos comparáveis à avaliação por Tomografia Computorizada e mais fidedignos que as melhores técnicas antropométricas combinadas (Micklesfield et al., 2010), um estudo realizado a 124 adultos dos dois géneros, com idades compreendidas entre 18-90 anos, conclui que a avaliação da Gordura Intra-abdominal por DEXA é precisa nos dois géneros (Kaul et al., 2012). Neste sentido tem sido utilizada na avaliação deste componente da gordura corporal e sua correlação aumento do risco cardiovascular em adultos (Bi et al., 2015; Sasai et al., 2015) e em crianças (Bosch et al., 2015), ou relacionando a resistência à insulina e aumento de peso nomeadamente o ganho de MG intra-abdominal e/ou subcutânea (Aasen et al., 2010; Glintborg et al., 2016).

A precisão e fiabilidade da DEXA têm sido testadas, um estudo que comparara duas tecnologias disponíveis, a de feixe único (*pencil beam*) e a de feixe em leque (*fan beam*),

demonstra que relativamente à precisão, a metodologia revela excelente correlação nos resultados da avaliação de MM e DMO e correlação moderada na MG obtidos na avaliação de fantasmas de calibração, demonstrou fiabilidade excelente para DMO, MM e aceitável para MG na avaliação de atletas de Futebol Australiano (Bilsborough et al., 2014). Uma revisão que avalia o impacto da introdução de avanços tecnológicos na exatidão e precisão na avaliação da CC por DEXA conclui, que relativamente à precisão, os novos equipamentos demonstram melhores resultados que a tecnologia anterior. Relativamente à exatidão, e quando comparada a DEXA com avaliações de quatro compartimentos, alguns estudos encontram discrepâncias quer sobrevalorizando quer subvalorizando a avaliação da percentagem de MG, com diferenças entre -5,3% a 2,9%, no entanto as maiores diferenças são observadas em indivíduos de CC extrema, muito magros ou muito obesos (Toombs et al., 2012).

2.2.2.4 Tomografia Computorizada

A Tomografia Computorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM) são duas modalidades de Imagem Médica que permitem uma avaliação sectorial do corpo. Possibilitam o estudo anatómico em diferentes tomadas de vista: axial, coronal, sagital ou oblíqua (Romans, 2011; Westbrook et al., 2011). Embora maioritariamente utilizadas em diagnóstico médico, também têm sido consideradas para a avaliação da composição corporal (Bosy-Westphal & Müller, 2015; Thomas et al., 1998; Tokunaga et al., 1983; Tolonen et al., 2021). Estas modalidades de imagem são consideradas referência para validação de outros métodos de avaliação da CC como a Bioimpedância elétrica (Mattsson & Thomas, 2006) .

A TC, quanto ao seu funcionamento, consiste numa fonte de Raios X e detetores que rodam, solidários, em arco em torno do objeto (corpo). A energia produzida na ampola de Raios X sob a forma de fotões atinge os detetores após atravessarem o corpo. Os fotões que atingem os detetores constituem uma fração dos produzidos, pois uma parte destes é atenuada pelo corpo. É a mensuração desta atenuação que permite reconstruir a imagem em TC. A atenuação é proporcional à densidade e número atómico dos elementos atravessados. A imagem é disponibilizada em níveis de cinzento, medidos em Unidades de *Hounsfield* (HU), em que o valor 0 representa a água, valor referência, os valores negativos representam menor atenuação como o ar -1000, (praticamente nenhuma atenuação), e os valores positivos os de maior atenuação, 1000 representando osso cortical. O elemento de imagem é o *pixel* que representa as estruturas atenuantes que constituem o *voxel*, que contém o tecido compreendido na espessura adquirida (Kalender, 2011).

A imagem obtida permite reconhecer as diferentes estruturas corporais, como gordura,

osso, músculo, entre outras. Podemos determinar em cada imagem a área de cada componente. Esta avaliação pode ser realizada pelo operador recorrendo a medições manuais, traçando o perímetro de cada estrutura utilizando o cursor de um “rato” ou *track-ball*. Mais comumente podemos recorrer a programas permitem segmentação semiautomática da imagem, que identificam os valores dos pixéis em HU, dentro de um limite correspondente a um determinado tecido, por exemplo valores entre -190 a -30HU corresponderão a gordura (Yoshizumi et al., 1999). Após a identificação dos pixéis para um dado tecido, a área pode ser calculada multiplicando o número de pixéis pela superfície do pixel. Estes programas estão disponíveis no aparelho de TC, mas existem softwares de análise de imagem disponíveis para instalação em computadores pessoais (Heymsfield et al., 2005; Mazonakis & Damilakis, 2016; Strandberg et al., 2010). No entanto, a dose de radiação a que sujeita os indivíduos que realizam estes exames pode limitar a sua utilização, especialmente em indivíduos saudáveis e jovens.

Esta modalidade de imagem tem sido utilizada na avaliação da gordura corporal intra-abdominal, tanto visceral como subcutânea, recorrendo a diferentes metodologias de estudo, permitindo inclusivamente prever os totais dos tecidos adiposo e isento de gordura, a partir de imagens de CT adquiridas ao nível do abdómen (Andreoli et al., 2016; Jeanson et al., 2017).

Na avaliação da Gordura Abdominal Visceral (GAV), que como sabemos está associada a diversas patologias como risco cardiovascular (Gruzdeva et al., 2018; Le Jemtel et al., 2018) ou síndrome metabólico (Antonio-Villa et al., 2020; Pekgor et al., 2019), são programadas imagens em localizações determinadas do abdómen. A maioria dos estudos

realiza apenas uma imagem, com espessura entre 5 a 10mm, usualmente ao nível das vértebras lombares 3 e 4 ou 4 e 5, extrapolando depois de forma a obtermos o valor da GAV total, permitindo assim limitar a dose de radiação nos avaliados (Ball & Swan, 2003; Borkan et al., 1982; Sottier et al., 2013). A área da GAV avaliada a este nível, umbilical, correlaciona-se positivamente com o volume de GAV total (Irlbeck et al., 2010; Kobayashi et al., 2002).

A gordura subcutânea (GS), embora com menos frequência, pode também ser objeto de avaliação por TC, nomeadamente na relação entre padrões de distribuição da GS e da GAV, correlacionando-os com o género, idade e Índice de Massa Corporal (IMC), em doentes com Síndrome de Cushing. Esta avaliação mostrou uma relação menor entre GS e GAV nos doentes que no grupo de controlo, aumento da GAV relativamente á GS (Enzi et al., 1986).

O MM, nomeadamente o tecido muscular, tem sido objeto de estudo, na avaliação da sarcopenia em doentes com neoplasias malignas, que realizam exames de TC decorrentes do protocolo de diagnóstico da doença (Gibson, 2015; Kumar et al., 2016). A TC tem sido utilizada para mostrar o grau de atrofia muscular, e consequentes implicações no prognóstico

da doença.

A osteoporose é uma patologia com elevada prevalência (Hernlund et al., 2013), o seu diagnóstico requer o conhecimento da densidade óssea, a TC Quantitativa tem sido utilizada na sua avaliação, permitindo um estudo eficaz da estrutura e densidade óssea (Damilakis et al., 2007). Podem utilizar-se técnicas de 2D ou 3 D, usualmente as avaliações são realizadas a nível das vértebras dorsais e/ou lombares (Borggreffe et al., 2009; Guglielmi et al., 2011).

A maioria dos estudos referidos, foram conduzidos a partir de imagens obtidas de exames prescritos na sequência de patologias anteriormente diagnosticadas.

A TC tem, como vimos, uma aplicação muito específica neste campo, e normalmente decorrente do aproveitamento de imagens obtidas com propósito de diagnóstico médico, utilizadas depois para avaliação da CC em diversos contextos. A principal razão tem a ver com o uso de radiação ionizante para a produção das imagens, apesar dos protocolos de CC minimizarem o número imagens necessárias para sua avaliação. Outra razão tem a ver com o equipamento pesado, dispendioso, que normalmente tem grande pressão na sua utilização para fins diagnósticos.

2.2.2.5 Ressonância Magnética

A RM é uma modalidade muito eficaz na determinação da CC, pois possui boa discriminação entre tecidos moles, permitindo a avaliação relativa de alterações do estado do músculo esquelético, do tecido hepático ou do tecido adiposo (Ross, 2003). A RM baseia-se na propriedade dos núcleos de átomos, quando colocados sob a influência de um forte campo magnético, tipicamente 0,3 a 3 Tesla para aplicações clínicas, poderem absorver e/ou emitir energia. Para produzir imagem a RM utiliza os núcleos, prótons, dos átomos de Hidrogénio, muito abundantes no corpo humano (Westbrook et al., 2011).

Os princípios físicos de formação de imagens por RM baseiam-se nos movimentos giratórios, sobre si mesmos (spin), dos núcleos dos átomos de Hidrogénio em tecidos biológicos. Estes núcleos, quando sob a influência de um forte campo magnético alinham os seus movimentos, spin, com este. Um pulso de radiofrequência é então fornecido aos núcleos dos átomos de uma determinada região do corpo do qual pretendemos obter imagem, alterando assim a direção do movimento destes. Quando cessa o pulso de radiofrequência, os núcleos retornam gradualmente à posição inicial, influenciados pelo forte campo magnético, libertando a energia que lhes foi cedida, processo que tem o nome de relaxamento, que pode ser longitudinal, T1, ou transversal, T2. A energia libertada, sob a forma sinal de radiofrequência, é utilizada de forma a produzir imagens em diferentes planos do corpo. As diferenças de tempos de relaxamento dos tecidos, através da manipulação dos parâmetros dos

impulsos de radiofrequência, permitam reconhecer diferenças de contraste e intensidade de sinal entre estes, que constituem as imagens de RM (Westbrook et al., 2011). As imagens ponderadas em T1 permitem diferenciação do sinal dos prótons da água e gordura devido aos seus diferentes tempos de relaxamento de T1. O tecido adiposo apresenta-se mais brilhante nesta ponderação, T1, que tem sido utilizada para a quantificação do tecido adiposo subcutâneo, visceral, intramuscular e gordura medular óssea. As vantagens desta ponderação são a sua disponibilidade em todos os equipamentos, elevada resolução espacial e alto contraste, apresenta como desvantagens a sensibilidade às heterogeneidades do campo magnético principal e efeitos de volume parcial (Baum et al., 2016)

A avaliação da CC por imagens de RM, quanto à metodologia, apresenta semelhanças com o descrito para a TC. O tecido que queremos avaliar pode ser selecionado manualmente, sendo a área tecidual calculada multiplicando o número de píxeis pela área de interesse (Abate et al., 1994; Steven B Heymsfield et al., 2005). Existem, no entanto, programas de cálculo automático de volume tecidual, que recorrem a algoritmos de segmentação baseados no reconhecimento de limiares de intensidade e diferenças de cinzentos, característicos de diferentes tipos de tecidos. Este processo, mais complexo que o aplicado à TC, pois as intensidades tecidulares não são homogêneas ao longo da totalidade do seu volume, neste sentido têm sido propostos diferentes algoritmos de forma a desenvolver metodologias mais robustas de avaliação e cálculo de volumes tecidulares por RM (Brennan et al., 2005; Hui et al., 2017; Kullberg et al., 2006; Positano et al., 2004; Ruan et al., 2007).

A RM tem sido utilizada no contexto de avaliação da CC, sobretudo na quantificação e distribuição do tecido adiposo (Baum et al., 2016; Fischer et al., 2015; Hu et al., 2017; Mitra et al., 2017; Müller et al., 2011; Thomas et al., 2013), mas também na avaliação do músculo esquelético e de outros tecidos/órgãos (Erlandson et al., 2016; Lee & Gallagher, 2008; Nakai et al., 2008; Shen et al., 2004).

Esta modalidade depende de um equipamento sofisticado e muito dispendioso, que normalmente está sujeito a muita pressão para realização de exames de diagnóstico médico, de diversas etiologias. Tem ainda associado um protocolo de realização pesado, cerca de 30 minutos no mínimo, para aquisição das imagens por indivíduo (Ross et al., 2000), a que acresce a avaliação das mesmas, tornando-a dificilmente praticável na avaliação de grandes grupos.

2.2.2.6 Ultrassonografia

A Ultrassonografia (US), Ecografia, também tem sido utilizada desde há alguns anos na avaliação da CC (Faneii & Kuczmarski, 1984), nomeadamente colmatando limitações conhecidas da antropometria (Kuczmarski et al., 1987; Scafoglieri et al., 2014). Esta modalidade de imagem médica recorre à utilização de ultrassons, onda sonora de alta frequência (>20kHz), que se propaga pelo meio físico, tecidos ou líquidos. As partículas do meio oscilam na direção de propagação da onda, no entanto apenas a energia é transportada ao longo do meio. Esta energia sofre reflexão quando o ultrassom atravessa de um tecido para outro de diferente impedância acústica, parte desta energia retorna à fonte da onda, e a restante é transmitida ao tecido adjacente (Hoskins et al., 2014).

Os aparelhos de ultrassons geram e recebem ondas ultrassonoras. Estas ondas são emitidas por cristais piezoelétricos, contidos nas sondas transdutoras. A imagem de ultrassom, em modo B (modo B de *brightness*), consiste numa representação transversal dos órgãos e tecidos de uma determinada área do corpo que pretendemos examinar. É reconstruída a partir de ecos gerados pela reflexão das ondas de ultrassom ao atravessarem diferentes tecidos. Cada eco é disponibilizado na imagem, correspondendo à posição relativa da sua origem na secção transversal que estamos a visualizar. O brilho (modo B de *brightness*) da imagem em cada ponto relaciona-se com a força ou amplitude do eco que a originou (Abu-Zidan et al., 2011; Chan & Perlas, 2011; Hoskins et al., 2014).

Esta modalidade é sido utilizada na avaliação gordura visceral com diversos protocolos de avaliação. Em estudos comparativos com modalidades como a TC, a US apresenta resultados precisos e reprodutíveis, e provou ser um método rápido e útil na avaliação da gordura visceral (Guglielmi et al., 2011; Hirooka et al., 2005). Na avaliação da influência da gordura abdominal no risco cardiovascular e síndrome metabólico. A US tem revelado, em diversos estudos, ser uma modalidade de imagem confiável e de fácil execução, podendo mesmo ser considerada como modalidade de eleição para monitorização e seguimento de possíveis alterações da gordura abdominal em doentes obesos ou com síndrome metabólico, (Gong et al., 2007; S. R. Kim & Lerman, 2018).

A determinação da gordura total corporal por US tem sido objeto de diversos artigos científicos recorrendo a diversas metodologias, apelando à avaliação do tecido gordo subcutâneo. Na avaliação de desportistas, com intuito de detetar percentagens extremamente baixas de gordura corporal que podem ser nefastas para os atletas, a US tem-se revelado uma ótima metodologia apresentando resultados precisos e confiáveis (Müller, et al., 2013). Este tipo de avaliações são cruciais em desportos com categorias por peso, o conhecimento das flutuações do peso e suas consequências na CC é importante para otimizar a performance durante as competições. A avaliação da CC pode ser realizada por US durante o período de

competição, dada a sua portabilidade, permitindo assim determinar a gordura corporal e consequentemente a massa isenta de gordura, podem ser preconizadas intervenções no sentido de reidratar atletas que possam ter perdido peso em curto espaço de tempo, de forma a cumprir o peso do escalão desejado (Pineau et al., 2009; Saito et al., 2003). A US por ser uma modalidade inócua, acessível de fácil utilização e mobilidade, está recentemente a ser estudada no sentido de fornecer dados da gordura corporal total. Diversos locais de avaliação têm sido testados, tendo como referência, na maioria dos casos, os pontos de avaliação de pregas cutâneas. Muller e o seu grupo de investigação testaram pontos de avaliação coincidentes com os preconizados para avaliação de pregas cutâneas pela *International Society for the Advancement of Kinanthrometry* (ISAK) (Müller et al., 2013). Este autor propõe num estudo posterior, a seleção de oito sítios específicos e padronizados para avaliação da gordura subcutânea, salvaguardando assim as diferenças dos padrões de gordura subcutânea entre indivíduos, propõe ainda neste mesmo estudo um protocolo para realização das avaliações (Müller et al., 2016). Este protocolo foi depois, pelo mesmo grupo de investigadores, testado em indivíduos com diferentes IMC, magros a obesos, com excelentes resultados, permitindo assim aferir para cada indivíduo, ou grupos de indivíduos, padrões de gordura subcutânea (Storchle et al., 2017). Outros autores têm proposto distintos protocolos para o cálculo da gordura total partir de avaliações da gordura subcutânea, um estudo que avalia indivíduos jovens, de ambos os géneros, conclui que a US, recorrendo a medições da espessura da gordura subcutânea abdominal e membro inferior, constitui um bom preditor da gordura total corporal em ambos os géneros (Leahy et al., 2012). Outro autor testou um protocolo diferente, as avaliações são realizadas na zona póstero-lateral lombar e anterior da coxa, encontra também resultados muito bons de predição da gordura total, e neste caso o protocolo utilizado é transversal a diferentes tipos de indivíduos, adultos saudáveis de ambos os géneros (Pineau et al., 2007), em atletas de diversas modalidades, também de ambos os géneros (Pineau et al., 2009). O mesmo autor utilizou o mesmo protocolo de US, tendo como referência um diferente aparelho de DEXA, *Hologic Discovery A*, mais recente que o que normalmente utilizado nas avaliações anteriores, com uma amostra semelhante ao do primeiro estudo referido, a US voltou a produzir estimativas muito precisas da gordura corporal total (Pineau et al., 2013). Alterações da composição corporal, alterações rápidas de peso, podem traduzir, ou induzir estados patológicos que convém averiguar, não só em atletas, mas na generalidade da população. A US pela a portabilidade, rapidez de procedimentos, facilidade de utilização (Müller et al., 2013) e precisão na predição da gordura total corporal é uma modalidade a ter em consideração na avaliação da CC.

2.3.3 Métodos Duplamente Indiretos

2.3.3.1 Antropometria

A Antropometria pode definir-se como a ciência que mede, caracteriza e identifica as diferentes partes do corpo humano, assim como as suas proporções. Esta metodologia tem sido muito utilizada na avaliação da CC, pois trata-se uma forma relativamente simples e prática de a estimar. Compreende dados como altura, peso corporal, perímetros e pregas cutâneas entre outros. Os equipamentos a que recorre como balanças, estadiómetros, fitas métricas ou compassos de *Harpender*, são de fácil acesso, permitem avaliação a grandes grupos e em qualquer lugar (Stewart et al., 2011). Esta técnica permite a avaliação de padrões de distribuição da gordura corporal e estabelecer perfis antropométricos (Fragoso & Vieira, 2006). No entanto, embora de fácil acesso obedece a metodologia rigorosa que deve ser observada de forma a obter resultados confiáveis e reprodutíveis (Hume & Marfell-Jones, 2008; Stewart et al., 2011).

As avaliações antropométricas, são utilizadas com variadas aplicações desde logo as clínicas, dados de peso, altura e perímetros corporais como indicadores de obesidade caracterizando risco cardiometabólico ou diabetes (Gialamas et al., 2018; Hardy et al., 2017; Krakauer & Krakauer, 2018; Lüscher, 2018; Mastroeni et al., 2019), embora a maioria dos autores alertem para a necessidade da associação de outros indicadores. O cálculo da gordura corporal é possível pela avaliação de pregas cutâneas, em sítios específicos, e recurso a equações que predizem este componente da CC (Jackson & Pollock, 1978; Klimek-Piotrowska et al., 2015; Reilly et al., 1995). Dada a portabilidade e facilidade de utilização, que permite avaliações de campo e em grandes grupos, esta metodologia tem sido usada na avaliação de praticantes de diferentes desportos, como futebol, para aferir a relação entre aptidão física o desempenho da equipa e as diferentes posições dos jogadores em campo (Arnason et al., 2004), para aferir a CC em atletas ao longo da adolescência (Nikolaidis & Karydis, 2011) ou como indicador identificação de talentos em jovens atletas (Bidaurrazaga-Letona et al., 2015; Chibane et al., 2008).

Apesar de a DEXA ser considerada o método mais eficaz na avaliação da CC, nomeadamente pela possibilidade de fornecer dados acerca da DMO ou fornecer mensurações sectoriais como dos membros inferiores ou superiores, a antropometria, apresenta-se, aliada à sua simplicidade de utilização, portabilidade e de menor custo, como a menos afetada por fatores de difícil controlo no indivíduo a avaliar, como hidratação, jejum ou atividade física diária. Neste sentido pode considerar-se que esta metodologia de avaliação da CC continua a ser muito válida (Kasper et al., 2021).

2.3.3.2 Bioimpedância Elétrica

A modalidade de avaliação da CC Bioimpedância elétrica (BI) tem sido utilizada em diversas aplicações clínicas, dada a sua portabilidade, facilidade de utilização. Este método recorre à propriedade do corpo humano de conduzir eletricidade a diferente velocidade dependendo da sua composição. Esta capacidade deve-se aos eletrólitos dissolvidos na água corporal, maioritariamente contida na MM, tipicamente 73% no adulto. A MG e o Osso são, neste sentido, fracos condutores de corrente elétrica. Quanto maior for a percentagem de MM no corpo menor será a resistência à passagem da corrente elétrica. A BI pode fornecer valores da água total no organismo, MM e MG (Dehghan & Merchant, 2008; Kyle et al., 2004; Kyle et al., 2004).

O método tetrapolar é o mais comum, as avaliações de BI usam quatro elétrodos dois no pulso e dois no tornozelo. Dois elétrodos fornecem uma fraca corrente alterna, par de elétrodos, colocados exteriormente no pulso e tornozelo. A queda de tensão, que ocorre da passagem da corrente através do corpo é medida usando o par de elétrodos colocados internamente, a impedância é calculada a partir desta avaliação (Kenneth J. Ellis, 2000). Há regras e recomendações para sua boa utilização como abstinência de consumo alimentos e álcool, nas 8 horas precedentes ao exame, evitar exercício físico antes das avaliações, os indivíduos não podem ser portadores de próteses ou pacemaker. Algumas patologias alteram resultados da BI como insuficiência cardíaca, hepática ou renal (Kyle et al., 2004).

A BI tem sido utilizada em estudos clínicos como prognóstico de desnutrição em doentes com diagnóstico de cancro (Gupta et al., 2008; Gupta et al., 2008). Tem sido também utilizado na avaliação da gordura visceral, como preditor do síndrome metabólico (Ryo et al., 2005), e também para estimar MG e MM na diabetes, sendo preconizada como método de rastreio nesta patologia (Beeson et al., 2010).

Têm sido descritas algumas limitações a este método, para além das já referenciadas, como alterações na MG e MM em estudos longitudinais em indivíduos com estados de hidratação deficientes, indivíduos com biótipos extremos, de elevada ou pequena estatura devem ser interpretados com precauções (Kyle et al., 2004), em indivíduos muito magros a BI sobrestima a MG, em indivíduos muito gordos subestima a MG (Sun et al., 2005).

2.4 Variação da Composição Corporal

A composição corporal não se mantém constante ao longo da vida, desde a nascença o corpo humano sofre alterações na quantidade e relação dos seus constituintes. A partir dos 30 anos perdemos MM e ganhamos tendencialmente MG. A CC sofre alteração ao longo da vida, difere entre géneros e grupos étnicos (Heymsfield et al., 2005).

À nascença e durante os primeiros anos a CC independentemente do género não difere muito, as percentagens dos diversos constituintes embora diferentes são aproximadas em ambos os sexos. A infância é um período de crescimento e alterações muito céleres quer a nível compartimental e tecidual, quer na composição química relativamente à CC. Nos lactentes o volume, massa dos órgãos e a água extracelular são proporcionalmente maiores que nas crianças e adultos (Weber et al., 2012). Embora o género feminino apresente sempre maior percentagem de gordura corporal que o masculino, a diferença durante o primeiro ano situa-se entre os 1-3% (Butte et al., 2000; Fomon et al., 1982). Um estudo que descreve a CC entre os 0 e 2 anos, com 72 crianças de ambos os sexos e diferentes etnias, constata que a altura e peso não são estatisticamente diferentes entre rapazes e raparigas. A MG não difere significativamente relativamente aos dois géneros, apesar de ser maior percentualmente, relativamente ao peso, no género feminino cerca de 32%, 29% para os rapazes entre os 3-6 meses. A componente mineral óssea representa, 2,4% nas raparigas e 2,6% nos rapazes do peso total. MM, aumenta como todos os outros componentes avaliados ao longo do estudo, no entanto apesar de maior nos rapazes, em valor absoluto, também não difere significativamente entre os géneros (Butte et al., 2000). Na primeira infância ambos os géneros evidenciam valores absolutos de MG comparáveis, mas a diferença aumenta ao longo da infância, aos 10 anos de idade as raparigas apresentam, em média, mais dois Kg de MG que os rapazes (Loomba-Albrecht & Styne, 2009).

Durante a puberdade/adolescência a CC altera-se de sobremaneira, as diferenças de género relativamente a MG, MM e DMO tornam-se marcantes, persistindo depois no adulto.

Um estudo que avaliou a CC de ambos os géneros entre as idades de 5 a 18 anos, recorrendo à DEXA, avaliação Antropométrica, Quantificação de Potássio e Água corporal, encontrou diferenças entre géneros e etnias, relativamente à MG, MM e DMO, em valor absoluto. Maior quantidade de MM e CMO no género masculino e menor quantidade de MG, estas diferenças aumentam sobretudo, a partir do início da adolescência (Ellis et al, 2000). O

rápido crescimento que acontece nesta fase da vida, é mais precoce e mais curto no género feminino, a partir dos 9 até aos 14,5 anos, dos 11 até aos 17 anos no género masculino. Nesta fase os adolescentes atingem a maior velocidade de crescimento para as raparigas 8,3 cm ano aos 11,5 anos, para os rapazes 9,5 cm aos 13,5 anos (Alwis et al., 2010; Veldhuis et al., 2005).

A MG durante a puberdade, no género feminino, aumenta significativamente mais que no género masculino. Apresentando no fim da adolescência mais 5-6kg em valores absolutos, representando em média um ganho de 1,14kg por ano. Em valores percentuais o género masculino deverá apresentar, em média em adulto, 13% e o feminino cerca de 25% de MG (Loomba-Albrecht & Styne, 2009).

Uma investigação levada a cabo nos Estados Unidos que pretendia estabelecer referenciais de CC, por DEXA, para idades compreendidas entre os 8-85 anos, utilizando para o efeito uma amostra muito alargada, conclui que para os caucasianos a MG aumenta desde os 8 (32,6%) anos no género feminino até aos 20 anos (35,1%), continuando a aumentar até aos 85 anos (42,1%). O sexo masculino apresenta aos 8 anos (26,5%) aumenta até aos 10 anos (27,1%), diminui fortemente até aos 16 anos (21,3%) aumenta novamente, ainda que suavemente, até aos 75 (31,6%) ficando depois estável até aos 85 anos. Relativamente à DMO esta aumenta sempre entre os 8 e os 35 anos no género masculino, no feminino até aos 40 anos. Após estas idades há perda da DMO, mais acentuada no sexo feminino, sobretudo a partir dos 55 anos. Nos referenciais de MM, os autores apresentam os resultados no formato de Índice de Massa magra ($MM/Altura^2$), o género masculino apresenta sempre valores mais elevados, aumentando sempre entre os 8 e os 45/50 anos diminuindo depois até aos 85 anos. No sexo feminino aumenta sempre até aos 45 anos diminuindo depois até aos 85 anos. Os aumentos mais abruptos são sobretudo na adolescência, mais marcados nos rapazes, entre os 12 -16 anos (Kelly et al., 2009)

Este estudo corrobora a maioria dos estudos que relatam ganho de MG, diminuição e de MM e DMO ao longo da vida adulta, sobretudo a partir dos 50 anos (Buffa et al., 2011; Andrew Jackson et al., 2012). Estas alterações podem ganhar contornos patológicos, como problemas cardiovasculares, associado a aumentos de gordura localizados no abdómen (Després et al., 2008; Neeland et al., 2018), a Sarcopenia, perda acentuada de Massa Muscular (Doherty, 2003; Maden-Wilkinson et al., 2013) e Osteopenia/osteoporose, perda acentuada de Massa Óssea (Hernlund et al., 2013).

2.5 Atividade desportiva

A atividade física em geral, é benéfica para a saúde em todas as idades. Um relatório da OMS reporta que a prática regular de atividade física proporciona, em todas as idades, uma ampla gama de benefícios para a saúde física e mental. Considera ainda, que a atividade física promove a interação e integração social, constitui reconhecido meio de prevenção de doenças e para os Estados um método económico para obter ganhos em saúde pública (World Health Organization, 2003).

Em 2010 a OMS publicou um relatório que descreve recomendações globais de níveis de atividade física com vista à promoção da saúde. O documento aconselha níveis de atividade física diferentes para diferentes classes etárias, para jovens entre 5-17 anos preconiza 60 minutos diários de atividade física de intensidade moderada a vigorosa, alertando para benefícios adicionais em saúde para atividade física acima destes 60 minutos. Este relatório considerou a promoção da atividade física em jovens, uma prioridade de saúde global (World Health Organization, 2010). Em Portugal o Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, envolveu 6299 portugueses com mais de 10 anos, revela que só 27%, dos inquiridos com mais de 14 anos, cumprem as recomendações da OMS. Entre as crianças e adolescentes, 6-14 anos, este número sobe para os 57,5%, o sexo masculino demonstra em todas as faixas etárias maior atividade física que o sexo feminino (Lopes et al., 2017).

As recomendações da OMS são corroboradas pelo relatório *Physical Activity Guidelines for Americans*, que chama a atenção para a existência de 117 milhões de americanos que padecem de uma ou mais doenças crónicas, recordando que sete das dez doenças crónicas mais comuns são influenciadas favoravelmente por atividade física (U.S. Department of Health and Human Services, 2018). Está bem estabelecida a relação entre a inatividade física e uma série de patologias: cardiovasculares, pré-diabetes/diabetes tipo 2, síndrome metabólico, ósseas e tecido conectivo, obesidade, cancro, entre outras (Booth et al., 2012). No entanto diversos estudos têm relatado déficits de atividade física na população em geral (Hallal et al., 2012; Sigmundová et al., 2013). O declínio da atividade física é evidente durante a transição da adolescência para o início da idade adulta (Kwan et al., 2012), este declínio mantém-se ao longo da vida intensificando-se na terceira idade (Milanovic et al., 2013).

A tendência de diminuição da atividade física está patente nos jovens, crianças e

adolescentes, diversos estudos e relatórios reportam níveis insuficientes de atividade física, não atingindo os 60 minutos diários preconizados (Bradley et al., 2011; Currie et al., 2012; Hallal et al., 2012). Em Portugal investigações realizadas descrevem o mesmo cenário de deficit de atividade física entre jovens (Baptista et al., 2012), além deste fenómeno é reportada diminuição da prevalência ao longo dos anos para esta faixa etária (Marques & Gaspar de Matos, 2014). Estas conclusões são preocupantes não só pelas razões enunciadas, mas também por que se acredita que jovens mais ativos, serão adultos com índices de atividade mais altos (Huotari et al., 2011; Telama et al., 2005).

A participação em atividades desportivas extracurriculares, nomeadamente aderindo à prática regular de um desporto organizado, promove o aumento da atividade física dos jovens, bem como a sua aptidão cardiorrespiratória, (Dalene et al., 2018; Hebert et al., 2015; Kabiri et al., 2019; Lagestad et al., 2019; Lagestad & Mehus, 2018; Marques et al., 2016), promove a interação com adultos e seus pares, e desenvolve competências físicas e sociais (Nelson et al., 2011).

Os jovens, adolescentes, que mostram atitudes positivas relativamente ao desporto e exercício físico, apresentam anos mais tarde maiores níveis de atividade física (Graham et al., 2011), no entanto este fenómeno parece estar diretamente ligado quer ao tipo de desporto praticado, quer ao número de anos em que o jovem pratica o referido desporto, quanto maior o número de anos de prática na juventude maiores níveis de atividade física apresentam depois na idade adulta (Bélangier et al., 2015)

2.5.1 Composição Corporal e Prática de Futebol

O futebol é a modalidade desportiva mais popular mundialmente (Andrews & Harrington, 2016; Giulianotti & Robertson, 2004; Stølen et al., 2005). A Federação Internacional de Futebol, FIFA, publicou em 2007 um inquérito em que relatava que 4% da população mundial estava de alguma forma envolvida no futebol, 265 milhões eram jogadores, e destes, 22 milhões eram jovens, número que tinha aumentado relativamente ao inquérito anterior de 2000 em 7% (FIFA, 2007).

O jogo de futebol tem a duração de 90 minutos, 80 minutos para o futebol juvenil, normalmente realizado em intensidade muito elevada e intermitente, com períodos de esforço e repouso (Stølen et al., 2005). Anteriores investigações revelaram que um jogador de futebol poderá deslocar-se de 10 a 13 km durante um jogo de 90 minutos. Nesta distância pode inclui acelerações, desacelerações, contatos físicos com opositores, mudanças de direção, corridas e saltos (Di Salvo et al., 2007; Harper et al., 2019; Rampinini et al., 2007;

R. Silva & Morouço, 2017). Estas ações desenvolvidas pelos atletas durante o jogo, sofreram um incremento nas últimas décadas, os jogadores cobrem maiores distâncias, realizam mais movimentos explosivos, aumentou o número de passes, há no geral um aumento da intensidade competitiva (Barnes et al., 2014; P. S. Bradley et al., 2009; Bush et al., 2015; Di Salvo et al., 2009). Esta grande intensidade competitiva é registada também nas camadas mais jovens de atletas de futebol, nomeadamente nas ligas juvenis europeias (Smpokos et al., 2019)

As exigências físicas durante o jogo não são iguais para todos os jogadores, dependendo estas sobretudo, da sua posição/função dentro do campo (Bangsbo et al., 2006). De uma forma geral os guarda-redes são os atletas que apresentam maior impulsão, mas percorrem menores distâncias. Os defesas centrais realizam muitos movimentos de impulsão, mas percorrem menores distâncias que os demais jogadores de campo. Os defesas laterais recorrem a corrida de grande intensidade em diversas fases do jogo, os jogadores de meio campo são os que percorrem maiores distâncias durante o jogo, no entanto não realizam tantas corridas grande intensidade e movimentos de impulsão como os atacantes (Bangsbo et al., 2006; Di Salvo et al., 2007). Neste sentido, também do ponto de vista antropométrico os atletas são adaptados à função que executam em campo, habitualmente os guarda-redes e defesas centrais são os mais altos e mais pesados. Os médios e defesas laterais são os mais leves e baixos que os avançados, estas características são observáveis tanto nos adultos como nos jovens jogadores (Deprez et al., 2015; Hencken & White, 2006; Sporis et al., 2009).

Este desporto obedece a planificação e treino rigoroso desde as camadas mais jovens. É nestes atletas que a seleção dos mais aptos é efetuada, investigações anteriores mostraram que os jogadores de elite apresentam maior VO₂max, maiores elevações (Gil et al., 2007; Stølen et al., 2005), são mais rápidos nos sprints (Iaia et al., 2009), capazes de correr maiores distâncias em alta intensidade (Bradley et al., 2011), apresentam menor gordura corporal (Gil et al., 2007; Gil et al., 2010), que os jogadores menos cotados. Tendo em consideração os pressupostos enunciados, podemos prever que clubes que façam um investimento sério e bem planeado no treino e seleção dos seus jovens talentos, terá mais sucesso desportivo e melhor retorno financeiro.

A prática do futebol para além de desenvolver uma série de aptidões físico-táticas necessárias ao bom desempenho dentro do campo proporciona, nomeadamente em idades mais jovens, atividade física suplementar aos 60 minutos diários preconizados pelas normas internacionais, e que segundo estas trazem ganhos adicionais em saúde (Pedersen et al., 2011). De uma forma geral, independente mente do escalão etário, os praticantes de futebol apresentam menor gordura corporal (Jeukendrup & Gleeson, 2009), e maior densidade mineral óssea que a restante população (Hagman et al., 2018; Seabra et al., 2012; van der Sluis, 2002).

2.5.2 Composição Corporal e Prática de Natação

A natação, como hoje é entendida, é um desporto individual ou de equipa que pressupõe a propulsão do corpo através da água, por movimentos combinados de braços e pernas que permitem vencer as forças que se opõem ao seu avanço (Saavedra et al., 2003). Pode ser praticada em piscinas ou em águas abertas. Existem diferentes subespecialidades neste desporto, no entanto neste trabalho vamos apenas referir-nos à natação pura, praticada em piscinas, que engloba os estilos livre, bruços, costas e mariposa.

Apesar de existirem evidências de prática de natação nas antigas civilizações Egípcia, Assíria, Grega e Romana (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2019). A natação como desporto faz parte do programa efetivo dos Jogos Olímpicos desde 1896, na altura apenas nas modalidades de estilo livre e bruços, os outros estilos seriam introduzidos já no século 20. O género feminino apenas em 1912 iniciou a participação nos Jogos (International Olympic Committee, 2015).

A prática deste desporto tem sido associado a benefícios no estado de saúde nomeadamente em doentes jovens com asma, melhorando quer a função pulmonar quer cardiopulmonar (Carew & Cox, 2017). Foi demonstrada, numa investigação, benefícios cardiovasculares e melhoria da tensão arterial após início da prática de natação, em indivíduos sedentários (Mohr et al., 2014). A natação tem demonstrado ser um coadjuvante importante no tratamento de osteoartrites, pois permite o exercício das articulações lesadas e reforço muscular com mínimo impacto (Lo et al., 2019; Lu et al., 2015).

Do ponto de vista corporal a natação é um desporto de grande carga física, com importante componente técnica. O atleta tem de se adaptar a uma nova posição de equilíbrio, pois a atividade é realizada na posição horizontal. A respiração tem de ser controlada e assim como os recursos motores pois o meio ambiente é diferente do habitual (Rama, 2009).

Como na maioria dos desportos atualmente o desenvolvimento e seleção dos atletas de natação faz-se desde as camadas mais jovens (Saavedra et al., 2010). Esta seleção contempla preocupações com as características físicas dos atletas, que segundo vários estudos afetam performance dos atletas, nomeadamente características antropométricas e biomecânicas (Jürimäe et al., 2007; Lätt et al., 2010; Morais et al., 2013; Peters et al., 2014; Rozi et al., 2018), ou características fisiológicas como capacidade aeróbica (Lubkowska & Troszczyński, 2013; Strzala et al., 2014). Estão publicados diversos estudos, recentes, nomeadamente de investigadores portugueses com preocupações relativas ao desenvolvimento da qualidade do treino de natação em jovens atletas de forma a

proporcionar melhorias de performance aos praticantes (Morais et al., 2021).

Relativamente à Composição corporal de nadadores os estudos, na sua maioria, relatam diferenças percentuais entre a Densidade mineral óssea, menor nos nadadores relativamente aos praticantes de desportos com impacto, mas entre o MM e a MG não encontram diferenças significativas relativamente a outros desportos (Carbuhn et al., 2010; Fields, Merrigan, White, & Jones, 2018). No entanto a maioria dos estudos refere comparabilidade entre Densidade Mineral Óssea entre nadadores e a população em geral (Gomez-Bruton et al., 2017), referem ainda que em idades mais avançadas os nadadores mostram menor perda de massa óssea que os sedentários, apresentam no geral uma maior renovação de tecido ósseo quando comparados com a população geral, esta renovação revela a estrutura óssea mais eficiente dos nadadores, parece ser mais fraca quando comparada com desportos de alto impacto e mais forte quando comparada a controles sedentários, independentemente do método de análise (Gómez-Bruton et al., 2013).

2.6 Nutrição e Prática Desportiva

A importância que a nutrição assume relativamente quer à manutenção do estado de saúde, quer à recuperação pós exercício dos atletas, está bem documentada em diversas publicações científicas (Beck et al., 2015; Close et al., 2016; Mielgo-Ayuso et al., 2015; Ranchordas et al., 2017). Idealmente, um plano nutricional adequado deverá fornecer energia necessária para o desenvolvimento da atividade física e reduzir a taxa de lesões, que em conjunto contribuem para uma melhoria da performance desportiva. Neste sentido é essencial que os atletas adotem hábitos nutricionais adequados, sendo impreterível o controlo da qualidade e quantidade dos alimentos, ajustados quer às necessidades energéticas bem como à atividade desportiva que praticam (Arcusa Saura et al., 2019; D. T. Thomas et al., 2016).

Às considerações acima enunciadas, relativamente a atletas jovens, junta-se a preocupação com o crescimento/desenvolvimento saudável. Hidratação e dieta equilibradas, são essenciais para fornecer energia suficiente para um normal crescimento e sucesso na atividade desportiva praticada (Hannon et al., 2019; Llorente-Cantarero et al., 2018). No entanto diversos estudos têm relatado deficiente aporte nutricional, em diferentes modalidades, quer relativamente ao aporte energético total (Coutinho et al., 2016; Granja et al., 2017; Steffl et al., 2019b) quer relativamente à ingestão de micronutrientes (Gibson, Stuart-Hill, Martin, & Gaul, 2011; Hosseinzadeh et al., 2017; Iglesias-Gutiérrez et al., 2005;

Kim, Oh, & Lee, 2019). Os atletas, apresentam em geral, características como, perfeccionismo, grande tolerância à dor ou motivação, que são valorizadas na sua atividade do ponto de vista competitivo, mas podem contribuir para o desenvolvimento de distúrbios alimentares, nomeadamente na adolescência

2.6.1 Nutrição em Jovens Atletas

Os jovens atletas, submetidos a treinos diários e volumes de atividade física de diferentes intensidades requerem planos nutricionais adaptados, distintos dos indivíduos não atletas, sendo impreterível o controlo do momento, da quantidade e qualidade dos alimentos ingeridos, bem como a adequação às necessidades energéticas da atividade física praticada. Os atletas adolescentes apresentam necessidades nutricionais únicas, mas também temos que considerar que esta é uma altura de experimentação, o que também se acontece na nutrição, neste sentido é importante que os envolvidos na gestão da atividade desportiva promovam padrões alimentares consistentes com um sólido desenvolvimento físico, fisiológico e psicossocial (Desbrow, 2021). A altura e frequência da ingestão também é considerada de maior importância, a ingestão de alimentos a cada 3-4 horas ao longo do dia é aconselhada, apesar dos horários difíceis de organizar entre aulas e treino, de forma a garantir que os atletas estão a alimentar-se adequadamente para suprir eficazmente todas as necessidades treino, competição, recuperação e normal crescimento (Hannon et al., 2020).

A dieta deve providir uma eficaz hidratação, quantidades adequadas de macronutrientes (proteínas, hidratos de carbono e Lípidos) e micronutrientes (vitaminas e minerais) (Llorente-Cantarero et al., 2018; Smith et al., 2015).

2.6.2 Hidratação

Mais de 50% do peso corporal de um jovem adulto é constituído por água. A manutenção da temperatura corporal ou circulação sanguínea são processos vitais que dependem de um bom equilíbrio hídrico (Roy, 2013). O MM é constituída por aproximadamente 73% de água e MG por aproximadamente 10% (Wang et al., 1999). As diferenças referentes à percentagem da água total no corpo, são explicadas sobretudo pela composição corporal, independentemente da idade ou género (Sawka et al., 2015b).

O exercício físico, dependente das condições em que é praticado, pode predispor a desidratação. A temperatura ambiente elevada, humidade relativa alta e exposição solar pode provocar maiores perdas líquidas. A duração e intensidade da atividade física praticada, o tipo de equipamento usado, nomeadamente se não estiver adaptado às condições ambientais

são fatores a ter em conta relativamente à perda excessiva de líquidos, que pode prejudicar o rendimento desportivo ou mesmo ser nocivo para a saúde do atleta (McDermott et al., 2017; Sawka et al., 2007, 2015b).

No futebol, particularmente, devemos atender aos momentos em que é praticado, isto é se se trata de treino se de competição, sempre mais exigente (Belval et al., 2019). O facto deste desporto, em competição, decorrer em duas partes ininterruptas, não prevê oportunidades para os atletas reporem o necessário equilíbrio líquido, diversos estudos têm relatado a importância de reidratação durante o intervalo e final do desafio (Belval et al., 2019; Laitano et al., 2014). A Federação Internacional de Futebol atenta a este fenómeno regulamentou recentemente intervalos para hidratar os atletas (~1min30s de duração) após 30min de cada parte do jogo, quando estes decorrem em ambientes em que a temperatura excede 32°C (FIFA, 2013).

A Termorregulação em atletas jovens, nomeadamente em pré-púberes, apresenta diferenças relativamente aos adultos, taxas de suor mais baixas (40%), inferior capacidade de aclimatização a ambientes com diferentes temperaturas. O facto de apresentarem uma superfície externa relativamente grande por unidade de peso corporal, faz com que seus corpos absorvam calor mais rapidamente em ambientes quentes (Naughton & Carlson, 2008). No entanto diversos autores relatam que não há evidências de diferenças entre as capacidades fisiológicas de jovens atletas e adultos, exceto em condições ambientais muito particulares, nomeadamente de calor extremo (Falk & Dotan, 2011; Rowland, 2008).

Todos os investigadores que se interessam por esta área são perentórios em afirmar que desidratação superior a 2% do peso corporal, é suscetível de causar diminuição da performance desportiva e ser danosa para a saúde do atleta. Neste sentido alertam para a importância da observação do estado de hidratação adequado no início da prática desportiva, considerando que esta deve ser preparada, devendo o atleta nas horas anteriores ao início da atividade ingerir líquidos de modo a assegurar este equilíbrio. Consideram também que nos desportos de longa duração, sobretudo se ocorrerem em condições climáticas adversas, muito calor, os atletas devem hidratar-se durante a prova. No final da atividade devem ser repostos os fluídos e eletrólitos em défice, esta reposição deve ser tanto mais rápida quanto menor for o período de recuperação do atleta para a prova seguinte (McDermott et al., 2017; Roberts, 2012; Roy, 2013; Sawka et al., 2007) .

2.6.3 Macronutrientes

Os apelidados macronutrientes: hidratos de carbono, proteínas e Lípidos, são três nutrientes que têm potencial para produzir energia, proporcionam ao corpo humano a capacidade de realizar todas as suas funções vitais (Kerksick & Kulovitz, 2013). Diversos autores realçam o facto de diversas dietas para jovens serem implementadas a partir de programas nutricionais desenvolvidos para desportistas adultos, discordando em absoluto deste procedimento (Hannon et al., 2020; Ronald et al., 2021). Estes autores propõem planos nutricionais para jovens atletas tendo em atenção o desporto praticado (Hannon et al., 2021), os tempos de consumo dos macronutrientes, apresentando mesmo propostas de refeições, adequadas ao gosto generalizado dos adolescentes, com contabilização dos nutrientes em causa (Baker et al., 2014; Hannon et al., 2020; Ronald et al., 2021).

2.6.2.1 Hidratos de Carbono

Os hidratos de carbono (HC) merecem especial atenção na alimentação do atleta, uma vez que correspondem à fonte energética de utilização mais rápida pelo organismo durante a prática desportiva (Kerksick & Kulovitz, 2013). Constituem a principal fonte de energia durante atividades de alta intensidade do sistema muscular, e do sistema nervoso (Bytomski, 2018). São os principais responsáveis pelas reservas de glicose, no fígado e músculo. Os HC, utilizados como combustível durante atividade física, permitem melhorar o desempenho atlético compensando sintomas de fadiga mantendo os níveis de performance altos durante mais tempo (Bytomski, 2018; Thomas et al., 2016), estas conclusões são tanto mais prementes quando se trata de atividades desportivas de longa duração (>90min) (Hawley & Leckey, 2015).

Estão disponíveis na literatura científica recomendações gerais que disponibilizam orientações acerca da ingestão destes nutrientes. Fornecendo indicações relativas ao momento do seu consumo, antes durante e após a prática desportiva, bem como as quantidades adaptadas quer à CC quer à intensidade e tipologia do exercício (Burke et al., 2001; Hassapidou, 2011; Potgieter, 2013; Thomas et al., 2016), no entanto todos os trabalhos consultados chamam a atenção de que estes planos nutricionais devem ser individualizados e com acompanhamento de especialistas.

Relativamente aos jovens atletas não existem muitos estudos que avaliem as quantidades de HC adequados quer ao tipo quer à intensidade do exercício praticado. Do

ponto de vista fisiológico e metabólico os jovens, pré-púberes, apresentam características que os diferenciam dos adultos. Este fenómeno altera-se por altura da adolescência à medida que os atletas vão evoluindo no seu estado de maturação. Neste sentido, diversos autores propõem que os planos nutricionais devem ser adaptados quer à idade quer ao estado de maturação dos atletas. No entanto defendem que os HC devem representar, pelo menos, 50% da ingestão diária de energia (Montfort-Steiger & Williams, 2007; Zakrzewski & Tolfrey, 2016).

2.6.2.2 Proteínas

As proteínas são indispensáveis ao organismo pois são responsáveis pela formação e renovação celular. Relativamente aos desportistas a ingestão de proteínas é importante pois têm influência na reparação e remodelação das fibras musculares, assim como no aumento da massa muscular (Nemet & Eliakim, 2009; Tipton, 2008).

É consensual na literatura científica internacional que os atletas necessitam de um maior aporte diário de proteínas que a população em geral, 0,8 a 0,9g de proteínas por dia e kg de peso (World Health Organization, 2007b). O aconselhado para a maioria dos atletas situa-se entre 1,2 a 2,0g de proteínas por dia e kg de peso (Jäger et al., 2017; Phillips, 2012).

A ingestão de proteínas é essencial quer para o crescimento quer para prática de exercício em jovens, devem fornecer 10 a 15% da ingestão diária de calorias (Llorente-Cantarero et al., 2018). No entanto não é simples estabelecer com precisão as necessidades energéticas dos jovens, particularmente de adolescentes, dada a variabilidade dos processos metabólicos nesta fase da vida. Para mais, fatores como intensidade e carga total de treino/competição, a variação sazonal em que ocorrem, a possibilidade de participação em mais que um desporto, acrescentam complexidade ao cálculo e generalização destas necessidades (Petrie et al., 2004).

Diversos autores têm realçado a importância do momento da ingestão proteica, relatam maiores ganhos de massa muscular quando essa ingestão, nomeadamente sob a forma de suplementos, é realizada nas horas que se seguem à prática do exercício/competição, (Phillips, 2012; Phillips et al., 2005; Witard et al., 2019). No entanto esta questão não está fechada, pois diversos autores defendem que a ingestão de proteínas antes e/ou durante exercício de resistência promovem a síntese proteica muscular (Beelen et al., 2011; Dalbo et al., 2013; Tipton et al., 2001).

É aconselhado aos atletas, sempre que possível, privilegiar uma dieta adequada como fonte de proteínas. Para além de ingerirem a quantidade adequada de proteínas ao exercício efetuado, que o façam recorrendo a proteínas de alto valor biológico, tendo também em atenção a sua digestibilidade, neste sentido alimentos como frango, peixe, carne magra de

bovino, claras de ovo e leite são aconselháveis (Jäger et al., 2017).

2.6.2.3 Lípidos

As dietas ricas em Lípidos foram associadas a doenças cardiovasculares, nos anos 80 e 90 do século passado, multiplicaram-se iniciativas de sensibilização da opinião pública no sentido da sua diminuição. Uma das consequências foi o aumento do consumo de hidratos de carbono e consequente aumento da obesidade e síndrome metabólico. Para contrariar estes fenómenos, e aliado ao melhor conhecimento científico acerca da importância das Lípidos no organismo, fez com que os níveis referências aconselhados de lípidos nas dietas fossem revistos (Lowery, 2005).

As Lípidos devem representar 20-30% da energia disponibilizada na dieta diária 25-35 Kcal/Kg/dia para indivíduos de 50-80 Kg sedentários ou moderadamente ativos (Jäger et al., 2017; Lowery, 2005). As percentagens aconselhadas para atletas não diferem das acima descritas (Casazza et al., 2018). Estão publicados estudos que realçam algumas desvantagens para dietas continuadas abaixo destes referenciais, nomeadamente afetando a competência imunitária do atleta (Venkatraman et al., 2000), existem evidências de que estas dietas reduzem a ingestão de ácidos gordos essenciais e vitaminas lipossolúveis (Thomas et al., 2016).

Relativamente à ingestão de lípidos por atletas jovens os referenciais aconselhados são semelhantes aos aconselhados para adultos. Apesar de existirem diferenças no metabolismo dos jovens, sobretudo em pré-púberes, dependendo estes mais de lípidos como aporte energético relativamente a HC (Meyer et al., 2007; Smith et al., 2015).

2.6.3 Micronutrientes

Micronutrientes (vitaminas e minerais), relativamente aos macronutrientes em quantidades são muito diminutas, são essenciais no crescimento, desenvolvimento e manutenção do corpo humano. Desempenham um papel fundamental no metabolismo e manutenção tecidual, processos essenciais para uma vida saudável (Celep et al., 2017; Shenkin, 2006).

As vitaminas são compostos orgânicos essenciais que regulam processos neurológicos e metabólicos, impedem destruição de células e participam na síntese de energia. Podem dividir-se em lipossolúveis (A, D, E, K) e hidrossolúveis (complexo B ou C) (Kerksick et al., 2018). Os efeitos ergogénicos, em atletas, da suplementação com vitaminas são considerados mínimos ou inexistentes (Cobley & Marrin, 2012; Fry et al., 2006; Gomes et al., 2011). No entanto atletas cuja dieta seja deficitária, desequilibrada, ou que recorram a dietas radicais no

sentido de perderem peso podem comprometer a ingestão adequada de micronutrientes, nestes casos a suplementação pode ser solução (Farajian et al., 2004). Estão publicados diversos trabalhos que descrevem um deficiente aporte de vitaminas com consequências quer desportivas quer na saúde dos atletas. Menores níveis de vitamina D, que pode ter efeito benéfico na prevenção lesões musculares ou fraturas de stress (Halliday et al., 2011; Ruohola et al., 2006), ou reduzir inflamação (Cannell et al., 2009), tem sido associada a atletas cuja prática da atividade ocorre no inverno ou em latitudes para além do paralelo 35 (Ogan & Pritchett, 2013). Também atletas que praticam maioritariamente a sua atividade no interior de edifícios podem apresentar menores níveis de vitamina D (Lovell, 2008). Baixos níveis de vitamina C, num grupo de atletas, foram associados a inferior performance, nomeadamente menor VO₂max, quando comparados com grupo similar com valores normais. A suplementação com vitamina C, no grupo em deficit, regularizou os dois parâmetros em avaliação (Paschalis et al., 2016). No entanto não há evidência de que suplementação com vitamina C seja benéfica em atletas, podendo mesmo ser prejudicial quando em megadoses. A referência diária (0,2 g/dia) deve ser obtida pela ingestão quer de fruta e vegetais, e é considerada suficiente para a atividade desportiva (Braakhuis, 2012).

Os minerais são substâncias inorgânicas, presentes em diversos alimentos. Necessitamos de cerca de vinte minerais diferentes, como cálcio, ferro, magnésio ou cloro, essenciais em processos metabólicos e fisiológicos no nosso corpo, devem ser ingeridos em quantidades adequadas, pois quando em excesso podem ser prejudiciais para a saúde (Shenkin, 2006). Processos particularmente importantes para atletas como a contração muscular, frequência cardíaca, transporte de oxigénio, atividade antioxidante ou mineralização óssea (Williams, 2005).

O cálcio é um dos mais abundantes minerais no corpo, embora 99% esteja contido no esqueleto, estando o restante alojado em outras células como nas musculares, onde participa em diversos processos fisiológicos nomeadamente na contração muscular (Williams, 2005).

É reconhecida a importância da prática desportiva na saúde óssea, nomeadamente no aumento da sua densidade (Andreoli et al., 2001; Torstveit & Sundgot-Borgen, 2005), mesmo nas camadas mais jovens (Eichner, 2000; Lozano-Berges et al., 2018; Ubago-Guisado et al., 2015). No entanto exercício pode aumentar a perda de cálcio, o nível de cálcio na urina pode aumentar e os níveis séricos podem diminuir para além dos valores referência, após prolongado treino de alta intensidade (Dressendorfer et al., 2002).

O ferro é outro mineral de extrema importância pois funciona como componente de uma série de proteínas que desempenham papéis importantes nas funções fisiológicas. Necessário para a formação da hemoglobina e a mioglobina, responsáveis pelo transporte de oxigénio nas células vermelhas e nos músculos. O ferro transporta oxigénio para as células e facilita a sua utilização por estas, é portanto essencial no metabolismo energético (Eichner,

2000). A deficiência de ferro tem sido descrita em jovens, particularmente entre adolescentes (Ibáñez-Alcalde et al., 2020; Urrechaga et al., 2016), o acelerar do crescimento, o aumento do volume sanguíneo, perda de sangue durante o período menstrual nas raparigas e o aumento da massa muscular, sobretudo nos rapazes, têm sido apontadas como razões para este fato (Castro et al., 2014; Mesías et al., 2013). A deficiência em ferro afeta o rendimento desportivo, mais vulgar em jovens adolescentes do sexo feminino, afeta sobretudo atletas de desportos de resistência ou associados a distúrbios alimentares (Israeli et al., 2008; Latunde-Dada, 2013; Sandström et al., 2012). Uma dieta que introduza ou reforce alimentos que disponibilizem este mineral, como carne ou peixe, pode repor os níveis de ferro (Zimmermann et al., 2011), em casos mais graves ou específicos, como nos atletas vegetarianos com deficiência em ferro, poderá ser necessário recurso a terapia oral ou intravenosa (Clénin et al., 2015).

CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Introdução

Neste capítulo procederemos à descrição das metodologias, instrumentos e materiais utilizados na realização deste trabalho. Explicaremos os procedimentos adotados para a persecução dos estudos propostos. Propomos descrever a investigação levada a cabo, bem como identificar os intervenientes neste processo, os atletas, modalidades da CC utilizadas para a recolha de dados, bem como metodologias e estratégias de análise dos dados com vista à persecução dos objetivos a que nos propusemos.

Realizámos quatro estudos que do nosso ponto de vista respondem aos objetivos enunciados:

Um primeiro estudo, metodológico, em que aferimos a validade da ultrassonografia para avaliar a gordura total tendo como modalidade referência a DEXA. Esta avaliação será extrapolada a partir de avaliações da gordura subcutânea em pontos pré-determinados, utilizámos o protocolo de *Pineau et al* (Pineau et al., 2009) pela simplicidade de procedimentos e pelos bons resultados obtidos em atletas.

No segundo estudo realizámos uma avaliação longitudinal da CC, nos componentes: Massa magra, Massa gorda, CMO e densidade mineral óssea a atletas de futebol durante a época competitiva. Foram realizadas três avaliações, no início a meio e fim de época desportiva.

O terceiro estudo constituiu uma avaliação da ingestão nutricional dos atletas participantes no segundo estudo. Esta avaliação pretendia perceber qual a influência da nutrição dos indivíduos na CC por eles evidenciada, mas também da adequabilidade desta ingestão relativamente às *guidelines* preconizadas para a faixa etária e nível de atividade física.

O quarto estudo compara relativamente à CC as duas modalidades com maior número de participantes federados em Portugal, o futebol e a natação. Pretendemos saber, nesta faixa etária, quais as diferenças dos diferentes componentes da CC avaliados.

3.2 Amostra

A amostra dos nossos estudos ficou constituída por jovens atletas com idades 13/14 anos das modalidades de futebol e natação. Os atletas de futebol inscritos em clube filiado na Associação de futebol de Coimbra, os nadadores pertencentes a clubes de natação do Distrito de Coimbra.

O grupo sobre o qual recaiu a análise ficou constituído por jovens, do sexo masculino iniciados de futebol, Sub-15, e atletas juvenis de natação, 13-15 anos. O programa de treino dos atletas de futebol contemplava três treinos semanais perfazendo 6 horas no total, acrescentando jogo durante o fim-de-semana. Relativamente aos atletas de natação, em fase normal da época, isto é, sem competição, altura em que foram avaliados, perfazem 9 horas no total distribuídas por 6 treinos semanais. Todos os atletas praticam as modalidades em causa há mais de 4 anos.

3.3 Preocupações Éticas

É imperioso respeitar o direito do indivíduo submetido à pesquisa e preservar a sua integridade e dignidade. Devem ser tomadas todas as precauções para respeitar a privacidade do indivíduo e minimizar o dano que a pesquisa possa causar à sua integridade física e mental e à sua personalidade.

Como abordagem ética a seguir, será aqui assumido o enquadramento das Diretrizes Éticas Internacionais para a Investigação Envolvendo Seres Humanos (CIOMS/OMS, 1993), nomeadamente a Diretriz 3: Obrigações do pesquisador a respeito do consentimento informado;

Os principais princípios éticos relativos à experimentação no homem estão ainda consignados nos seguintes pressupostos:

Princípio do Respeito pela pessoa humana

Princípio do Benefício sobre o risco

Princípio da Justiça distributiva

E, também o Anonimato, a Confidencialidade e o Sigilo (Lei nº67/98 de 26 de Outubro).

A participação dos indivíduos, neste estudo, foi sujeita ao seu consentimento prévio, consentimento dos encarregados de educação, com base no esclarecimento do carácter voluntário da participação. Foi comunicado aos participantes do estudo que poderiam sempre, de livre vontade, abandonar o mesmo sem que nenhuma penalização daí ocorresse.

Foi elaborado e disponibilizado um consentimento informado, onde consta toda a informação relativa às investigações a serem desenvolvidos a sua pertinência e objetivos, que foi assinado por todos os intervenientes e encarregados de educação dos intervenientes neste estudo (anexo I).

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, através de um parecer emitido para o efeito (anexo II).

3.4 Instrumentos e procedimentos de recolha de dados

Todas as avaliações, US, DEXA e Antropometria foram realizadas no mesmo momento relativamente a cada estudo, para cada indivíduo participante. Excetua-se o estudo longitudinal, cujas recolhas realizadas em três momentos, mas ainda assim tanto as avaliações antropométricas como DEXA foram realizadas no mesmo dia, para cada momento, para todos os participantes.

3.4.1 Avaliação antropométrica

Relativamente à avaliação antropométrica foram adotados os procedimentos de avaliação patentes em *International Standards for Anthropometric Assessment* (Stewart et al., 2011).

A avaliação do peso corporal e altura foi realizado com os atletas, sem calçado, envergando peças de roupa leves, calção, ginástica ou banho, e camisola de manga curta. Foi

utilizada balança *Marsden* modelo M-120 GP *Column Scale* (capacidade 250Kg), com estadiómetro acoplado (0- 200cm).

O peso foi medido em kg com aproximação às 100 gramas. Relativamente ao procedimento o atleta subia para a balança quando esta apresentava a escala zero, apoiava a totalidade da superfície plantar na balança, mantendo os pés paralelos. Permanecia imóvel olhando para a frente. A balança estava apoiada no chão, estável e nivelada.

A estatura foi medida em metros com aproximação aos milímetros. Quanto à avaliação da altura o atleta permanecia imóvel em posição ereta, pés juntos, olhando em frente, respeitando o plano de Frankfurt.

Estes procedimentos foram efetuados imediatamente antes da avaliação por DEXA e US, em todos os momentos

Foram ainda avaliados os perímetros em cm com aproximação aos mm, com recurso a fita métrica:

Perímetro abdominal na zona umbilical,

Perímetro altura média das coxas direita e esquerda

Este procedimento foi efetuado imediatamente antes da avaliação por US em cada indivíduo.

Foi calculado o Índice de Massa Corporal recorrendo à equação:

$$IMC = \frac{Peso}{Altura^2}$$

Índice de Massa Corporal (IMC) - foi calculado segundo a relação peso(kg)/altura²(m), foi utilizado o índice de *Quetelet*, com a seguinte classificação IMC, corte proposto por *Garrow e Webster* (Garrow & Webster, 1985) recomendado pela Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 1997):

- IMC < 20 kg/m² - Baixo peso
- IMC, 20 a 24,99 kg/m² - Normal
- IMC, 25 a 29,99 kg/m² - Excesso de peso
- IMC >30 kg/m² - Obesidade
- IMC >40 kg/m² - Obesidade grave

3.4.2 Estatura Madura Predita

Como indicador de maturação somática utilizámos a estatura matura predita, que consiste na percentagem da estatura matura alcançada num determinado momento. Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maturo quanto mais próximo se encontra

da sua estatura adulta. Para recorrer a este indicador é necessário obter registos longitudinais e proceder ao tratamento dos dados, retrospectivamente (RM Malina et al., 2004). Esta metodologia propõe o conhecimento da sua estatura definitiva, através da transformação da estatura no momento da avaliação de uma percentagem da estatura matura predita.

Foi utilizado para o cálculo método de perdação proposto por *Kamis and Roche* (H. J. Khamis & Roche, 1995; Harry J. Khamis & Roche, 1994). Este método utiliza para previsão da estatura matura a estatura no momento da avaliação, o peso e estatura média parental.

Estatura Matura Predita (equação de cálculo)
= β_0 + (Estatura no momento da avaliação).(Coeficiente para estatura) + (Peso).(Coeficiente para peso) + (Estatura média parental).(Coeficiente para estatura média parental).

(β_0 e coeficientes, disponíveis em tabelas e adaptados ao sexo e idade cronológica dos indivíduos (H. J. Khamis & Roche, 1995))

Os coeficientes do método descrito são calculados em polegadas e libras sendo necessária a sua conversão para o sistema métrico. A estatura entretanto alcançada é dada pelo cálculo da percentagem do resultado obtido pela expressão descrita.

3.4.3 Avaliação por Ultrassonografia

A recolha de dados por US foi realizada com recurso a aparelho ecógrafo portátil, *LOGIQe, General Electrics Healthcare*, com um transdutor linear (7-12 MHz).

Para a avaliação US, os parâmetros ecográficos foram mantidos durante todas as avaliações. Ganho Geral: 48%, *Dynamic Range*: 93dB e *Time Gain Compensation* foram mantidos na mesma posição (neutra) para todas as avaliações. A profundidade foi ajustada para cada indivíduo, a fim de incluir toda a espessura do tecido adiposo subcutâneo. As imagens foram gravadas como ficheiros *DICOM* e armazenados num computador pessoal para análise. Foram adquiridas 3 imagens de cada região, entre cada imagem foi retirada a sonda e colocada na mesma região, a avaliação final resultou de média das três avaliações. Foi mantida uma camada de gel de forma a evitar a deformação dos tecidos e diminuir a pressão na sonda.

A dimensão do tecido adiposo foi medida como a maior distância entre o limite mais profundo da pele e a fáscia superficial muscular.

Para a avaliação por US da gordura subcutânea utilizámos o protocolo de *Pineau et al*, pela sua simplicidade e bons resultados obtidos, tanto em sedentários como em atletas (Pineau et al., 2009, 2013). As avaliações foram realizadas com os indivíduos em ortostatismo.

Na Coxa: foi determinada a medida entre a Espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) e o bordo superior da rótula. Determinou-se 60% da medida entre a EIAS e o bordo superior da rótula e marcar a posição. A partir desta posição medir 6 cm medialmente.

Abdómen posterior: Mediu-se a distância entre a apófise espinhosa lombar e a linha da axila, ao nível da linha da crista ilíaca, a meio marcou-se a posição para colocação da sonda.

As imagens, duas avaliações em cada local, foram recolhidas sempre pelo mesmo operador, com mais de 10 anos de experiência em US Músculo-esquelética (Rodrigues et al., 2020), na coxa e abdómen posterior.

Os dados recolhidos foram depois processados e avaliados no programa de análise imagens *ImageJ* (versão 1.53v).

3.4.4 Avaliação DEXA

Para avaliação da CC por DEXA, foram utilizados dois aparelhos:

- Estudos 1 e 4 - Aparelho de Densitometria Óssea Bifotónica marca Lunar – GE Healthcare, modelo *Lunar iDXA*, Software *Lunar Encore for Windows version 13.60.300*, Waltham, MA, USA.
- Estudos 2 e 3 - Aparelho de Densitometria Óssea Bifotónica marca Lunar – GE Healthcare, modelo *Lunar DPX MD+*, Software *Lunar Encore for Windows version 13.6*, Waltham, MA, USA.

As avaliações foram realizadas, após calibração diária, recorrendo a fantoma de calibração do próprio equipamento, segundo as indicações do fabricante. Os participantes utilizaram roupas leves, calções de ginástica e camisola sem mangas, foi verificada a ausência de artefactos de grande densidade no corpo ou roupa (metálico, plástico). Os atletas posicionaram-se em decúbito dorsal, na área útil de avaliação, coluna vertebral coincidente com o eixo longitudinal central da mesa. Foi verificada e corrigida a simetria corporal, relativamente ao posicionamento do corpo, assim como foram aplicadas fitas com velcro nos joelhos de forma a imobilizar os membros inferiores, que permaneceram em extensão. Os membros superiores permaneceram em extensão e posicionados ao lado do tronco, afastados deste de forma a poderem ser individualizados no processamento, com as palmas das mãos apoiadas na mesa (pronação). Foi aconselhada e verificada a imobilidade total de todos os indivíduos, assim como lhes foi pedido que se abstivessem de falar durante a avaliação.

Esta avaliação permite aferir os valores da MM, MG e CMO tanto em valor absoluto (Kg) como em valor relativo (%). Permite ainda determinar o valor da DMO (g/cm²). Estes

componentes da CC podem determinados para totalidade ou por segmentos do corpo, (cabeça, tronco, bacia e membros).

Todos os procedimentos descritos, assim como o processamento dos dados recolhidos, foram realizados pelo mesmo operador.

3.4.5 Avaliação da Ingestão alimentar

A colheita de dados relativos à nutrição dos atletas foi realizada através da aplicação de um Questionário de Frequência Alimentar® (QFA®) e do inquérito alimentar das 24 horas. O QFA® utilizado foi desenvolvido e validado pela Faculdade de Medicina do Porto, departamento de Higiene e Epidemiologia, instituição à qual foi solicitada autorização para sua utilização, e teve por base o questionário semi-quantitativo de frequência dos alimentos desenvolvido por *Willett* e colaboradores em 1998 e o inquérito foi desenvolvido no Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Medicina da Universidade de Alicante (Lopes C et al, 2006)

O questionário semi-quantitativo de frequência alimentar é constituído por uma lista de alimentos ou grupos de alimentos, com uma estrutura inicial de 82 itens alimentares aos quais foram posteriormente acrescentados quatro; por uma secção fechada com nove categorias de frequência de consumo que variar entre a “sazonalidade” do consumo e “mais de 6 vezes por dia” e por uma secção com porções médias padrão predeterminadas. No trabalho efetuado as categorias de frequência alimentar foram parametrizadas atribuindo-se um número que correspondia a uma determinada frequência alimentar (Tabela 1). Para estimar o consumo alimentar, a frequência referida para cada item foi multiplicada pela respetiva porção média padrão, em gramas (g), e por um fator de variação sazonal para alimentos consumidos em épocas específicas (0,25) foi considerada a sazonalidade média de três meses (Lopes C, Oliveira A, Santos AC, Ramos E, 2006).

O QFA® é composto por uma lista de alimentos e bebidas cuja frequência do seu consumo é questionada ao indivíduo. Este método proporciona uma estimativa quantitativa do consumo alimentar sobre a porção diária consumida ou comparando-a com uma porção alimentar de referência. Como vantagens da sua utilização, o QFA® pode ser aplicado a um número elevado de indivíduos e a variação intraindividual observada na ingestão dos alimentos é reduzida (Holanda & Barros Filho, 2006).

Esta metodologia permitiu obter dados relativos ao Valor calórico Total diário (VCT) e sua decomposição percentual nos macronutrientes Hidratos de Carbono (HC), Proteínas (Pro) e Gordura (G). Relativamente ao cálculo das necessidades calóricas totais, este foi calculado para cada um dos atletas com recurso a fórmulas de *Schofield* (Schofield, 1985)

estabelecemos limites superiores e inferiores de $\pm 10\%$. Os Macronutrientes, serão comparados com referenciais encontrados em pesquisa bibliográfica, relativamente aos HC (Hoch et al., 2008; Otten et al., 2006; Purcell et al., 2013) para Proteína e Gordura (Otten et al., 2006; Purcell et al., 2013).

O Inquérito alimentar das 24 horas é o mais comumente utilizado. O indivíduo recorda os alimentos (sólidos e líquidos) consumidos nas 24 horas anteriores, através da utilização de modelos de alimentos e bebidas para auxiliar a sua quantificação. Trata-se de uma metodologia que não obriga à alteração da dieta habitual, o seu registo é imediatamente posterior à ingestão e os indivíduos recordam-se a maior parte dos alimentos ingeridos. Este questionário foi aplicado como objetivo de validação dos resultados obtidos no QFA.

Os Questionários foram administrados, por entrevista, por nutricionista, Professora da Licenciatura Dietética e Nutrição da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra.

3.5 Análise Estatística

Para organizar e sistematizar a informação contida nos dados e obter resultados descritivos e inferenciais recorreremos ao programa de tratamento estatístico *IBM SPSS Statistics* versão 25.

Nos estudos utilizámos técnicas da estatística descritiva, nomeadamente, apresentação em quadros de frequências (absolutas e relativas), cálculo de medidas de tendência central (média aritmética) e de medidas de dispersão (desvio padrão).

Para avaliação dos pressupostos no que diz respeito à Simetria de uma distribuição de valores recorreu-se ao quociente entre a estatística *Skewness* e seu erro padrão. Para avaliar a distribuição de frequências no que diz respeito ao seu grau de achatamento (curtose) recorreu-se ao quociente da estatística *Kurtosis* e ao seu erro padrão (Mello, 2014).

Relativamente à avaliação da distribuição normal, recorreu-se aos testes não paramétricos: *Kolmogorov-Smirnov* com o fator de Correção *Lilliefors's* para dimensões amostrais > 50 e/ou *Shapiro-Wilk* para dimensões amostras ≤ 50 (J Marôco & Bispo, 2005).

Para a inferência estatística assumiu-se, em todos os estudos, um nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Estudo 1: Comparação de dois Métodos de Avaliação de Composição Corporal em Jovens Atletas: DEXA e Ultrassonografia

Neste estudo aplicaram-se Métodos de Dependência através de Modelos de Regressão Linear Múltipla Hierárquica.

O método de estimação para os modelos de regressão, quer linear múltiplo quer linear múltiplo hierárquico, foi do Método *Enter*. Para avaliação da Qualidade do Ajustamento dos modelos de dependência recorreu-se à Análise de Variância de Regressão e ainda o Coeficiente de Determinação Múltiplo Ajustado (R^2_{adj}) (Harris & Taylor, 2009; Tabachnick & Fidell, 2007). Também se avaliou o efeito dos coeficientes de regressão (testes do valor de declive β_1 e da ordenada na origem α) com recurso a *t-Student* (João Marôco, 2010; Tabachnick & Fidell, 2007).

Como referido anteriormente nos modelos de Regressão Multivariados, os modelos de dependência foram tidos em conta nos testes que avaliaram a presença de multicolinearidade (Testes: VIF e Tolerance). Apresentámos, de forma compilada, em quadros, os modelos ajustados com coeficientes de regressão não estandarizados (β_i) ($\hat{\beta}_i$) e os respetivos erros padrão ($\alpha\beta_i$) ($\hat{\sigma}_{\beta_i}$) bem como os coeficientes de regressão estandarizados (β_i).

Estudo 2: Avaliação da Composição corporal em jovens praticantes de futebol ao longo da época desportiva

No estudo 2, avaliação longitudinal dos atletas de futebol no que diz respeito aos testes de hipóteses para a comparação de médias entre três ou mais amostras independentes recorreu-se os testes Análise da Variância a um fator perante a homogeneidade de variâncias entre os três ou mais grupos ou na ausência deste pressuposto aplicou-se o teste F de *Brown-Forsythe*. O teste não paramétricos equivalentes à Análise de Variância a um fator aplicado no nosso estudo foi *Kruskal-Wallis* para amostras independentes.

Para avaliar a variação temporal de determinadas distribuições (parâmetros) do tipo quantitativo recorreremos à Análise de Variância de medições repetidas (dados em painel) enquanto teste paramétrico. Para aplicação do teste anterior tivemos de ter em conta a homogeneidade de variância (pressuposto de Esfericidade) avaliado quer pelo teste de *Bartlett* quer pelo teste de *Mauchly*. Na impossibilidade de cumprir esse mesmo pressuposto, recorreremos ao Índice de Épsilon nas variantes de *Greenhouse-Geisser* e o Épsilon de *Huynh-Feldt*. No caso dos pressupostos anteriores não puderem ser cumpridos (simetria, achatamento, normalidade) recorreu-se ao seu equivalente não paramétrico teste ANOVA de *Friedman*.

Estudo 3: Avaliação Nutricional a jovens atletas praticantes de futebol

Relativamente ao estudo 3, avaliação da ingestão nutricional de atletas de futebol, quanto aos testes de hipóteses aplicaram-se os Coeficientes de Correlação Linear de *Pearson* e Ordinal de *Spearman*. Para a avaliação da qualidade da magnitude/correlação: $r=1$ Correlação Perfeita Positiva; $0,8 \leq r < 1$ Correlação Forte Positiva; $0,5 \leq r < 0,8$ Correlação Moderada Positiva; $0,1 \leq r < 0,5$ Correlação Fraca Positiva; $0 < r < 0,1$ Correlação ínfima positiva; 0 = Ausência de correlação. Estes pontos de corte também se adequam para valores de correlação negativos (Aguiar, 2007; Callegari-Jacques, 2009; J Marôco & Bispo, 2005; C. Santos, 2007).

Estudo 4: Composição Corporal em jovens atletas praticantes de futebol e natação – estudo comparativo

No estudo 4, comparação da CC natação futebol, tivemos em conta a necessidade de avaliar a homogeneidade das distribuições (quanto à variância ou mediana) entre duas amostras independentes.

Para tal recorremos ao teste F de *Levene*. (J Marôco, 2007). Para a comparação de médias entre duas amostras independentes aplicamos os testes *t-Student* para Amostras Independentes (teste paramétrico).

CAPÍTULO 4 – ESTUDOS

Estudo 1- Comparação de dois Métodos de Avaliação de Composição Corporal em Jovens Atletas: DEXA e Ultrassonografia

Introdução

O exercício físico influencia a Composição corporal (CC), nomeadamente a relação entre Massa Isenta de Gordura e Massa Gorda (MG) (Cho & Kim, 2017a; Farias et al., 2015). Diferentes modalidades desportivas privilegiam diferentes biótipos dos atletas, realizando seleção destes enquanto jovens, a CC é uma das variáveis preponderantes numa avaliação que se pretende multifatorial (Johnston et al., 2018; Sarmiento et al., 2018). A CC é um fator que pode influenciar o rendimento desportivo do atleta, neste sentido é importante a sua avaliação e conhecimento por treinadores e atletas (Atakan et al., 2017; Malina, 2007; J. F. da Silva et al., 2020). O conhecimento da CC por parte da equipa técnica de uma determinada atividade desportiva permite a monitorização da resposta ao treino (Milanese et al., 2015) ou controlo de uma intervenção nutricional (Aragon et al., 2017). O aumento da MG, afeta o rendimento do atleta, pois pode atuar como lastro em termos biomecânicos, neste sentido o seu conhecimento tem sido a principal preocupação de treinadores e fisiologistas desportivos (Ackland et al., 2012).

A avaliação da CC, pode ser realizada por diversas metodologias, dependendo do propósito da avaliação e disponibilidade do equipamento. Se pretendermos obter valores de Massa Magra ou MG podemos utilizar a Bioimpedância elétrica (Pichard et al., 2000) ou Antropometria (D. A. Santos et al., 2014), no entanto se pretendermos também valores de densidade e conteúdo mineral ósseo teremos que recorrer à Densitometria bifotónica, DEXA (Andreoli et al., 2016; Garg & Kharb, 2013). Por outro lado os métodos de avaliação da CC como a DEXA, Pletismografia ou Ressonância Magnética precisam de equipamento pesado e obrigam a deslocação dos atletas ao laboratório (Ackland, et al., 2012). Avaliação Antropométrica, método de menor complexidade instrumental, demonstrou ser de difícil execução, mesmo por técnicos experimentados (Hume & Marfell-Jones, 2008). A Ultrassonografia (US), método de elevada portabilidade, tem vindo a ser testado na avaliação da CC relativamente à MG em diferentes grupos populacionais, e em diferentes modos de aquisição A e B. Permite uma obter resultados acerca da MG total, recorrendo à avaliação da massa gorda subcutânea (Leahy, et al., 2012; Müller et al., 2016; Pineau et al., 2009, 2013; Ulbricht et al., 2012). Foi considerada uma modalidade reprodutível segura, inócua, para os avaliados, e de fácil utilização (Müller et al., 2016). No entanto estes estudos foram

realizados em adultos, não está disponível informação acerca deste tipo de avaliação em jovens atletas.

O objetivo deste estudo é determinar a fiabilidade da Ultrassonografia para avaliar MG total, em jovens atletas, recorrendo à avaliação da Gordura Subcutânea GS. As avaliações foram realizadas em pontos específicos do corpo e depois comparadas com a avaliação da composição corporal por DEXA, considerada a modalidade referência.

Material e métodos

A participação dos indivíduos, neste estudo, foi sujeita ao seu consentimento prévio e consentimento dos encarregados de educação, com base no esclarecimento do carácter voluntário da participação. Foi elaborado um formulário de consentimento informado, onde constou toda a informação relativa às investigações a serem desenvolvidas, a sua pertinência e objetivos, bem como a salvaguarda do anonimato dos dados dele resultantes. Este formulário foi assinado pelos intervenientes e respetivos pais/encarregados de educação. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

A amostra ficou constituída por 48 atletas, 13/14 anos de natação (n=24) e futebol (n=24).

Para a avaliação antropométrica os atletas permaneceram em calções (roupa interior) e descalços. Recorreu-se a balança digital, *Marsden* modelo M-120 GP *Column Scale* (capacidade 250Kg), com estadiómetro acoplado (0- 200cm).

Para as avaliações por DEXA e por US, em modo B, os atletas permaneceram em calções (roupa interior) e descalços, livres de qualquer objeto metálico

Para avaliação da composição corporal foi utilizado um aparelho de DEXA, *Lunar iDXA da General Electric's Healthcare*, análise realizada pelo software *GE enCORE* Versão 13.60.300. O aparelho de DEXA foi sujeito a calibração diária, conforme orientações do fabricante. O modo de aquisição foi selecionado automaticamente pelo aparelho, todos os sujeitos foram avaliados no modo standard. As regiões de interesse foram analisadas automaticamente pelo software, sendo depois confirmadas pelo operador.

A avaliação por DEXA, foi realizada segundo determinantes do aparelho/fabricante, com os atletas imóveis, em decúbito dorsal com os membros superiores e inferiores estendidos e destacados do tronco.

A US foi realizada com um aparelho ecógrafo portátil, *LOGIQe, General Electric's Healthcare*, com um transdutor linear (7-12 MHz).

Para a avaliação US, os parâmetros ecográficos: Ganho Geral: 48%, *Dynamic Range*: 93dB e *Time Gain Compensation* foram mantidos na mesma posição (neutra) para todas as avaliações. A profundidade foi ajustada para cada indivíduo, no sentido de incluir toda a espessura do tecido adiposo. As imagens foram gravadas como ficheiros DICOM e armazenados em formato digital para análise. Foram adquiridas 3 imagens de cada região, entre cada imagem foi retirada a sonda e colocada na mesma região. Foi mantida uma camada de gel de forma a evitar a deformação dos tecidos resultante de pressão sobre a sonda. As avaliações foram realizadas com o doente em ortostatismo.

A dimensão do tecido adiposo foi medida como a maior distância entre o limite mais profundo da pele e a fáscia superficial muscular.

Para a avaliação por US da gordura subcutânea utilizámos o protocolo de Pineau, pela sua simplicidade e bons resultados obtidos em atletas (Pineau et al., 2009, 2013).

As imagens foram recolhidas sempre pelo mesmo operador, com mais de 10 anos de experiência em US Musculoesquelética, na coxa e abdómen posterior.

Na Coxa: foi determinada a medida entre a Espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) e o bordo superior da rótula. Determinou-se 60% da medida entre a EIAS e o bordo superior da rótula para marcar a posição. A partir desta posição medir 6 cm medialmente

Abdómen posterior: Mediu-se a distância entre a apófise espinhosa lombar e a linha da axila, ao nível da linha da crista ilíaca, a meio marcou-se a posição para colocação da sonda.

Análise estatística

Aplicaram-se Métodos de Dependência através de Modelos de Regressão Linear Múltipla Hierárquica.

O método de estimação para os modelos de regressão, quer linear múltiplo quer linear múltiplo hierárquico, foi do Método *Enter*. Para avaliação da Qualidade do Ajustamento dos modelos de dependência recorreu-se à Análise de Variância de Regressão e ainda o Coeficiente de Determinação Múltiplo Ajustado (R^2_{adj}) (Harris & Taylor, 2009; Tabachnick & Fidell, 2007). Também se avaliou o efeito dos coeficientes de regressão (testes do valor de declive β_1 e da ordenada na origem α) com recurso a *t-Student* (João Marôco, 2010; Tabachnick & Fidell, 2007).

Como referido anteriormente nos modelos de Regressão Multivariados, os modelos de dependência foram tidos em conta nos testes que avaliaram a presença de multicolinearidade (Testes: VIF e *Tolerance*). Apresentámos, de forma compilada, em quadros, os modelos ajustados com coeficientes de regressão não estandarizados (β_i) ($\hat{\beta}_i$) e os respetivos erros padrão ($\alpha\beta_i$) ($\hat{\sigma}_{\beta_i}$) bem como os coeficientes de regressão estandarizados (β_i).

Resultados

Foram avaliados 48 atletas, todos do sexo masculino, com valores de peso e estatura média de: $55,85 \pm 7,13$ kg; $166,97 \pm 7,81$ cm, respetivamente. A percentagem média e desvio padrão de Massa Gorda obtida por DEXA é de $16,01\% \pm 4,05\%$.

Procurou-se avaliar a variação explicada da % de Massa Gorda em atletas de natação e futebol com idades compreendidas entre os 13 e 14 anos num primeiro nível segundo os preditores Espessura Média de Gordura Subcutânea da Coxa e do Abdómen e num segundo nível acrescentando o preditor antropométrico Altura.

Vejamos o Modelo de Análise de Regressão Linear Múltipla Hierárquica no quadro seguinte:

Tabela 2 - Modelo de Análise de Regressão Linear Múltipla Hierárquica

Modelo 1	% de Massa de Gordura ^(a)			
	B (Erro Padrão)	I.C.95% B	Beta _{Stand}	t(p)
• Espessura Média da Gordura Subcutânea – Coxa ^(b)	10,533(2,124)	[6,256 - 14,811]	0,667	<0,0001
• Espessura Média da Gordura Subcutânea - Abdómen ^(b)	3,995 (3,244)	[-2,538 - 10,529]	0,166	0,224
F _{change} : 39,463; gl1: 2; gl2: 45; p-value <0,0001 R ² _Δ : 0,637				
Modelo 2				
• Espessura Média da Gordura Subcutânea – Coxa ^(b)	9,672(1,882)	[5,880 - 13,464]	0,613	<0,0001
• Espessura Média da Gordura Subcutânea – Abdómen ^(b)	5,573 (2,883)	[-0,238 - 11,384]	0,231	0,060
• Altura ^(b)	-0,156(0,041)	[-0,240 - -0,073]	-0,301	<0,0001
F _{change} : 14,191; gl1: 1; gl2: 44; p-value <0,0001 R ² _Δ : 0,089				

a) Variável Dependente; b) Variáveis Predictoras.

Como podemos constatar, no primeiro modelo (1) este foi, de forma global, significativo ($p < 0,05$) e que revelou uma variação explicada em 63,7% da % de Massa Gorda Total dos atletas em estudo (R^2_{Δ} : 0,637). Quando hierarquizamos numa segunda etapa (Modelo 2) para a introdução do variável preditor “Altura” o modelo continuou a ser adequado ($p < 0,05$) tendo revelado um acréscimo de variação explicada de % de Massa Gorda em 8,9% (R^2_{Δ} : 0,089).

Ao avaliarmos os preditores individualmente, podemos verificar que a Espessura média da gordura subcutânea da coxa revelou uma variação explicada da % de Massa Gorda Total em 66,7% de forma significativa controlando o efeito dos restantes preditores em estudo. A Espessura média da gordura subcutânea do abdómen só revelou um efeito

significativo sobre a variável explicada (variável dependente) (23,1%) quando entrou no modelo (2) o preditor antropométrico “Altura”. Este foi significativo na predição da % de Massa Gorda Total 30,1% ($p < 0,0001$).

Podemos afirmar, perante os três preditores no Modelo 2 que os valores % de Massa Gorda Total em atletas é positivamente mais bem predito quando os mesmos atletas revelam maior gordura subcutânea quer ao nível da coxa quer ao nível o abdómen e com menores estaturas.

A equação resultante deste modelo (2) ficou definida como:

$$y_{\%MG} = 34,740 + (9,672 \times \text{Esp. Media da Gord. Subc}_{Coxa}) + (5,573 \times \text{Esp. Media da Gord. Subc}_{Abdomen}) + (-0,156 \times \text{Altura})$$

Discussão

O nosso objetivo era perceber a eficácia da US para avaliar a percentagem de MG total, em jovens atletas, tendo como referência a avaliação da CC por DEXA. A US tem sido utilizada para avaliação da Gordura corporal, sobretudo no que diz respeito à Gordura Visceral, que diversos estudos clínicos atestam estar associada ao aumento da prevalência de diversas patologias, como doenças cardiovasculares ou a diabetes (Bazzocchi, Filonzi, et al., 2016).

Relativamente á avaliação da gordura subcutânea, por US, como preditor da gordura corporal total estão publicados diversos estudos que recorrem a diferentes metodologias, e diferentes faixas etárias, mas sobretudo em adultos (Duz et al., 2009; Leahy, Toomey, et al., 2012).

Num estudo com amostra de 208 indivíduos jovens adultos de ambos os sexos, em que avaliam a CC por US tendo como referência a DEXA, encontraram uma concordância de 87% para homens e 80% para as mulheres entre a DEXA e US, uma capacidade de predizer MG da amostra em 87% para os homens e 80% para as mulheres. Nos homens a recolha de imagens, US, foi realizada no tórax, abdómen e coxa, nas mulheres no braço, abdómen, zona supra-iliaca e coxa. (Duz et al., 2009). Outro estudo também realizado em jovens adultos, também utilizando a DEXA como referência, encontrou boa concordância entre os dois métodos, 94,7% para os homens e 90,9% para as mulheres. À semelhança do estudo anterior os locais de avaliação por US foram para as mulheres o braço, supra-iliaca e coxa. Para os homens o tórax, abdómen e coxa (Leahy, Toomey, et al., 2012).

Um grupo de investigadores tem dedicado o seu estudo a esta área, com diversas publicações sugerem que quando comparada com antropometria, utilizando como referência de estimação pontos de avaliação coincidentes com os preconizados para avaliação de pregas

cutâneas pela *International Society for the Advancement of Kinanthrometry*, consideram que a US é um método mais eficaz de avaliação da GS em atletas, e realça a sua portabilidade (W. Müller, Horn, Fürhapter-Rieger, Kainz, Kröpfl, Maughan, et al., 2013). Propõem em estudo posterior, um protocolo de avaliação da MG, com recurso a US, recorrendo a oito pontos diferentes de avaliação, considerando esta modalidade muito eficaz para a comparação de faixas de GS entre grupos de atletas (W. Müller et al., 2016). Este protocolo foi utilizado, ainda pelo mesmo grupo de investigação, para avaliação padrões de GS em remadores de alta competição, observando que padrões de MG total eram passíveis de ser calculados a partir destas avaliações com recurso a equações apropriadas (Kelso et al., 2017).

Uma outra investigação, tendo como amostra jogadores de futebol adultos, de diversas etnias, conclui que a US, com recurso a avaliação da GS, constitui um bom preditor da MG total. A equação proposta explica 87% da amostra, sugerindo para o efeito um protocolo com sete locais de avaliação de GS (Hyde et al., 2016).

Utilizámos, no nosso estudo, o protocolo de *Pineau et al.* (Pineau et al., 2009) relativamente à escolha dos locais de avaliação da GS por US, pela simplicidade de procedimentos e pelo facto de ter sido utilizada em atletas com bons resultados. Alterámos, relativamente ao procedimento, o modo de recolha de imagens, utilizámos o modo B em vez do modo A. A nossa amostra também é diferente, atletas de 13/14 anos (natação e futebol). No nosso estudo a equação proposta explica 72,6% da amostra, no estudo referência explica 97% da sua amostra, composta por atletas de desportos de combate, para os quais a CC é crucial de forma a manterem ou alterarem a categoria onde se inserem. A nossa amostra apresentou uma percentagem média de MG de 16% contra 11% da investigação referência, por outro lado a distribuição da MG e o seu valor percentual altera ao longo da vida, não sendo semelhante nas crianças e adultos. A CC sofre uma grande alteração na adolescência, nos rapazes é um processo mais longo que pode terminar aos 17 anos, a nossa amostra 13/14 anos pode ainda estar numa fase precoce deste processo (Alwis et al., 2010; Kelly et al., 2009; L. Loomba-Albrecht & Styne, 2009). O facto de termos utilizado o modo B em detrimento do modo A na recolha de dados por US, pode representar viés na recolha de dados. Uma investigação recente, não encontra diferenças na avaliação pelos dois modos, mas chama a atenção para a maior resolução do modo B, nomeadamente na capacidade de reconhecimento de tecido fibroso embebido na gordura subcutânea, permitindo a medição dessa camada considerando ou não esse tecido, concluindo que a vantagem relativa do Modo A se prende sobretudo com o mais baixo custo do equipamento (D. R. Wagner et al., 2020). Um outro trabalho considera que o modo A é eficaz na avaliação binómio gordura/músculo mas menos efetivo na avaliação da gordura subcutânea (Ribeiro et al., 2020). Mas acreditamos que a principal razão para a discrepância nos resultados apresentados poderá estar relacionada com o número de indivíduos avaliados, no estudo referência a amostra era

constituída por 98 indivíduos e a nossa por 48 jovens. Estes pressupostos enunciados podem ajudar a explicar as diferenças reportadas nos resultados dos dois estudos.

Conclusão

Todos os estudos consultados, foram realizados em amostras de adultos de diferentes idades. Estas investigações apresentam diferentes locais de avaliação da gordura subcutânea por US, e todas as equações de regressão apresentam diferentes variáveis para predizer a MG total. Consideramos que esta área de estudo ainda está em evolução, pois mesmo em amostras similares não há consenso entre os investigadores, que não aconselham os mesmos procedimentos de avaliação da MG total por US, mesmo utilizando protocolos metodológicos muito semelhantes.

A nossa investigação apresenta resultados inferiores de concordância no que diz respeito à avaliação da MG total por US, quando comparada com os outros estudos consultados. No entanto e pelas razões expostas, idade dos avaliados e utilização de metodologia de avaliação, modo B US, diversa da do protocolo original, e amostra com números muito diferentes, pode ajudar a explicar os resultados alcançados.

Podemos concluir que a avaliação da MG por US, em jovens, é uma área em desenvolvimento e que precisa de mais estudos de forma a definirmos com maior precisão as áreas do corpo que devem ser avaliadas de forma a podermos ter resultados percentuais de Massa gorda total que possam ser fidedignos e reprodutíveis. Esperamos que este nosso estudo possa ser um contributo válido para desenvolvimento desta área tão relevante e ainda tão pouco estudada

Estudo 2 - Avaliação da Composição corporal em jovens praticantes de futebol ao longo da época desportiva

Introdução

A Organização Mundial de Saúde (WHO) publicou em 2010 um relatório, *Global recommendations on physical activity for health*, que preconiza para jovens (5-17 anos) atividade física, moderada a vigorosa, de pelo menos 60 minutos diários, acréscimos a estes 60 minutos conduzem a benefícios adicionais na saúde dos jovens. Refere que este exercício deve ser aeróbico e incluir atividade de intensidade vigorosa, pelo menos três vezes por semana, de forma a fortalecer músculo e osso, (World Health Organization, 2010). Outro relatório da WHO, *Country profiles on nutrition, physical activity and obesity in the 53 WHO European Region Member States*, relata prevalência de sobrepeso nos adolescentes portugueses aos 11 anos cerca de 32%, e aos 13 anos 26%, ocupando o segundo lugar entre os países avaliados (WHO, 2013). Outros estudos sugerem que atividade física, nomeadamente a programada, tem benefícios para a saúde dos adolescentes, que concomitantemente demonstram comportamentos alimentares mais saudáveis (Alricsson & Kahlin, 2016; Cho & Kim, 2017b; Nelson et al., 2011; Vella et al., 2013). A publicação *The physical activity guidelines for Americans*, no capítulo dedicado a adolescentes, afirma que a atividade física regular em promove saúde e boa forma física. Jovens desportistas quando comparados com jovens inativos, têm maior capacidade cardiorrespiratória, são muscularmente mais desenvolvidos, e com menor gordura corporal. Apresentam maior densidade mineral óssea e menor prevalência de ansiedade e depressão (Piercy et al., 2018).

O futebol é a modalidade desportiva mais popular mundialmente (Andrews & Harrington, 2016; Giulianotti & Robertson, 2004; Stølen et al., 2005), um inquérito da FIFA, *Big Count*, publicado em 2006, revelava que existiam 265 milhões de jogadores e cerca de 5 milhões de árbitros e outras entidades envolvidas neste desporto, perfazendo à data, 4% da população mundial (FIFA, 2007). Caracterizado por atividade de intensidade intermitente, gasto energético significativo e que interfere no desenvolvimento dos atletas, nomeadamente ao nível antropométrico, fisiológico, biomecânico e psicológico (Bangsbo, 2014; Kraemer et al., 2004; Martín-García et al., 2018; Stølen et al., 2005). As aptidões físicas dos atletas

devem ser adequadas à posição que ocupam e desempenho em campo, pois são diversas. Existem diferenças significativas entre as posições no jogo, a aptidão física exigida para o desempenho em campo é diferente para um defesa central ou um médio, mesmo a metodologia de treino deve ser adaptada a estas realidades (Bujnovky et al., 2019). Uma investigação que avalia a Composição Corporal (CC) em diferentes desportos, sugere que a introdução da metodologia de treino de futebol noutras modalidades desportivas, pode melhorar a sua preparação física, desempenho desportivo, e contribuir para minimizar o problema da obesidade infantil e problemas associados (Ghosh et al., 2015)

O conhecimento da CC dos atletas é importante para avaliar níveis de aptidão e preparação física, monitorizar os efeitos de treino e/ou de intervenções nutricionais (Aragon et al., 2017; Mills et al., 2017). Esta avaliação deve ser realizada regularmente para estabelecer relações entre CC, a saúde e o desempenho desportivo dos atletas. Assegurando que o jogador diminui a quantidade de gordura corporal, dentro de limites seguros, em função dos requisitos físicos ideais à sua posição específica em jogo, proporcionando um desempenho desportivo eficaz (Mills et al., 2017). Esta premissa ganha maior relevância quando se trata de jogadores jovens, adolescentes, sujeitos a rápidas alterações da sua CC (Malina et al., 2004), particularmente em jovens futebolistas que apresentam baixas percentagens de TG, relativamente à média de jovens do mesmo escalão etário ou a praticantes de outras modalidades desportivas (Chandra Ghosh et al., 2015; L. Hansen et al., 1999; Moreno et al., 2004), e conseqüentemente poderão estar mais suscetíveis a que esta componente da CC atinja níveis anormalmente baixos, que possam ser nocivos para a saúde dos jovens, a avaliação regular da CC em jovens atletas pode prevenir situações limite (Kalnina et al., 2015).

Diversos autores avaliaram a CC de atletas de futebol ao longo da época desportiva, examinando os atletas por duas vezes, normalmente no início e fim de época, na sua maioria recorrendo à bioimpedância e/ou antropometria (Carling & Orhant, 2010; Kutlu et al., 2007; R. Oliveira et al., 2021; G. Silva et al., 2013; Silvestre R et al., 2006; V. Thomas & Reilly, 1979). Encontrámos quatro estudos que recorrem à DEXA para levarem a cabo avaliações ao longo da época, (Milanese et al., 2015; Silvestre et al., 2006; Walker et al., 2022), nestas investigação a CC é avaliada, nas componentes Massa Gorda, Massa Magra, conteúdo Mineral Ósseo e Densidade Mineral Óssea, em três momentos, início, meio e final da época desportiva, estes investigadores encontram diferenças nas componentes da CC ao longo da época. A totalidade destes estudos tem como objeto atletas adultos, de diferentes níveis de competição, desde primeira divisão de campeonato inglês a equipas universitárias de futebol.

Tendo em conta o disposto, este estudo tem como objetivo estudar a CC, relativamente aos componentes de Tecido Gordo, Tecido Magro, Conteúdo Mineral Ósseo, e Densidade Mineral Óssea, de jovens atletas Sub-15 praticantes de futebol ao longo da época desportiva.

Material e métodos

Trata-se de um estudo longitudinal, pois todos os atletas foram sujeitos a três avaliações, da Composição Corporal, nas componentes Tecido Magro (TM), Tecido Gordo (TG), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e Densidade Mineral Óssea (DMO), ao longo da época desportiva.

A participação dos indivíduos, neste estudo, foi sujeita ao seu consentimento prévio e consentimento dos encarregados de educação, com base no esclarecimento do carácter voluntário da participação. Foi elaborado um formulário de consentimento informado, onde constou toda a informação relativa às investigações a serem desenvolvidas a sua pertinência e objetivos, bem como a salvaguarda do anonimato dos dados dele resultantes, que foi assinado pelos intervenientes neste estudo e respetivos pais/encarregados de educação. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

A amostra foi composta por jovens jogadores de futebol, praticantes federados, inscritos num clube com quem a Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra estabeleceu protocolo de cooperação. O grupo sobre o qual recaiu a análise ficou constituído por jovens, do sexo masculino, pertencentes aos iniciados, Sub-15, que compreende atletas com 13/14 anos. Há altura o grupo de iniciados estava subdividido em dois subgrupos, equipa A (n=23), constituída maioritariamente de jovens com 14 anos de idade e equipa B (n=23) constituída maioritariamente de jovens com 13 anos de idade. A equipa de Iniciados A participou no Campeonato Nacional de Iniciados (organizado pelo Federação Portuguesa de Futebol) e a equipa B no Campeonato Distrital de Iniciados (organizado pela Associação de Futebol de Coimbra). As equipas de iniciados, A e B, treinavam em média 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta) em sessões de 90min e jogam ao Sábado/Domingo, entre Setembro e Junho. Todos os atletas praticavam a modalidades há mais de 4 anos.

As avaliações das equipas de futebol, A e B, foram realizadas em três momentos da época desportiva. Avaliação inicial realizada no mês de Outubro, segunda avaliação Fevereiro e avaliação final em Maio correspondendo ao início, meio e final de época desportiva.

Na avaliação antropométrica foram adotados os procedimentos aconselhados pela *International Standards for Anthropometric Assessment* (Stewart et al., 2011) A avaliação do peso foi realizada com os atletas, sem calçado, envergando peças de roupa leves, calção, ginástica ou banho, e camisola de manga curta. Foi utilizada balança, com estadiómetro acoplado da marca SECA, modelo SEC220. Estes procedimentos foram efetuados imediatamente antes da avaliação por DEXA, nos três momentos de avaliação. Foi calculado o Índice de Massa Corporal recorrendo à equação:

$$IMC = \frac{Peso}{Altura^2}$$

Utilizámos a estatura matura predita como indicador de maturação somática. Foi utilizado para o cálculo método de perdição proposto por *Kamis and Roche* (H. J. Khamis & Roche, 1995; Harry J. Khamis & Roche, 1994). Este método utiliza para previsão da estatura matura a estatura no momento da avaliação, o peso e estatura média parental.

Estatura Matura Predita (equação de cálculo)
= β_0 + (Estatura no momento da avaliação).(Coeficiente para estatura) + (Peso).(Coeficiente para peso) + (Estatura média parental).(Coeficiente para estatura média parental)

(β_0 e coeficientes, disponíveis em tabelas e adaptados ao sexo e idade cronológica dos indivíduos (H. J. Khamis & Roche, 1995))

A avaliação da CC foi realizada com recurso à DEXA, para o efeito utilizámos um aparelho de Densitometria Óssea Bifotónica marca *Lunar – GE Healthcare*, modelo *Lunar DPX MD+*, *Software Lunar Encore for Windows version 13.6, Waltham, MA, USA*. Os exames foram realizados segundo as indicações do fabricante. Os participantes utilizaram roupas leves, calções de ginástica e camisola sem mangas, foi verificada a ausência de artefactos de grande densidade no corpo ou roupa (metálico, plástico). Os atletas posicionaram-se em decúbito dorsal, na zona central da área útil para avaliação, coluna vertebral coincidente com o eixo longitudinal da mesa. Foi verificada e corrigida a simetria corporal, relativamente ao posicionamento, assim como foram aplicadas fitas com velcro nos joelhos de forma a imobilizar os membros inferiores, que permaneceram em extensão. Os membros superiores permaneceram em extensão e posicionados ao lado do tronco, com as palmas das mãos apoiadas na mesa (pronação). Foi aconselhada e verificada a imobilidade total de todos os indivíduos, assim como lhes foi pedido que se abstivessem de falar durante a avaliação.

Esta avaliação permite aferir os valores da TM, TG e CMO tanto em valor absoluto (Kg) como em valor relativo (%). Permite ainda determinar o valor da DMO (g/cm²).

Todos os procedimentos descritos foram realizados pelo mesmo operador.

Para organizar e sistematizar a informação contida nos dados e obter resultados descritivos e inferenciais recorreremos ao programa de tratamento estatístico *IBM SPSS Statistics* na versão 25.

No estudo utilizámos técnicas da estatística descritiva, nomeadamente, apresentação em quadros de frequências (absolutas e percentuais), cálculo de medidas de tendência central (média aritmética e mediana) e de medidas de dispersão ou variabilidade (valor mínimo, valor máximo e desvio padrão).

Ao nível da inferência estatística recorreu-se a uma prévia avaliação dos pressupostos das variáveis métricas (paramétricos ou não paramétricos).

Para a avaliação dos pressupostos no que diz respeito à Simetria de uma distribuição de valores recorreu-se ao quociente entre a estatística *Skewness* e seu erro padrão. Para avaliar a distribuição de frequências no que diz respeito ao seu grau de achatamento (curtose) recorreu-se ao quociente da estatística *Kurtosis* e ao seu erro padrão (Mello, 2014).

No que diz respeito à avaliação da distribuição normal, recorreu-se aos testes não paramétricos: *Kolmogorov-Smirnov* com o fator de Correção *Lilliefors's* para dimensões amostrais >50 e/ou *Shapiro-Wilk* para dimensões amostras ≤ 50 (J Marôco & Bispo, 2005).

No que diz respeito aos testes de hipóteses para a comparação de médias entre três ou mais amostras independentes recorreu-se os testes Análise da Variância a um fator perante a homogeneidade de variâncias entre os três ou mais grupos ou na ausência deste pressuposto aplicou-se o teste F de *Brown-Forsythe*. O teste não paramétrico equivalentes à Análise de Variância a um fator aplicado no nosso estudo foi *Kruskal-Wallis* para amostras independentes.

Quando procuramos avaliar a variação temporal de determinadas distribuições (parâmetros) do tipo quantitativo recorreremos à Análise de Variância de medições repetidas (dados em painel) enquanto teste paramétrico. Para aplicação do teste anterior tivemos que ter em conta a homogeneidade de variância (pressuposto de Esfericidade) avaliado quer pelo teste de *Bartlett* quer pelo teste de *Mauchly*. Na impossibilidade de cumprir esse mesmo pressuposto, recorreremos ao Índice de Épsilon nas variantes de *Greenhouse-Geisser* e o Épsilon de *Huynh-Feldt*. No caso dos pressupostos anteriores não puderem ser cumpridos (simetria, achatamento, normalidade) recorreu-se ao seu equivalente não paramétrico teste ANOVA de *Friedman*.

Por fim, para a inferência estatística assumiu-se um nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Resultados

Análise Descritiva

Propusemos descrever os parâmetros antropométricos avaliados em jogadores de futebol, equipas A (n=23) e B (n=23) nos três momentos de *follow-up*. Vejamos a tabela seguinte:

Tabela 3 - Peso e altura médias dos atletas nos 3 momentos de avaliação

	Equipas			
	A		B	
	M	dp	M	dp
Peso 1°	57,75	7,55	48,04	9,04
Peso 2°	59,44	7,15	50,11	8,91
Peso 3°	61,04	6,96	51,66	9,04
Altura 1°	169,17	8,06	160,03	9,23
Altura 2°	171,29	7,8	162,21	9,03
Altura 3°	173,11	7,56	164,53	8,93

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Como podemos constatar no quadro anterior, observou-se uma evolução do peso e da altura média ao longo dos três momentos de avaliação temporal. Demonstrando a equipa A, maioritariamente constituída por atletas de 14 anos, sempre valores mais elevados que a B.

Relativamente ao IMC os atletas da equipa A apresentavam um valor médio de IMC de 20,20 Kg/m² e os da equipa B de 19 Kg/m².

Em valor relativo os componentes da CC avaliados por DEXA, TM, TG e CMO, apresentam os valores os seguintes valores.

Tabela 4- CC: Valores percentuais médios dos atletas nos 3 momentos de avaliação

	Equipas			
	A		B	
	M	dp	M	dp
% Tec. Gordo 1°	9,59	4,14	13,33	5,35
% Tec. Gordo 2°	9,45	3,64	12,37	4,49
% Tec. Gordo 3°	9,7	3,77	11,92	3,85
% Tec. Magro 1°	86,1	4,12	82,89	4,96
% Tec. Magro 2°	86,14	3,37	83,73	4,23
% Tec. Magro 3°	86,01	3,43	84,04	3,71
% CM Ósseo 1°	4,62	0,34	4,33	0,37
% CM Ósseo 2°	4,64	0,35	4,43	0,32
% CM Ósseo 3°	4,75	0,39	4,47	0,36

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos observar que a Massa Gorda, na equipa A, em percentagem, diminui do primeiro para o segundo momento e aumenta do segundo para o terceiro momentos de avaliação, enquanto na equipa B decresce ao longo da época. O TM mantém-se praticamente inalterada, percentualmente, ao longo da época na equipa A, aumentando, na equipa B ao longo da época. O CMO aumenta ao longo da época em ambas as equipas de futebol.

Na seguinte tabela podemos observar valores absolutos de, TM, TG e CMO.

Tabela 5 - CC: Valores absolutos dos atletas nos 3 momentos de avaliação

	Equipas			
	A		B	
	M	dp	M	dp
Tec, Gordo (Kg) 1º	5,23	2,31	6,09	3,05
Tec, Gordo (Kg) 2º	5,31	2,15	5,91	2,69
Tec, Gordo (Kg) 3º	5,62	2,36	5,85	2,38
Tec, Magro (Kg) 1º	48,76	6,94	38,56	6,94
Tec, Magro (Kg) 2º	50,4	6,14	41,07	7,23
Tec, Magro (Kg) 3º	51,62	6,1	42,43	7,09
CM Ósseo 1º	2,62	0,44	2,01	0,42
CM Ósseo 2º	2,77	0,43	2,18	0,44
CM Ósseo 3º	2,85	0,41	2,26	0,46

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Há um aumento de todos os componentes de CC ao longo da época desportiva. Exceção relativamente à MG nos atletas da equipa B que diminui ainda que ligeiramente ao longo da época.

No que diz respeito à DMO os valores estão patentes no seguinte quadro:

Tabela 6 - CC: Valores de DMO dos atletas nos 3 momentos de avaliação

	Equipas			
	A		B	
	M	dp	M	dp
DM Óssea 1ª	1,14	0,08	1,04	0,07
DM Óssea 2º	1,18	0,09	1,07	0,08
DM Óssea 3º	1,19	0,08	1,08	0,08

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

A DMO é mais alta nos jogadores da equipa A, e aumenta sempre ao longo da época nas duas equipas.

Avaliação percentual da Estatura Madura Predita, tendo em conta o segundo momento de avaliação, podemos observar o seguinte quadro:

Tabela 7 - Atletas: Estatura Madura Predita

	Min	Max	M	dp
Estatura matura predita Total	84,65%	98,01%	92,51%	3,51
Estatura matura predita 13A	84,65%	94,78%	90,67%	2,93
Estatura matura predita 14A	91,44%	98,01%	95,42%	2,14

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Os atletas apresentavam uma Estatura Madura Predita média, de 92,51% relativamente aos seus progenitores. Apresentando os atletas mais velhos uma média mais elevada.

Na seguinte tabela Tempo de Jogo, Tempo de Treino e Tempo de exercício que resulta da soma dos dois valores em minutos.

Tabela 8 - Atletas: Tempo de treino/tempo de jogo

	Min	Max	M	dp
TJ	222	1989	976,42	483,896
TT	5400	9900	8957,37	1100,378
TE Exercício	6336,00	11527,00	9933,7895	1265,75461

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão

Como podemos observar na tabela acima os jogadores apresentam um tempo médio de jogo de 976,42 minutos e um tempo de treino médio de 8957,37 minutos.

Podemos observar na seguinte tabela a distribuição dos jogadores em campo, relativamente às duas equipas em avaliação.

Tabela 9 - Atletas: Posição em campo por equipa

		Equipas					
		A		B		Total	
		% coluna	n	% coluna	n	% coluna	n
Posição Jogador em Campo	Avançado	12,5	3	13,0	6	12,8	6
	Médio	37,5	9	39,1	18	38,3	18
	Defesa	37,5	8	34,8	17	36,2	17
	Guarda-Redes	12,5	3	13,0	6	12,8	6
	Total	100,0	23	100,0	47	100,0	47

Legenda: n = número de jogadores

Podemos observar que em ambas as equipas os jogadores em maior número são os médios e os defesas.

Na tabela seguinte estão patentes os dados relativos ao peso médio dos atletas ao longo da época por posição em campo.

Tabela 10 - Atletas: Peso por posição em campo e equipa

Equipa		Peso 1º		Peso 2º		Peso 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
A	Avançado	59,60	2,76	61,30	2,56	63,67	3,50
	Médio	54,35	7,86	57,30	7,67	59,73	8,32
	Defesa	57,51	8,78	59,21	7,92	60,00	8,07
	G-Redes	63,83	1,00	64,18	,48	64,27	1,27
	Média	58,07	5,10	60,50	4,66	61,92	5,29
B	Avançado	44,70	6,67	47,10	6,07	49,23	7,77
	Médio	43,40	6,16	45,58	6,37	47,28	6,60
	Defesa	49,33	7,93	51,10	7,55	52,23	7,33
	G-Redes	61,87	8,74	64,10	8,47	65,70	6,17
	Média	49,83	7,38	51,97	7,12	53,61	6,97

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão

Os Guarda-redes são sempre os mais pesados ao longo da época em ambas as equipas.

Os médios os mais leves ao longo da época, igualmente em ambas as equipas.

No próximo quadro podemos ver os valores médios relativos à altura dos atletas ao longo da época por equipa e posição em campo.

Tabela 11 - Atletas: Altura por posição em campo e equipa

Equipas		Altura 1°		Altura 2°		Altura 3°	
		M	dp	M	dp	M	dp
A	Avançado	170,87	1,63	172,83	1,76	174,13	2,3
	Médio	163,96	9,05	166,59	8,47	169,06	8,06
	Defesa	171,59	8,43	173,68	8,65	175,35	8,72
	G-Redes	173,60	1,78	175,35	2,04	176,96	2,16
	Média	170,01	5,22	172,11	5,23	173,88	5,31
B	Avançado	157,03	9,95	158,83	10,01	161,63	9,24
	Médio	156,40	4,77	158,67	4,64	160,90	4,97
	Defesa	160,33	9,75	162,48	9,54	164,72	9,38
	G-Redes	173,17	9,05	175,53	7,17	177,77	7,11
	Média	161,73	8,38	163,88	7,84	166,26	7,68

Legenda: Média= M; dp= Desvio Padrão

Podemos constatar, em ambas as equipas que os Guarda-redes são sempre os mais altos e os médios os de menor estatura, ao longo da época.

Análise Inferencial

Avaliação da Composição Corporal

Realizámos uma análise inferencial tendo em atenção a posição em campo dos jogadores de futebol face às medições dos componentes da CC nos três momentos distintos. Vejamos o quadro seguinte no que diz respeito à percentagem de Tecido Gordo.

Tabela 12 - TG (%) por posição de jogador em campo

		% Tec, Gordo 1.º		% Tec, Gordo 2º		% Tec, Gordo 3º	
		Média	dp	Média	dp	Média	dp
Posição	Avançado	11,33	2,98	10,42	3,4	10,88	3,98
	Médio	12,25	5,64	11,37	4,27	11,99	3,73
	Defesa	9,15	3,42	8,84	2,88	8,81	2,62
Jogador em Campo	G-Redes	15,7	5,72	14,33	5,84	14,35	4,13
	Total	11,45	4,99	10,71	4,21	11	3,84

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média =M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Os guarda-redes são os que apresentam, percentualmente, maior quantidade de TG. Enquanto os defesas são os que apresentam menor valor percentual de TG.

Verificamos que se observaram diferenças significativas entre no TG dos jogadores relativamente à posição que ocupavam em campo. Recorrendo ao teste de Bonferroni verificamos que estas diferenças foram observadas, nos três momentos de avaliação, entre os jogadores da defesa e guarda-redes.

Na seguinte tabela podemos observar a variação do tecido magro ao longo da época por posição em campo.

Tabela 13 - TM (%) por posição de jogador em campo

		% Tec. Magro 1.º		% Tec. Magro 1.º		% Tec. Magro 1.º	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	85,48	2,65	85,34	3,27	85,01	3,74
Jogador em	Médio	83,50	5,68	84,49	4,07	84,32	3,93
Campo	Defesa	86,71	3,09	86,78	2,53	86,97	2,20
	G-Redes	80,01	4,54	80,58	4,77	81,56	3,69
	Média	84,49	4,79	84,94	3,97	85,03	3,67
Testes estatísticos		F=3,926; gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,015		F=4,606; gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,007		F=4,384 gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,009	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n = número de jogadores

Os defesas são os jogadores que apresentam maior valor percentual de TM que se mantém praticamente constante em todos momentos de avaliação. Em contrapartida os guarda-redes são os jogadores que apresentam menor quantidade de TM, em valor percentual. Quando comparamos as posições dos jogadores entre si relativamente à percentagem e TM, segundo, teste de comparações múltiplas Bonferroni, só se observaram diferenças de forma significativa, entre os defesas e guarda-redes.

Relativamente á percentagem de CMO, ainda por posição do jogador em campo podemos observar na seguinte tabela

Tabela 14 - CMO (%) por posição de jogador em campo

		% CM Ósseo 1.º		%CM Ósseo 2º		%CM Ósseo 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	4,63	0,11	4,63	0,11	4,65	0,16
Jogador em	Médio	4,34	0,38	4,40	0,37	4,44	0,41
Campo	Defesa	4,55	0,37	4,62	0,32	4,70	0,37
	G-Redes	4,45	0,53	4,58	0,44	4,78	0,49
	Média	4,47	0,38	4,53	0,35	4,61	0,40
Testes estatísticos		F _(BF) =1,246; gl ₁ =3;gl ₂ =14,669; p-value=0,329		F _(BF) =1,887; gl ₁ =3;gl ₂ =17,730; p-value=0,168		F _(BF) =1,5521 gl ₁ =3;gl ₂ =16,978; p-value=0,238	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n = número de jogadores

Os avançados são os que apresentam maiores valores percentuais de CMO nas duas primeiras avaliações, no terceiro momento são os guarda-redes. Os médios, são os atletas, que apresentam menor valor, em todos os momentos de avaliação.

Como podemos observar na tabela anterior não há diferenças significativas relativamente ao CMO entre atletas de futebol, segundo a sua posição em campo.

Realizámos uma análise inferencial tendo em atenção à posição dos jogadores de futebol, face às medições dos componentes da CC em valores absolutos, avaliados ao longo da época desportiva.

Vejam os quadro seguinte no que diz respeito a valores absolutos de TG ao longo da época e por posição de jogador em campo.

Tabela 15 - TG, valor absoluto, por posição de jogador em campo

		Tec. Gordo (Kg) 1º		Tec. Gordo (Kg) 2º		Tec. Gordo (Kg) 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	4,97	1,28	5,23	1,78	5,71	2,39
Jogador em	Médio	5,74	2,97	5,53	2,32	5,86	2,42
Campo	Defesa	4,46	1,42	4,54	1,33	4,58	1,31
	G-Redes	9,51	2,56	9,22	2,68	8,66	2,18
	Média	5,66	2,71	5,61	2,43	5,73	2,34
Testes estatísticos		F=7,597; gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value<0,001		F=8,313; gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value<0,001		F=6,012 gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,002	

Legenda: Análise de Variância a I Fator. Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos verificar que relativamente à avaliação do TG em valores absolutos existem diferenças significativas entre os jogadores em função da sua posição em campo, em todos os momentos de avaliação.

Recorrendo ao teste de comparações múltiplas *Bonferroni* podemos constatar que ao longo dos dois primeiros momentos de avaliação os guarda-redes apresentaram valores médios de TG, em valor absoluto, significativamente superiores a todos os outros atletas ($p < 0,05$). No terceiro momento as diferenças significativas verificam-se entre os valores de TG entre médios e os guarda-redes ($p = 0,034$), e defesas e guarda-redes ($p = 0,001$).

Relativamente ao TM por posição de jogador ao longo da época podemos ver na seguinte tabela.

Tabela 16 - TM, valor absoluto, por posição de jogador em campo

		Tec. Magro (Kg) 1º		Tec. Magro (Kg) 2º		Tec. Magro (Kg) 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	43,92	8,61	45,46	8,13	47,03	8,44
Jogador em	Médio	39,73	7,97	42,28	7,99	43,92	8,31
Campo	Defesa	45,36	8,67	47,40	7,97	48,34	7,78
	G-Redes	49,72	6,22	51,10	6,19	52,10	4,85
	Média	43,66	8,58	45,74	8,14	47,03	8,02
Testes estatísticos		K-W=8,155; gl ₁ =3; p-value=0,043		K-W=6,894; gl ₁ =3; p-value=0,075		F=1,915 gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,142	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

O TM aumenta em todos os jogadores em cada momento de avaliação, os defesas são os que apresentam em valor absoluto mais TM enquanto os Guarda-redes são os atletas que apresentam menos.

Na tabela anterior podemos observar que há diferenças significativas do TM, relativamente á posição no primeiro momento de avaliação, e estas verificam-se entre médios e guarda-redes ($p = 0,047$).

No que diz respeito ao CMO ao longo da época e por posição de jogador em campo podemos observar na seguinte tabela.

Tabela 17 - CMO, valor absoluto, por posição de jogador em campo

		CM Ósseo 1°		CM Ósseo 2°		CM Ósseo 3°	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	2,37	0,41	2,49	0,41	2,57	0,41
Jogador em	Médio	2,07	0,45	2,23	0,48	2,32	0,49
Campo	Defesa	2,39	0,53	2,56	0,51	2,62	0,51
	G-Redes	2,78	0,50	2,93	0,48	3,06	0,44
	Média	2,32	0,52	2,47	0,52	2,56	0,53
Testes estatísticos		F=3,379; gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,027		F=3,399; gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,026		F=3,634 gl ₁ =3;gl ₂ =42; p-value=0,020	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos verificar na tabela anterior apenas há diferenças significativas nos valores médios de CMO por posição dos jogadores em campo, em todas as fases de avaliação.

Recorrendo ao teste de comparações múltiplas *Bonferroni* podemos constatar em todos os momentos de avaliação as diferenças entre os valores médios de CMO se verificam entre os médios e os guarda-redes.

Relativamente à DMO (g/cm²) ao longo da época e por posição de jogador em campo podemos observar na seguinte tabela.

Tabela 18 - DMO ao longo da época, por posição de jogador em campo

		DM Óssea 1ª		DM Óssea 2°		DM Óssea 3°	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	1,10	,05	1,12	,06	1,14	,06
Jogador em	Médio	1,10	,09	1,14	,09	1,15	,08
Campo	Defesa	1,15	,12	1,19	,12	1,20	,12
	G-Redes	1,05	,09	1,08	,10	1,10	,10
	Média	1,09	,09	1,12	,10	1,14	,10
Testes estatísticos		F=2,119; gl ₁ =3;gl ₂ =41; p-value=0,113		F=2,596; gl ₁ =3;gl ₂ =41; p-value=0,094		F=3,251 gl ₁ =3;gl ₂ =41; p-value=0,101	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Não existem diferenças significativas na DMO entre jogadores, relativamente à posição destes em campo, em cada momento de avaliação deste componente da CC.

Avaliação de Medidas Antropométricas

Análise Seccional

Na tabela seguinte está patente a avaliação antropométrica, altura, dos jogadores por posição em campo.

Tabela 19 - Altura dos atletas por posição de jogador em campo

		Altura 1°		Altura 2°		Altura 3°	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	163,95	9,90	165,83	10,00	167,88	9,12
Jogador em Campo	Médio	159,96	7,90	162,39	7,67	164,74	7,64
	Defesa	166,29	10,52	168,41	10,51	170,35	10,32
	G-Redes	173,38	5,84	175,44	4,71	177,37	4,72
	Média	164,57	9,79	166,77	9,60	168,87	9,35
Testes estatísticos		F=3,592 gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,021		F=3,491; gl ₁ =3 ;gl ₂ =42; p-value=0,024		F=3,389 gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,027	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadore

Como podemos constatar há diferenças significativas entre os valores médios das alturas dos atletas relativamente há sua posição em campo, estas diferenças verificam-se em todos os momentos de avaliação.

Após a realização de ao teste de comparações múltiplas Bonferroni verificamos que estas diferenças significativas da altura dos jogadores segundo a sua posição em campo se verificam entre médios e guarda-redes.

Os valores médios do peso dos atletas segundo a sua posição em campo estão patentes na seguinte tabela.

Tabela 20 - Peso dos atletas por posição de jogador em campo

		Peso 1°		Peso 2°		Peso 3°	
		M	dp	M	dp	M	dp
Posição	Avançado	52,15	9,35	54,20	8,82	56,45	9,15
Jogador em Campo	Médio	48,55	8,82	51,09	9,07	53,14	9,65
	Defesa	53,66	9,15	55,39	8,59	56,34	8,51
	G-Redes	62,85	5,67	64,14	5,36	64,98	4,06
	Média	52,77	9,56	54,79	9,18	56,30	9,15
Testes estatísticos		K-W=10,521 gl ₁ =3; p-value=0,015		F=3,536; gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,023		F=2,770 gl ₁ =3; gl ₂ =42; p-value=0,053	

Legenda: Análise de Variância a I Fator; Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos verificar dos dados da tabela anterior que existem diferenças significativas nos valores médios do peso dos atletas por posição em campo, nas primeira e segunda avaliações.

Podemos verificar após a realização do teste de comparações múltiplas *Bonferroni*, que no primeiro e segundo momentos de avaliação, estas diferenças significativas se verificam entre médios e guarda-redes.

Nesta fase procedemos a uma avaliação da distribuição dos componentes da CC por equipa em função da sua posição em campo.

Na tabela seguinte podemos observar os valores percentuais de TG em função da posição dos jogadores em campo, por equipa.

Tabela 21 - Tecido Gordo, valor percentual, ao longo da época por equipa e posição de jogador em campo

Equipas	% Tec1 Gordo 1		% Tec. Gordo 2		% Tec. Gordo 3		
	M	dp	M	dp	M	dp	
A	Avançado	9,33	2,18	9,80	3,52	10,60	4,65
	Médio	11,78	5,18	11,01	4,26	11,28	4,22
	Defesa	6,78	1,57	7,12	1,99	7,21	1,92
	G-Redes	12,46	3,59	11,89	3,29	12,03	3,25
	Média	9,59	4,14	9,45	3,64	9,70	3,77
Testes estatísticos	K-W=8,069; gl=3; p=0,045		K-W=7,659; gl=3; p=0,054		K-W=7,812; gl=3; p=0,063		
B	Avançado	11,16	3,39	11,03	3,92	11,17	4,21
	Médio	13,15	6,76	12,02	4,68	11,97	4,21
	Defesa	11,90	2,85	10,85	2,49	10,36	2,03
	G-Redes	19,87	3,55	18,80	4,74	16,67	3,99
	Média	13,33	5,35	12,37	4,49	11,92	3,85
Testes estatísticos	K-W=6,238; gl=3; p=0,101		K-W=6,079; gl=3; p=0,108		K-W=4,681; gl=3; p=0,197		

Legenda: Teste Kruskal-Wallis. Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Existem diferenças significativas, relativamente aos valores percentuais médios de TG, entre os jogadores da equipa A em função da sua posição em campo no primeiro momento de avaliação.

O teste de comparações múltiplas *Dunn-Bonferroni* corrigido demonstrou que as diferenças relativamente ao primeiro momento de avaliação, verificam-se entre os defesas e os médios ($p=0,023$) e defesas e guarda-redes ($p=0,019$).

Na tabela seguinte podemos observar a percentagem de TM por equipa em função da sua posição em campo.

Tabela 22 - Tecido Magro, valor percentual, por equipa e posição de jogador em campo

Equipas	%Tec. Magro 1°		%Tec. Magro 2°		%Tec. Magro 3°		
	M	dp	M	dp	M	dp	
A	Avançado	86,51	2,11	85,93	3,35	85,34	4,28
	Médio	83,94	5,33	84,86	3,94	84,71	3,85
	Defesa	88,81	1,45	88,21	1,74	88,21	1,73
	G-Redes	83,28	3,32	83,57	3,39	83,57	3,06
	Média	86,10	4,12	86,14	3,37	86,01	3,43
Testes estatísticos		K-W=7,812; gl=3; p=0,050		K-W=6,483; gl=3; p=0,090		K-W=7,230; gl=3; p=0,065	
B	Avançado	84,45	3,15	84,76	3,82	84,69	4,03
	Médio	83,11	6,28	84,16	4,39	83,97	4,20
	Defesa	84,35	2,72	85,17	2,36	85,57	1,86
	G-Redes	76,75	2,92	77,59	4,30	79,54	3,53
	Média	82,89	4,96	83,73	4,23	84,04	3,71
Testes estatísticos		K-W=6,165; gl=3; p=0,104		K-W=6,155; gl=3; p=0,105		K-W=5,599; gl=3; p=0,133	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Não existem diferenças significativas nos valores percentuais de TM dos jogadores da Equipa A e B, em função da sua posição em campo em todos os momentos de avaliação.

A próxima tabela regista os valores de CMO dos futebolistas, por Equipa, em função da sua posição em campo ao longo da época desportiva.

Tabela 23 - CMO, valor percentual, por equipa e posição de jogador em campo

Equipas	%CM Ósseo 1°		%CM Ósseo 2°		%CM Ósseo 3°		
	M	dp	M	dp	M	dp	
A	Avançado	4,57	0,11	4,55	0,10	4,57	0,16
	Médio	4,45	0,40	4,44	0,42	4,53	0,48
	Defesa	4,78	0,31	4,81	0,28	4,94	0,30
	G-Redes	4,63	0,27	4,75	0,28	4,95	0,20
	Média	4,62	0,34	4,64	0,35	4,75	0,39
Testes estatísticos		K-W=3,397; gl=3; p=0,334		K-W=4,214; gl=3; p=0,239		K-W=5,691; gl=3; p=0,135	
B	Avançado	4,70	0,07	4,71	0,07	4,73	0,12
	Médio	4,25	0,36	4,36	0,35	4,37	0,35
	Defesa	4,29	0,24	4,41	0,22	4,44	0,24
	G-Redes	4,27	0,72	4,41	0,57	4,62	0,70
	Média	4,33	0,37	4,43	0,32	4,47	0,36
Testes estatísticos		K-W=4,397; gl=3; p=0,222		K-W=2,789; gl=3; p=0,425		K-W=2,977; gl=3; p=0,395	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos observar que não existem diferenças estatisticamente significativas relativamente aos valores percentuais de CMO entre os jogadores, em função da sua posição em campo em todos os momentos de avaliação.

Procedemos então à avaliação dos componentes da CC dos jogadores, por Equipa ao longo da época desportiva em valor absoluto. A tabela seguinte apresenta valores da TG.

Tabela 24 - TG, valor absoluto, por equipa e posição de jogador em campo

Equipas		Tec. Gordo (Kg) 1º		Tec. Gordo (Kg) 2º		Tec. Gordo (Kg) 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
A	Avançado	5,20	1,12	5,62	1,95	6,41	3,03
	Médio	6,06	2,68	5,92	2,35	6,39	2,57
	Defesa	3,71	1,24	4,00	1,34	4,12	1,37
	G-Redes	7,60	2,20	7,29	2,24	7,25	2,00
	Média	5,23	2,31	5,31	2,15	5,62	2,36
Testes estatísticos		K-W=7,821,817; gl=3; p=0,050		K-W=7,101; gl=3; p=0,069		K-W=6,731; gl=3; p=0,081	
B	Avançado	4,74	1,64	4,85	1,93	5,02	1,91
	Médio	5,47	3,34	5,19	2,38	5,39	2,32
	Defesa	5,29	1,17	5,15	1,08	5,10	1,10
	G-Redes	11,42	0,75	11,15	1,34	10,08	1,36
	Média	6,09	3,05	5,91	2,69	5,85	2,38
Testes estatísticos		K-W=6,389; gl=3; p=0,094		K-W=7,365; gl=3; p=0,061		K-W=7,070; gl=3; p=0,133	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Como podemos observar na tabela anterior não encontramos diferenças significativas nos valores médios de TG dos jogadores da Equipa A e B, relativamente à sua posição em campo, em todos os momentos de avaliação.

Podemos observar os valores médios de TM dos futebolistas, por equipa e posição em campo na seguinte tabela.

Tabela 25 - TM, valor absoluto, por equipa e posição de jogador em campo

Equipas		Tec. Magro (Kg) 1º		Tec. Magro (Kg) 2º		Tec. Magro (Kg) 3º	
		M	dp	n	M	dp	n
A	Avançado	50,71	3,14	51,80	3,44	53,58	2,99
	Médio	44,94	7,64	47,81	7,05	49,76	7,28
	Defesa	50,30	7,38	51,45	6,73	52,23	6,83
	G-Redes	52,37	1,85	52,76	2,14	52,78	2,10
	Média	48,76	6,94	50,40	6,14	51,62	6,10
Testes estatísticos		K-W=4,380,817; gl=3; p=0,223		K-W=2,607; gl=3; p=0,447		K-W=2,607; gl=3; p=0,456	
B	Avançado	37,13	6,08	39,13	5,72	40,47	6,35
	Médio	35,09	4,95	37,36	5,13	38,73	5,21
	Defesa	39,82	6,56	42,84	6,96	43,96	6,61
	G-Redes	47,07	8,50	49,44	9,12	51,42	7,28
	Média	38,56	6,94	41,07	7,23	42,43	7,09
Testes estatísticos		K-W=5,597; gl=3; p=0,133		K-W=5,924; gl=3; p=0,115		K-W=4,638; gl=3; p=0,084	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Podemos verificar que não existem diferenças significativas entre os jogadores, por Equipa e posição em campo relativamente ao TM.

Na seguinte tabela podemos observar os valores médios absolutos de CMO dos jogadores de futebol, por equipa e posição em campo.

Tabela 26 - CMO, valor absoluto por equipa e posição de jogador em campo

Equipas		CM Ósseo (Kg) 1º		CM Ósseo (Kg) 2º		CM Ósseo (Kg) 3º	
		M	dp	M	dp	M	dp
A	Avançado	2,68	0,19	2,80	0,17	2,87	0,17
	Médio	2,39	0,46	2,56	0,47	2,67	0,48
	Defesa	2,71	0,48	2,86	0,45	2,93	0,43
	G-Redes	2,91	0,14	3,04	0,19	3,13	0,19
	Média	2,62	0,44	2,77	0,43	2,85	0,41
Testes estatísticos		K-W=3,754,817; gl=3; p=0,289		K-W=2,694; gl=3; p=0,441		K-W=2,780; gl=3; p=0,427	
B	Avançado	2,06	0,31	2,18	0,32	2,26	0,35
	Médio	1,79	0,19	1,93	0,24	2,01	0,24
	Defesa	2,02	0,29	2,21	0,34	2,28	0,37
	G-Redes	2,64	0,74	2,83	0,72	2,99	0,66
	Média	2,01	0,42	2,18	0,44	2,26	0,46
Testes estatísticos		K-W=7,039; gl=3; p=0,071		K-W=7,670; gl=3; p=0,053		K-W=8,372; gl=3; p=0,039	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Como podemos constatar da tabela anterior apenas se verificam diferenças significativas entre os valores médios absolutos de CMO dos jogadores da equipa B no terceiro momento de avaliação. Estas diferenças segundo o teste de comparações múltiplas *Dunn-Bonferroni* corrigido encontram-se entre os médios e os guarda-redes (p=0,033).

Na seguinte tabela podemos observar os valores médios absolutos de DMO (g/cm²) dos jogadores de futebol, por equipa e posição em campo.

Tabela 27 - DMO, por equipa e posição de jogador em campo

Equipas		DM Óssea 1ª		DM Óssea 2ª		DM Óssea 3ª	
		M	dp	M	dp	M	dp
A	Avançado	1,13	0,06	1,16	0,06	1,17	0,06
	Médio	1,11	0,10	1,13	0,10	1,16	0,10
	Defesa	1,14	0,06	1,20	0,06	1,22	0,06
	G-Redes	1,15	0,08	1,23	0,09	1,24	0,08
	Média	1,14	0,08	1,18	0,09	1,19	0,08
Testes estatísticos		K-W=3,920; gl=3; p=0,270		K-W=4,146; gl=3; p=0,246		K-W=2,494; gl=3; p=0,476	
B	Avançado	1,08	0,03	1,09	0,03	1,10	0,05
	Médio	1,01	0,06	1,03	0,07	1,04	0,07
	Defesa	1,03	0,03	1,07	0,04	1,09	0,04
	G-Redes	1,12	0,16	1,14	0,15	1,17	0,16
	Média	1,04	0,07	1,07	0,08	1,08	0,08
Testes estatísticos		K-W=4,807; gl=3; p=0,187		K-W=3,546; gl=3; p=0,315		K-W=4,007; gl=3; p=0,261	

Legenda: Teste Kruskal-Wallis; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores

Como podemos constatar da tabela anterior não se verificam diferenças significativas entre os valores médios absolutos de DMO dos jogadores, em cada um dos momentos de avaliação.

Análise longitudinal

Propusemo-nos avaliar a variação dos componentes da CC em apreço por equipa ao longo da época desportiva. Na tabela seguinte podemos observar a variação do Tecido Gordo ao longo da época desportiva.

Tabela 28 - Variação Tec Gordo, valor absoluto, ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
Tec. Gordo (Kg) 1º	5,23	2,31	6,09	3,05	5,66	2,71
Tec. Gordo (Kg) 2º	5,31	2,15	5,91	2,69	5,61	2,43
Tec. Gordo (Kg) 3º	5,62	2,36	5,85	2,38	5,73	2,34
Testes estatísticos	H-F(TG*Equipas) = 1,759; gl1 = 1,430; gl2 = 65,898; p = 0,187; $\pi = 0,309$; $\eta^2_p = 0,038$					
	H-F(TG) = 0,293; gl1 = 1,498; gl2 = 65,898; p = 0,683; $\pi = 0,089$; $\eta^2_p = 0,007$					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π = Potência Teste; η^2_p = Eta quadrado parcial

O TG em valor absoluto é sempre mais alto na equipa B que na equipa A, no entanto enquanto na equipa B diminui, ainda que ligeiramente ao longo da época, na equipa A o TG aumenta sempre, também de forma residual, ao longo da época desportiva. Como podemos verificar, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, não há diferenças significativas na variação do TG em valores absolutos ao longo da época desportiva, quando consideramos a totalidade dos jogadores. Perfil semelhante ocorreu quando procedemos a interação do efeito das equipas com a variação do TG.

Podemos observar na tabela seguinte a variação do TM em valores absolutos, nos três momentos de avaliação.

Tabela 29 - Variação Tec Magro, valor absoluto, ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
Tec. Magro (Kg) 1º	48,76	6,94	38,56	6,94	43,66	8,58
Tec. Magro (Kg) 2º	50,4	6,14	41,07	7,23	45,74	8,14
Tec. Magro (Kg) 3º	51,62	6,1	42,43	7,09	47,03	8,02
Testes estatísticos	H-F(TG*Equipas) = 3,545; gl1 = 1,455; gl2 = 64,023; p = 0,049; $\pi = 0,550$; $\eta^2_p = 0,075$					
	H-F(TG) = 136,416; gl1 = 1,455; gl2 = 64,023; p < 0,001; $\pi = 1$; $\eta^2_p = 0,756$					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π = Potência Teste; η^2_p = Eta quadrado parcial

O TM, em valor absoluto, aumenta ao longo da época em ambas as equipas. Como podemos verificar na tabela anterior, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, há diferenças significativas nos valores médios absolutos de TM ao longo da época desportiva. Estas diferenças registam-se tanto no geral, como particularmente por equipas.

As diferenças verificam-se relativamente às equipas A e B em todos os momentos de avaliação. Na equipa A entre o momento 1 e momento 2 ($p < 0,001$) entre o momento 1 e momento 3 ($p < 0,001$) entre o momento 2 e momento 3 ($p = 0,001$). Na equipa B entre o momento 1 e momento 2 ($p < 0,001$) entre o momento 1 e momento 3 ($p < 0,001$) entre o momento 2 e momento 3 ($p < 0,001$).

Na tabela que se segue podemos observar as diferenças em valores médios absolutos do Conteúdo Mineral Ósseo, em valor absoluto, nos diferentes momentos de avaliação.

Tabela 30 - Variação CMO, valor absoluto, ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
CMÓsseo (Kg) 1°	2,62	0,44	2,01	0,42	2,32	0,52
CMÓsseo (Kg) 2°	2,77	0,43	2,18	0,44	2,47	0,52
CMÓsseo (Kg) 3°	2,85	0,41	2,3	0,45	2,58	0,5
Testes estatísticos	H-F _(TG*Equipas) = 0,335; g ₁ = 1,380; g ₂ =60,712; p= 0,636; $\pi = 0,093$ $\eta^2_p = 0,008$					
	H-F _(TG) = 246,077; g ₁ = 1,380; g ₂ =60,712; p<0,001; $\pi = 1$; $\eta^2_p = 0,848$					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π = Potência Teste; η^2_p = Eta quadrado parcial

O CMO, em valor absoluto, aumenta ao longo da época em ambas as equipas. Podemos verificar da análise da tabela anterior, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, que existem diferenças significativas entre valores médios absolutos de CMO, estas diferenças verificam-se entre todos os momentos de avaliação ($p < 0,001$). Quando consideramos a totalidade dos jogadores, no entanto estas não se verificam quando ao longo do tempo o efeito equipa.

Optámos por apresentar também em valor percentual as alterações da CC dos atletas ao longo da época.

Neste sentido e relativamente ao valor percentual de TG vejamos a seguinte tabela.

Tabela 31 - Variação percentual de Tec Gordo ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
% Tec. Gordo 1°	9,59	4,14	13,33	5,35	11,46	5,09
% Tec. Gordo 2°	9,45	3,64	12,37	4,49	10,91	4,3
% Tec. Gordo 3°	9,7	3,77	11,92	3,85	10,81	3,93
Testes estatísticos	H-F _(TG*Equipas) = 3,080; g ₁ = 1,526; g ₂ =67,153; p= 0,066; $\pi = 0,504$; $\eta^2_p = 0,065$					
	H-F _(TG) = 2,667; g ₁ = 1,526; g ₂ =67,153; p= 0,090; $\pi = 0,447$; $\eta^2_p = 0,057$					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π = Potencia Teste; η^2_p = Eta quadrado parcial

Na tabela anterior podemos observar, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, que não há diferenças significativas, relativamente à avaliação percentual do componente da CC TG,

quando consideramos a totalidade da amostra, esta premissa verifica-se quando introduzimos o efeito equipa.

Na seguinte tabela apresentamos os valores percentuais de Tecido Magro dos atletas ao longo da época desportiva.

Tabela 32 - Variação percentual de Tec Magro ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
%Tec. Magro 1º	86,1	4,12	82,89	4,96	84,49	4,79
%Tec. Magro 2º	86,14	3,37	83,73	4,23	84,94	3,97
%Tec. Magro 3º	86,01	3,43	84,04	3,71	85,03	3,67
Testes estatísticos	H-F _(TM%*Equipas) = 2,589; g ₁ = 1,506; g ₂ =66,265; p= 0,097; π= 0,433; η ² _p = 0,056					
	H-F _(TM%) = 2,173; g ₁ = 1,506; g ₂ =66,265; p= 0,134; M π= 0,3720; η ² _p = 0,047					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π= Potência Teste; η²_p = Eta quadrado parcial

Como podemos verificar, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, não se observam diferenças significativas nos valores percentuais de TM ao longo dos três períodos de avaliação quando consideramos as avaliações da totalidade da amostra ao longo da época desportiva. Quando realizamos a avaliação por equipas continuamos a constatar que não existem diferenças significativas.

Na seguinte tabela podemos verificar os valores percentuais de CMO ao longo da época por equipa.

Tabela 33 - Variação percentual de CMO ao longo da época desportiva

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
%CM Óssea 1º	4,62	0,34	4,33	0,37	4,47	0,38
%CM Óssea 2º	4,64	0,35	4,43	0,32	4,53	0,35
%CM Óssea 3º	4,75	0,39	4,47	0,36	4,61	0,4
Testes estatísticos	H-F _(CMO%*Equipas) = 2,876; g ₁ = 1,655; g ₂ = 72,823; p= 0,072; π= 0,97 h ² _p = 0,061					
	H-F _(CMO %) = 26,497; g ₁ = 1,655; g ₂ = 72,823; p<0,001; π= 1; h ² _p = 0,376					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π= Potência Teste; η²_p = Eta quadrado parcial

Podemos observar, recorrendo ao Teste *Huynh-Feldt*, diferenças significativas quando consideramos a totalidade dos atletas relativamente à avaliação dos valores percentuais de CMO ao longo da época, estas diferenças verificam-se do primeiro para o segundo momento (p<0,001) do segundo para o terceiro e do primeiro para o terceiro momentos de avaliação (p<0,001). No entanto quando introduzimos o efeito equipas não se verificam diferenças significativas ao longo da época.

Relativamente à avaliação da DMO ao longo da época desportiva por equipa podemos observar a seguinte tabela.

Tabela 34 - CC: Valores de DMO dos atletas nos 3 momentos de avaliação

Parâmetro de CC	Equipas					
	A		B		A+B	
	M	dp	M	dp	M	dp
DM Óssea 1ª	1,14	0,08	1,04	0,07	1,09	0,09
DM Óssea 2ª	1,18	0,09	1,07	0,08	1,12	0,1
DM Óssea 3ª	1,19	0,08	1,08	0,08	1,14	0,1
Testes estatísticos	H-F _(CMO%*Equipas) = 0,258; g ₁ = 1,574; g ₂ = 67,689; p = 0,720; π = 1,00; η ² _p = 0,777					
	H-F _(CMO%) = 150,187; g ₁ = 1,574; g ₂ = 67,689; p < 0,001; π = 0,085; η ² _p = 0,006					

Legenda: Teste Huynh-Feldt; Média= M; dp= Desvio Padrão; n= número de jogadores; π= Potência Teste; η²_p = Eta quadrado parcial

O valor médio da DMO é mais alto na equipa A que na equipa B. Ao longo da época, a DMO, revela um aumento desta componente da CC em todos os momentos. Recorrendo ao teste de *Huynh-Feldt* verificamos existem diferenças significativas nos valores médios de DMO, quando avaliamos a totalidade dos indivíduos (p<0,001). Estas diferenças verificam-se do primeiro para o segundo momento (p<0,001), e do primeiro para o terceiro momento (p<0,001).

As diferenças não são estatisticamente significativas quando particularizamos a análise por equipa.

Discussão

Como espectável em jovens adolescentes encontrámos alterações relativamente ao peso e altura, que aumentam ao longo da época decorrente do normal processo de crescimento. Comparámos a nossa amostra, tendo em consideração a 2ª avaliação, com os valores patentes nas tabelas de percentis disponíveis no sítio da Direção Geral de Saúde, Circular normativa N.º: 05/DSMIA (Direção-Geral da Saúde, 2006), para as mesmas idades dos avaliados. Relativamente ao peso e altura os atletas das equipas A e B, em valores médios estavam um pouco acima do percentil 75. Quanto ao IMC, os atletas de ambas as equipas, encontravam-se acima do percentil 50. Consideramos espectável o valor do percentil médio dos atletas avaliados neste estudo estar acima do percentil médio da população geral, pois a altura e peso são importantes na seleção de atletas de futebol (Bujnovky et al., 2019; Deprez et al., 2015; Gjonbalaj et al., 2018; Gravina et al., 2008;

Notarnicola et al., 2018; Rebelo et al., 2013) nomeadamente em guarda-redes, defesas (centrais) e avançados (Espada, et al., 2020; le Gall, et al., 2010; Malina et al., 2000; Vaeyens et al., 2006; Wong & Wong, 2009). A altura é importante no jogador de futebol pois permite maior elevação no salto, mas também está associada a maior rapidez em sprints curtos (Wong, et al., 2009)

Os resultados encontrados no nosso trabalho são coincidentes com os dos estudos referidos, os avançados eram mais altos e mais pesados que os médios, mas mais leves e mais baixos que os defesas e guarda-redes. Relativamente ao IMC, os indivíduos da nossa amostra evidenciaram em média um valor adequado para as idades avaliadas, 19 kg/m² para os indivíduos de 13 anos e de 20,20 kg/m² para os de 14 anos (2^a avaliação), os valores médios propostos para estas idades pela OMS são entre 18,2 kg/m² e 18,9 kg /m² para rapazes de 13 anos e 19 kg/m² a 19,7 kg/m² para jovens de 14 anos, situando-os um pouco acima do percentil 50 de IMC (World Health Organization, 2007a). Malina et al concluem que o tamanho corporal, altura e peso, dos atletas de futebol aumentou de 1978-99 para 2000-2015, apontando como razões a melhoria das condições nutricionais e de saúde geral da população, aliado ao facto da seleção destes atletas recair nos indivíduos em estado maturacional mais avançado, a partir dos 12-13 anos de idade (Robert M. Malina et al., 2017), condição esta também verificável na nossa amostra pois em média apresenta uma estatura matura predita de 92,51%. Quando comparado com o estudo de Figueiredo (Figueiredo, 2007) a sua amostra apresenta valores médios relativos, da estatura matura predita, 13 anos 92,8% e 14 anos 97%, semelhantes aos por nós obtidos, 13 anos 90,67% e 14 anos 95,42%, embora a avaliação, relativamente à época desportiva, ter sido realizada em data posterior à nossa.

Registámos aumento de todas as componentes da CC avaliados, em valor absoluto, ao longo do período de avaliação. Percentualmente o TM e CMO aumentaram em ambas equipas e, enquanto o TG diminuiu na equipa B, manteve-se praticamente constante na equipa A. No nosso estudo a relação dos componentes da CC avaliados difere relativamente à posição em campo, os guarda-redes mostravam, em ambas as equipas, maior quantidade de TG tanto em valor absoluto como relativo. Este resultado, relativo ao TG, está de acordo com a maioria dos estudos consultados, realizados quer em atletas jovens quer seniores (Carling & Orhant, 2010; Gil et al., 2010; Milanese et al., 2015; Silva & Morouço, 2017; Silvestre et al., 2006). No entanto encontramos estudos com resultados diferentes dos nossos, numa avaliação de atletas de futebol Sub-14 e Sub-16, com os quais podemos encontrar paralelismo relativamente à nossa amostra, os guarda-redes não são os jogadores que apresentam maior percentagem de TG, no grupo Sub-14 são os avançados, seguidos dos jogadores de meio-campo, defesas e guarda-redes. No grupo Sub-16 são os jogadores de meio-campo seguidos de defesas, guarda-redes e avançados. Mas neste estudo as avaliações

antropométricas, altura, peso e BMI, dos diferentes atletas diferem de sobremaneira do nosso (Torres-Luque et al., 2015).

Há semelhança de outros estudos existiam diferenças menores no TG entre os demais jogadores, relativamente à sua posição em campo (Matković et al., 2003). Este componente da CC reduzia na equipa B ao longo da época, que consideramos influenciado não apenas pelo treino, mas também pelo natural processo de crescimento (Guo et al., 1998). Na equipa A, o TG manteve-se praticamente inalterável ao longo da época. Um estudo realizado em Inglaterra, com uma amostra de 1985 estudantes entre os 5 e 18,5 anos, com fim de determinar curvas referência para gordura corporal em crianças, concluiu que o percentil 50 para os 13 anos corresponderia a 16,8% e 14 anos de 16,2% (McCarthy et al., 2006). Estas conclusões estão de acordo, com um estudo com o mesmo propósito deste realizado nos Estados Unidos (Mueller et al., 2004). Quando comparamos a nossa amostra com o estudo inglês, concluímos que os atletas de 13 anos eram comparáveis ao percentil 9 e os de 14 anos ao percentil 2, o que nos leva a concluir que relativamente a uma população caucasiana não atleta, ainda que não portuguesa, a nossa amostra apresenta baixos níveis de percentagem de gordura corporal.

O TM aumenta em ambas as equipas ao longo da época, este aumento é estatisticamente significativo em todos os momentos da avaliação. Podemos considerar que o aumento de peso na nossa amostra se deve sobretudo ao aumento deste componente, pois apesar de CMO aumentar em ambas equipas e o TG aumentar residualmente na equipa A e diminuir na equipa B, a preponderância do TM e a forma como se altera ao longo da época sustentam esta afirmação. Um estudo realizado com atletas de primeira divisão, com média de idades 19,9 anos, encontrou alterações no peso dos atletas nas avaliações realizadas no início e fim de época, mas esse aumento segundo estes autores ficou a dever-se em 60% ao aumento da TM (Silvestre et al., 2006), mostrando a influência do treino no desenvolvimento muscular e consequentemente na força muscular dos atletas. Sabemos que a força muscular, aliada a outras variáveis, é preponderante no sucesso dos atletas (Rebello et al., 2013; Silva et al., 2013). Relativamente a um estudo consultado, avaliação de jogadores seniores por Bioimpedância, estes apresentavam valores absolutos de TM com hierarquização semelhante à nossa amostra relativamente aos jogadores de campo, os defesas apresentavam valor mais alto de TM seguidos dos avançados e dos médios, no entanto os guarda-redes contrariamente ao nosso estudo são os que apresentavam o valor mais baixo de TM (Matković et al., 2003).

No estudo de *Milanese et al.* os autores também encontraram diferenças significativas relativamente ao TM entre início, meio e fim de época, na nossa amostra havia sempre um aumento deste componente, e as diferenças entre as avaliações são sempre significativas, maior da primeira para a segunda avaliação que da segunda para a terceira (Milanese et al., 2015). Os autores consideram que esta variação era esperada e se deve metodologia de treino

adotada ao longo da temporada, embora este estudo tenha sido realizado com indivíduos adultos.

O CMO e DMO aumentavam sempre ao longo da temporada, estes valores são sempre mais altos na equipa A que na B, como esperado tendo em consideração a idade dos avaliados. Registámos diferenças significativas entre as avaliações tanto no CMO, percentualmente e em valor absoluto e na DMO, na totalidade dos jogadores. Há diferenças em valor absoluto no CMO entre os atletas, estas diferenças são estatisticamente significativas entre os guarda-redes e os médios, ficando estas a dever-se à diferença de peso e altura entre estes. Quando comparamos valores de DMO da nossa amostra com um estudo realizado na Holanda, com intuito de estabelecer valores referência de DMO em jovens entre os 4-20 anos recorrendo à DEXA como modalidade de avaliação, os nossos jovens apresentam sempre em todas as avaliações, valores mais altos que as médias para as mesmas idades nesse estudo (13 anos 1.000g/cm²; 14 anos 1,045g/cm²), (Sluis et al., 2002). Quando comparamos o nosso estudo com um estudo similar realizado nos Estados Unidos, *Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES*, o referencial para jovens com idades semelhantes aos nossos apresenta valores para o percentil 50 abaixo dos valores por nós encontrados (Kelly et al., 2009).

Os três fatores que mais influenciam o crescimento e a mineralização óssea na juventude são a genética a nutrição e atividade física (Specker, 2001). O pico de massa óssea é atingido no fim da segunda década de vida, independentemente do género, e o seu aumento é mais pronunciado durante a adolescência nomeadamente durante o período próximo do pico máximo de crescimento (da Silva et al., 2003). O futebol é considerado um desporto de impacto médio (Cadore et al., 2005), e neste sentido propiciador de um bom crescimento e mineralização óssea. A grande maioria dos estudos que versam a DMO e futebol são unânimes em considerar que os atletas praticantes de longa data apresentam uma DMO mais alta que em outros desportos com menor impacto (Mottini et al., 2008; Vlachopoulos et al., 2018) ou quando comparados com a população em geral (Hagman et al., 2018; Seabra et al., 2012). É esperado que a uma mais alta DMO atingida no fim da segunda década, Pico de DMO, esteja associado um melhor prognóstico relativo à patologia osteoporose (Specker, 2001).

Comparámos o nosso trabalho com uma investigação realizada em Espanha, com jovens entre os 10-14 anos, *Athletic Club Bilbao*, participantes no campeonato do seu país (Gravina et al., 2008). Os investigadores dividiram os atletas em “jogadores da primeira equipa” (JPE), segundo os treinadores os mais aptos, e “reservas”. Estabeleceremos a comparação com os JPE Sub 14, pois na equipa que avaliámos, no caso a B, não foi realizada distinção entre atletas. Os atletas espanhóis são, em média, mais altos e pesados que os portugueses, tanto no início como no fim da época (respetivamente 163,33 e 165,59 cm,

52,53 e 53,30Kg o referido estudo; 160,03 e 164,53 cm, 48,04 e 51,66Kg a nossa amostra). No entanto os JPE são maioritariamente (74%) nascidos no primeiro semestre contrariamente aos atletas da nossa amostra (43,5%) o que pode ajudar a explicar a disparidade dos dados apresentados. Relativamente ao IMC os resultados são equiparáveis 18,76 e 19,08 para a nossa amostra, 18,52 e 18,72 para o estudo em comparação, respetivamente para início e fim de época. Relativamente à percentagem de TG, apesar da metodologia de avaliação não ser a mesma, o estudo espanhol utilizou a avaliação de pregas cutâneas e cálculo da percentagem de TG, encontramos valores de 10,95 e 10,78 para o estudo espanhol e de 13,33 e 11,92 para o nosso estudo, respetivamente para início e fim de época. Tendo em conta que os métodos de avaliação são distintos e podem originar valores não coincidentes (Duz et al., 2009; Mooney et al., 2011) ainda assim podemos estabelecer um paralelismo na evolução da TG ao longo da época nos dois grupos.

Um estudo que avalia CC de jovens futebolistas no início de um programa de treino similar ao dos jovens constituintes da nossa amostra, equipa B, apresentavam médias de altura (158,2cm), peso (46,5Kg), IMC (18,3 Kg/m²), percentagem TG (13,9%) e TM valor absoluto (39,7Kg) semelhantes ao nosso estudo, respetivamente (160,8cm, 48,25Kg, 18,5 Kg/m², 13,92% e 38,42Kg). Os autores deste estudo concluem que a prática do futebol melhorou o crescimento, o desenvolvimento, a CC, as características do biótipo e aptidão física dos jovens, afirmam ainda que a prática desportiva regular beneficia largamente crianças e adolescentes (Canhadas et al., 2010).

Conclusão

A nossa amostra apresenta valores antropométricos similares a atletas avaliados em outros estudos.

A avaliação da CC ao longo da época demonstrou variação dos seus componentes no mesmo sentido, na generalidade dos atletas independentemente da posição em campo e equipa, o TM aumenta assim como a massa e densidade óssea e a massa gorda diminui numa das equipas B e mantém-se praticamente constante na outra.

O TM apresenta valores mais altos na nossa amostra quando comparada com a população geral, em todas os momentos de avaliação. A densidade Mineral óssea também apresenta valores mais altos quando comparada com a população em geral. A massa gorda apresenta valores mais baixos que a população em geral, apresentado os atletas da equipa A, valores médios próximos de avaliações realizada em futebolistas seniores, nomeadamente de campeonatos muito competitivos como o inglês.

Este estudo mostra que o desporto, particularmente o futebol tem efeito benéfico na CC, e por consequência na saúde dos jovens, pois a nossa amostra apresenta sempre valores de IMC considerados normais para a idade, contrariando a tendência para obesidade relatada por inúmeros trabalhos de investigação e relatórios de Instituições como *WHO*. Os atletas por nós avaliados apresentavam valores de DMO e de TM superiores aos espectáveis para a idade, o que constitui uma mais-valia, sobretudo na idade adulta.

Estudo 3- Avaliação Nutricional a jovens atletas praticantes de futebol

Introdução

O exercício físico está associado a benefícios de qualidade de vida, saúde e composição corporal em crianças e adolescentes (Brown et al., 2017; Drenowatz & Greier, 2018; Gunter et al., 2012; Lloyd et al., 2014; Silva et al., 2013; Telford et al., 2016; Yildiz et al., 2009). O futebol, como desporto organizado, é o mais popular e o mais praticado em todo o mundo (Stolen et al., 2005), nomeadamente entre jovens. Uma carreira de sucesso neste desporto depende de um grande numero de fatores, (físicos, fisiológicos, técnico-táticos, psicológicos e sociológicos), nem sempre consensuais entre os decisores envolvidos na identificação de talentos (Sarmiento et al., 2018; Unnithan et al., 2012a). A nutrição tem um papel ativo na melhoria de alguns dos fatores enunciados, mas também contrariando efeitos nefastos como a fadiga ou desidratação (Aragon et al., 2017; Kerksick et al., 2018).

A adolescência é uma fase de rápido crescimento em diversas dimensões, com alterações bruscas e variabilidade temporal individualizada, que preparam os jovens para assumir o estatuto de adulto e cumprir as expectativas e papeis na sociedade (Chulani & Gordon, 2014). Do ponto de vista nutricional a adolescência é um período particularmente sensível quer pelo rápido crescimento e desenvolvimento físico, necessitado de grande aporte de nutrientes, quer pela alteração de hábitos alimentares (Spear, 2002).

A implementação de planos nutricionais adequados às necessidades dos indivíduos constitui o alicerce que garante um adequado crescimento e desenvolvimento físico. Um correto aporte energético deve provir de uma alimentação nutricionalmente equilibrada, no que concerne a macro e micronutrientes, neste sentido é fundamental a elaboração de programas de educação alimentar específicos para os adolescentes atletas e o correspondente acompanhamento nutricional individualizado, tendo em consideração as características específicas desta fase de desenvolvimento e do respetivo contexto desportivo (Smith et al., 2015). A nutrição adequada em atletas jovens é crítica para o seu sucesso como desportistas, mas mais importante ainda, para o seu crescimento, desenvolvimento e saúde em geral (Cotugna et al., 2005)

É consensual entre investigadores que o maior aporte energético deve provir de Hidratos de Carbono (HC) (Hawley & Leckey, 2015; Williams & Rollo, 2015), numa proporção de 45-55% para HC, 15-20% Proteínas e 25-35% para Lípidos (Kreider et al., 2004). Estes HC deverão ser ingeridos, preferencialmente, a partir de dieta normal, sem

recurso a suplementação, em quantidades adequadas quer à Composição Corporal e metabolismo, quer ao volume e intensidade de treino do atleta (Louise M. Burke et al., 2011). Relativamente à ingestão de proteínas, que associadas ao desenvolvimento muscular produzido pelo exercício, particularmente no exercício de resistência, se considera estimular a síntese proteica muscular (Aragon et al., 2017), os estudos mais recentes aconselham os atletas a consumir maior quantidade que o referencial diário de ingestão proteica aconselhada aos não atletas, (0,8-1g/Kg/dia para crianças adolescentes e adultos) pela OMS, valores de 1,4-2g/Kg/dia são considerados adequados para maioria dos desportistas (Aragon et al., 2017; Kreider et al., 2004; Phillips, 2012), podendo no entanto ser ponderadas doses mais elevadas para atletas que pratiquem regimes/intensidades de treino muito elevados.

A ingestão de lípidos também deve ser considerada pois mantêm o equilíbrio energético, reabastecem reservas de triglicérides musculares e fornecem os ácidos gordos essenciais (Venkatraman et al., 2000), para atletas é aconselhado que 30% do valor calórico diário seja sob a forma de Lípidos (Pramuková et al., 2011).

Micronutrientes, como vitaminas ou minerais, desempenham um papel fundamental na síntese de hemoglobina, na manutenção da massa óssea e no sistema imunitário (Rodriguez et al., 2009). O exercício impulsiona muitas das vias metabólicas nas quais os micronutrientes são necessários, e promove adaptações bioquímicas musculares que aumentam a necessidade de micronutrientes (Thomas et al., 2016), neste sentido poderá ser necessário para atletas um maior aporte destes nutrientes de forma a manter/aumentar e ou regenerar massa magra.

O exercício físico, dependendo do metabolismo do atleta, das condições ambientais em que decorre a atividade e a roupa utilizada pode elevar significativamente a temperatura corporal o que determinará aumento da circulação sanguínea na pele e conseqüente aumento da transpiração (Sawka & Montain, 2000; Sawka et al., 2007), a perda de líquidos (água), e conseqüente perda de eletrólitos, associada a este processo pode levar à desidratação, este estado, para além de potencialmente nocivo para a saúde, provocando desequilíbrios eletrolíticos (McDermott et al., 2017; Sawka et al., 2015a; Shirreffs & Sawka, 2011).

Têm sido descritos casos de aporte nutricional deficiente em atletas olímpicos, do ponto de vista da ingestão deficiente em HC e em excesso de Lípidos (Baranauskas et al., 2015), este estudo chama a atenção em particular para atletas jovens (14-18 anos) considerando que o seu aporte proteico não é correto nuns casos por excesso, noutros por defeito. Uma investigação que avaliou atletas femininas de basquetebol e softbol conclui que a ingestão de HC e proteínas está abaixo do recomendado, este trabalho relata ainda uma pobre aporte em fibras e alto em sódio (Nepocatyč et al., 2017). Outro estudo que avaliava praticantes de futebol e ciclistas relata deficiências no consumo de micronutrientes como cálcio, potássio, ácido fólico e vitamina B6 (Galanti et al., 2015). Investigações semelhantes

tendo como objeto de estudo atletas de futebol concluem que as recomendações nutricionais específicas não são observadas (Devlin et al., 2017; García et al., 2014; Oliveira et al., 2017; Steffl et al., 2019a) nomeadamente em jovens adolescentes (García et al., 2014; Granja et al., 2017; Iglesias-Gutiérrez et al., 2005).

O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação nutricional a jovens praticantes de futebol (13-14anos) nos parâmetros Antropometria, Composição Corporal por DEXA e ingestão alimentar, no que diz respeito a VCT e macronutrientes.

Material e métodos

Trata-se de um estudo do tipo Observacional (Analítico) de natureza transversal porque todos os atletas foram sujeitos a avaliações num só momento: Antropométrica, Peso altura; e Composição Corporal, nas componentes Tecido magro (TM), Tecido Gordo (TG), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) Densidade Mineral Óssea (DMO) e Inquérito Alimentar

A participação dos jovens, neste estudo, foi sujeita ao seu consentimento prévio e consentimento dos encarregados de educação, com base no esclarecimento do carácter voluntário da participação. Foi elaborado um formulário de consentimento informado, onde constou toda a informação relativa às investigações a serem desenvolvidas a sua pertinência e objetivos, bem como a salvaguarda do anonimato dos dados dele resultantes, que foi assinado pelos intervenientes neste estudo e respetivos pais/encarregados de educação. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

A amostra ficou constituída por jovens jogadores de futebol, praticantes federados, inscritos num clube com quem a Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra estabeleceu protocolo de cooperação. O grupo sobre o qual recaiu a análise ficou constituído por jovens, do sexo masculino, pertencentes aos iniciados, Sub-15, que compreende atletas com 13/14 anos (n=38). As equipas de iniciados treinavam em média 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta) em sessões de 90min e jogam ao Sábado/Domingo, entre Setembro e Junho. Todos os atletas praticavam a modalidades há mais de 4 anos.

As avaliações dos atletas foram realizadas na mesma altura, no mês de Outubro.

Na avaliação antropométrica foram adotados os procedimentos aconselhados pela *International Standards for Anthropometric Assessment* (Stewart et al., 2011) A avaliação do peso foi realizada com os atletas, descalços, envergando peças de roupa leves, calção, ginástica ou banho, e camisola de manga curta. Foi utilizada balança, com estadiómetro acoplado da marca SECA, modelo SEC220. Estes procedimentos foram efetuados

imediatamente antes da avaliação por DEXA, nos três momentos de avaliação. O Índice de Massa Corporal (IMC), foi calculado segundo a relação peso(kg)/altura²m, foi utilizado o índice de *Quetelet*, com a seguinte classificação IMC (corte proposto por *Garrow e Webster* (Garrow & Webster, 1985) recomendado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2021):

IMC < 20% - Baixo peso; IMC, 20 a 24,99 % - Normal; IMC, 25 a 29,99 % - Excesso de peso; IMC >30 % - Obesidade; IMC >40 % - Obesidade grave.

A avaliação da CC foi realizada com recurso à DEXA, para o efeito recorremos a aparelho de Densitometria Óssea Bifotónica marca *Lunar – GE Healthcare*, modelo *Lunar DPX MD+*, *Software Lunar Encore for Windows version 13.6*, *Waltham, MA, USA*. Foi efetuada calibração diária, conforme indicação do fabricante, recorrendo a fantoma de calibração do próprio equipamento. As avaliações foram realizadas segundo as indicações do manual do utilizador. Os participantes utilizaram roupas leves, calções de ginástica e camisola sem mangas, foi verificada a ausência de artefactos de grande densidade no corpo ou roupa (metálico, plástico). Os atletas posicionaram-se em decúbito dorsal, na área útil de avaliação, coluna vertebral coincidente com o eixo longitudinal central da mesa. Foi verificada e corrigida a simetria corporal, relativamente ao posicionamento, assim como foram aplicadas fitas com velcro nos joelhos de forma a imobilizar os membros inferiores, que permaneceram em extensão. Os membros superiores permaneceram em extensão e posicionados ao lado do tronco, com as palmas das mãos apoiadas na mesa (pronação). Foi aconselhada e verificada a imobilidade total de todos os indivíduos, assim como lhes foi pedido que se abstivessem de falar durante a avaliação.

Esta avaliação permite aferir os valores da TM, TG e CMO tanto em valor absoluto (Kg) como em valor relativo (%). Permite ainda determinar o valor da DMO (g/cm²). Estes componentes da CC podem determinados para totalidade ou por segmentos do corpo, (cabeça, tronco, bacia e membros).

Todos os procedimentos descritos foram realizados pelo mesmo operador.

A colheita de dados relativos à ingestão alimentar dos atletas foi realizada através da aplicação de um Questionário de Frequência Alimentar® (QFA®). O QFA utilizado é um instrumento que foi desenvolvido e validado pela Faculdade de Medicina do Porto, departamento de Higiene e Epidemiologia, instituição à qual foi solicitada autorização para sua utilização, e teve por base o questionário semi-quantitativo de frequência dos alimentos desenvolvido por *Willett* e colaboradores em 1998 e o inquérito foi desenvolvido no Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Medicina da Universidade de Alicante (Lopes C, Oliveira A, Santos AC, Ramos E, 2006)

O questionário semi-quantitativo de frequência alimentar é constituído por uma lista de alimentos ou grupos de alimentos, com uma estrutura inicial de 82 itens alimentares aos quais foram posteriormente acrescentados quatro; por uma secção fechada com nove

categorias de frequência de consumo que variar entre a “sazonalidade” do consumo e “mais de 6 vezes por dia” e por uma secção com porções médias padrão predeterminadas. No trabalho efetuado as categorias de frequência alimentar foram parametrizadas atribuindo-se um número que correspondia a uma determinada frequência alimentar (Tabela 1). Para estimar o consumo alimentar, a frequência referida para cada item foi multiplicada pela respetiva porção média padrão, em grama (g), e por um fator de variação sazonal para alimentos consumidos em épocas específicas (0,25 foi considerada a sazonalidade média de três meses) (Lopes C, Oliveira A, Santos AC, Ramos E, 2006).

O QFA® é composto por uma lista de alimentos e bebidas cuja frequência do seu consumo é questionada ao indivíduo. Este método proporciona uma estimativa quantitativa do consumo alimentar sobre a porção diária consumida ou comparando-a com uma porção alimentar de referência. Como vantagens da sua utilização, o QFA® pode ser aplicado a um número elevado de indivíduos e a variação intraindividual observada na ingestão dos alimentos é reduzida (Holanda & Barros Filho, 2006).

Esta metodologia permitiu obter dados relativos ao Valor calórico Total diário (VCT) e sua decomposição percentual nos macronutrientes Hidratos de Carbono (HC), Proteínas e Lípidos. Relativamente ao cálculo das necessidades calóricas totais, este foi calculado para cada um dos atletas com recurso a fórmulas de *Schofield* (Schofield, 1985) estabelecemos limites superiores e inferiores de $\pm 10\%$. O consumo de macronutrientes, serão comparados com referenciais encontrados em pesquisa bibliográfica, relativamente aos HC (Hoch et al., 2008; Otten et al., 2006; Purcell et al., 2013) para Proteínas e Lípidos (Otten et al., 2006; Purcell et al., 2013).

Os inquéritos foram realizados por entrevistas conduzidos por nutricionistas.

Para organizar e sistematizar a informação contida nos dados e obter resultados descritivos e inferenciais recorreremos ao programa de tratamento estatístico *IBM SPSS Statistics* na versão 25.

No estudo utilizámos técnicas da estatística descritiva, nomeadamente, apresentação em quadros de frequências (absolutas e relativas), cálculo de medidas de tendência central (média aritmética) e de medidas de dispersão (desvio padrão).

Ao nível da inferência estatística recorreu-se a uma prévia avaliação dos pressupostos das variáveis métricas (paramétricos ou não paramétricos).

Para a avaliação dos pressupostos no que diz respeito à Simetria de uma distribuição de valores recorreu-se ao quociente entre a estatística *Skewness* e seu erro padrão. Para avaliar a distribuição de frequências no que diz respeito ao seu grau de achatamento (curtose) recorreu-se ao quociente da estatística *Kurtosis* e ao seu erro padrão (Mello, 2014). No que diz respeito à avaliação da distribuição normal, recorreu-se aos testes não paramétricos:

Kolmogorov-Smirnov com o fator de Correção *Lilliefors*'s para dimensões amostrais >50 e/ou *Shapiro-Wilk* para dimensões amostras ≤ 50 (J Marôco & Bispo, 2005).

Quanto aos testes de hipóteses aplicaram-se os Coeficientes de Correlação Linear de *Pearson* e Ordinal de *Spearman*. Para a avaliação da qualidade da magnitude/correlação: $r=1$ Correlação Perfeita Positiva; $0,8 \leq r < 1$ Correlação Forte Positiva; $0,5 \leq r < 0,8$ Correlação Moderada Positiva; $0,1 \leq r < 0,5$ Correlação Fraca Positiva; $0 < r < 0,1$ Correlação ínfima positiva; 0 = Ausência de correlação. Estes pontos de corte também se adequam para valores de correlação negativos (Aguiar, 2007; Callegari-Jacques, 2009; J Marôco & Bispo, 2005; C. Santos, 2007).

Por fim, para a inferência estatística assumiu-se um nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Resultados

Apresentação dos dados avaliados: Antropométricos, CC e de Ingestão alimentar.

No estudo colaboraram 38 jovens atletas com idades compreendidas entre 12 e 14 anos, sendo a idade média 13,42 anos com desvio padrão 0,64 anos. De forma a sistematizar e simplificar a apresentação dos dados, decidimos agrupar os jovens em maiores e menores de 13 anos, tendo em conta que os atletas que à altura da avaliação, Outubro, detinham 12 anos (3 indivíduos), atingiam idade 13 anos ainda nesse ano civil.

No seguinte quadro observamos o peso, altura e IMC dos atletas por idade.

Tabela 35 - Valores antropométricos nas modalidades desportivas avaliadas

Idade		Peso	Estatura	IMC
≤ 13 anos (19)	M	49,37	1,61	18,80
	dp	10,86	0,11	2,26
14 anos (19)	M	56,29	1,68	19,79
	dp	6,86	0,08	1,33
Total (38)	M	52,83	1,65	19,29
	dp	9,62	0,10	1,90

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão.

Como podemos constatar os valores médios mais elevados de peso, altura e IMC eram apresentados pelos atletas mais velhos.

Na seguinte tabela estão patentes, por idade dos atletas, percentagem de valor médio de ingestão de: HC, Proteínas e Lípidos É ainda apresentado a média do valor calórico total ingerido diariamente (VCT).

Tabela 36 - Ingestão diária média de HC, Proteínas e Lípidos (Gord) e VCT

Idade (n)		HC %	Prot %	Gord %	VCT
<=13 anos (19)	M	58,71	17,26	24,03	3348,13
	dp	3,99	2,18	3,01	551,87
14 anos (19)	M	58,89	17,46	23,64	3008,58
	dp	3,94	2,04	2,69	900,51
Total (38)	M	58,36	17,47	24,17	3150,50
	dp	4,08	2,03	2,95	749,39

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão

Podemos observar na tabela anterior que os atletas mais velhos consumiam em média maiores quantidades de HC e Proteínas, no entanto os mais novos, consumiam maior quantidade de Lípidos. Os atletas com 13 anos eram os que ingeriam maior quantidade diária de calorias.

Na seguinte tabela podemos avaliar os valores de VCT e Macronutrientes ingeridos pelos atletas em estudo relativamente aos valores referência adotados

Propusemo-nos avaliar a ingestão de macronutrientes pela nossa amostra relativamente a referenciais em percentagem considerados corretos para jovens atletas de futebol. Neste sentido calculámos as necessidades calóricas diária por atleta segundo fórmulas de Schofield (peso e altura) e considerámos como referência para ingestão de HCs uma percentagem de 45-65% do valor calórico total, para as Proteínas 10-30% e para os Lípidos 25-35%.

Tabela 37 - Valores médio de Ingestão Calórica total

Idade		Inadequado por defeito	Adequado	Inadequado por excesso
		n	2	7
<=13 anos	% VCT	18,2%	70,0%	58,8%
	% Idade_	10,5%	36,8%	52,6%
VCT =>14 anos	n	9	3	7
	% VCT	81,8%	30,0%	41,2%
	% Idade	47,4%	15,8%	36,8%
Total	n	11	10	17
	% VCT	100%	100%	100%
	% Idade	28,9%	26,3%	44,7%

Legenda: n= número de atletas; % VCT = percentagem em adequação do consumo

Podemos verificar na tabela anterior a nossa amostra apresentava um consumo alimentar, relativamente ao VCT, inadequado por defeito de 28,9% dos indivíduos, adequado em 26,3% e inadequado por excesso em 44,7%. Quando particularizamos esta análise relativamente às idades dos atletas, destacamos os mais novos com 52,6% consumindo

inadequadamente por excesso e os mais velhos, 47,4%, apresentando consumo inadequado por defeito.

Na seguinte tabela podemos avaliar a componente da CC Tecido Gordo (TG), Tecido Magro (TM), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) em valor absoluto e percentual e Densidade Mineral Óssea (DMO) relativamente à idade dos atletas.

Tabela 38 - CC relativamente à idade dos participantes

Idade (n)		TG (Kg)	TG%	TM (Kg)	TM%	CMO (Kg)	%CMO	DMO (g/cm ²)
<=13 anos (19)	M	7,94	14,02	39,70	82,45	2,14	4,41	2,13
	dp	6,90	5,60	9,13	5,23	0,54	0,40	0,55
14 anos (19)	M	5,05	9,39	47,83	86,26	2,52	4,60	2,56
	dp	2,26	4,00	6,08	4,06	0,44	0,34	0,42
Total (38)	M	6,49	11,71	43,77	84,36	2,33	4,50	2,35
	dp	5,27	5,34	8,69	5,00	0,52	0,38	0,53

Legenda: n= nº atletas; Média= M; dp= D. Padrão

Relativamente à avaliação da CC por DEXA dos atletas podemos constatar que os jovens de 13 anos eram os que apresentavam maior valor médio de TG tanto em valor absoluto como percentualmente. Em todos os outros componentes avaliados, TM; CMO e DMO, eram os atletas de 14 anos que apresentavam valores mais elevados

Na seguinte tabela podemos avaliar os a relação entre componentes da CC e sua relação com a VCT e percentagem macronutrientes, (Proteínas, HC e Lípidos).

Tabela 39 - CC relativamente a valor calórico total e ingestão de macronutrientes

n=38		VCT	Prot% kcal	HC% kcal	Gord% kcal
TG (Kg)	r	0,141	-,183	-,013	,145
	p	0,398	,271	,937	,385
TG%	r	-0,040	,137	-,307	,331
	p	0,813	,412	,060	,043
TM (Kg)	r	0,184	,015	,368	-,518
	p	0,268	,928	,023	,001
TM%	r	0,057	-,079	,334	-,407
	p	0,732	,636	,040	,011
CMO (Kg)	r	0,154	-,050	,333	-,425
	p	0,355	,765	,041	,008
CMO%	r	0,073	-,096	,228	-,248
	p	0,662	,567	,169	,132
DMO	r	0,118	-,231	,204	-,073
	p	0,480	,164	,220	,664

Legenda: n= nº atletas; Média= M; dp= D. Padrão; r= Coef. Pearson; p= significância estatística

Como podemos constatar não se observaram correlações significativas entre VCT e as componentes da CC avaliadas. Relativamente aos macronutrientes podemos verificar que os Lípidos ingeridos, se correlacionavam significativamente, de forma positiva, com o valor médio percentual do TG (p=0,043), e negativamente com os valores médios absolutos e percentuais de TM (p=0,011), e com o valor absoluto de CMO (p=0,008), isto é, quanto

maior o consumo de lípidos menor o valor destes dois últimos componentes enunciados. Os HC correlacionavam-se significativamente e positivamente com TM em valor percentual ($p=0,040$) e absoluto ($p=0,023$), e com a percentagem de CMO ($p=0,040$), isto é quanto maior o consumo de HC maior o valor destes componentes enunciados.

Propusemos realizar a mesma análise estatística, entre componentes da CC versus VCT e percentagem de macronutrientes ingeridos, dividindo os atletas pelas idades consideradas.

Tabela 40 - CC relativamente a valor calórico total e ingestão de macronutrientes tendo em consideração a idade do atleta

Idade			VCT	Prot % kcal	HC %kcal	Gord %kcal
<=13 anos n=19	TG (Kg)	r_s	0,246	-0,265	-0,164	0,092
		p	0,311	0,273	0,502	0,707
	TG%	r_s	0,153	0,051	0,008	0,070
		p	0,533	0,836	0,974	0,775
	TM (Kg)	r_s	0,498	-0,140	0,434	-,538
		p	0,030	0,567	0,064	0,017
	TM%	r	0,018	0,098	0,199	-0,326
		p	0,943	0,69	0,414	0,173
	CMO	r	0,395	-0,398	0,585	-0,52
		p	0,094	0,092	0,008	0,023
	CMO%	r	0,081	-0,241	0,303	-0,249
		p	0,743	0,321	0,207	0,303
	DMO	r	0,467	-0,292	0,569	-0,567
		p	0,044	0,226	0,011	0,011
=>14 anos n=19	TG (Kg)	r_s	-0,100	0,245	-0,377	0,245
		p	0,684	0,313	0,112	0,313
	TG%	r_s	-0,242	0,393	-0,449	0,393
		p	0,318	0,096	0,054	0,096
	TM (Kg)	r_s	0,149	0,290	0,061	0,290
		p	0,542	0,229	0,805	0,229
	TM%	r	0,165	-0,319	0,464	-0,442
		p	0,500	0,182	0,045	0,058
	CMO	r	0,060	0,381	-0,058	-0,207
		p	0,808	0,108	0,815	0,396
	CMO%	r	0,196	0,072	0,075	-0,162
		p	0,420	0,769	0,760	0,509
	DMO	r	0,091	0,372	-0,073	-0,178
		p	0,710	0,117	0,767	0,466

Legenda: n= nº atletas; Média= M; dp= D. Padrão; r= Coefi. Pearson; r_s = Coefi Spearman; p= significância estatística

Como está patente na tabela anterior existiam correlações significativas positivas, nos atletas mais novos, quando relacionamos o VCT com TM (kg) ($p=0,030$) e com a DMO ($p=0,044$). Ainda relativamente a estes atletas existiam correlações significativas positivas de

%HC ingerida com valor médio absoluto de CMO ($p=0,008$) e com a DMO ($p=0,011$). No entanto quando relacionamos a % de Lípidos constatamos que existem correlações significativas, negativas, com os valores médios absolutos de TM ($p=0,017$), CMO ($p=0,023$) e com a DMO ($p=0,011$).

Nos atletas de 14 anos existe correlação significativa positiva entre a %HC ingeridos e o valor percentual de TM ($p=0,045$). Podemos ainda considerar existir correlação marginal negativa entre a %HC ingeridos e valor médio percentual TG ($p=0,054$), e também entre a % de Lípidos ingeridos relativamente ao valor percentual de TM ($p=0,058$).

Discussão

Neste estudo propusemos avaliar a ingestão alimentar, VCT e macronutrientes, de jovens atletas e a relação desta com a CC estimada por DEXA. Avaliámos atletas de uma equipa de futebol Sub 15 anos. A nossa amostra, na avaliação antropométrica, respetivamente para os jovens de 13 e 14 anos, apresentava relativamente à altura 1,61m e 168m, peso 46,37 Kg e 56,29kg, e IMC 18,80 e 19,79 (g/cm^2). Quando comparamos estes dados com os valores das tabelas de percentis disponíveis no sítio da Direção Geral de Saúde, circular normativa Nº: 05/DSMIA, os jovens da nossa amostra situavam-se no percentil 75 relativamente à altura e um pouco acima do percentil 50 relativamente ao peso e IMC. Estes resultados estão de acordo com a maioria dos estudos consultados que advogam que os atletas de futebol são mais altos e mais pesados que a população em geral na mesma faixa etária (Gil et al., 2010; le Gall et al., 2010).

A primeira regra da nutrição no sentido de otimizar o treino e performance desportiva de um atleta, consiste em adequar o consumo de calorias relativamente ao gasto energético (Kerksick et al., 2018). Relativamente ao VCT os atletas por nós avaliados exibiam em média, para os de 13 anos 3348,13kcal/d para os de 14 anos 3008,6kcal/d. Os valores referência patentes no documento da FAO, relatório conjunto da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), *United Nations University* (UNU) e *World Health Organization* (WHO), que se propôs definir as necessidades de energia dos humanos e sugerir recomendações de energia na dieta para as populações, encontramos para indivíduos com atividade física intensa, valores de 31756kcal/d 13-14 anos e 34506kcal/d para os de 14-15kcal/d anos (FAO, 2004). Os futebolistas integrantes do nosso estudo ingeriam um valor de VCT, para 13 anos, ligeiramente superior ao aconselhado, já os jovens de 14 anos ingeriam valor inferior ao aconselhado neste documento. No entanto os valores de VCT encontrados por nós são deficitários quando comparados com o referencial calculado

por *Leblanc et al* , VCT de 3819-51856kcal/d, para jovens futebolistas com faixa etária similar aos indivíduos da nossa amostra, (13-16anos), (Leblanc et al., 2002).

Em concordância com o nosso trabalho a maioria dos estudos encontrados, apesar das diferenças metodológicas na avaliação nutricional e utilização de diferentes referenciais, relatam deficiências no aporte energético (VCT) de futebolistas adolescentes (Briggs et al., 2015; Caccialanza, et al., 2007; Ersoy, et al., 2019; Garrido, Webster, & Chamorro, 2007; Granja et al., 2017; Iglesias-Gutiérrez, et al., 2008; Leblanc et al., 2002; Naughton et al., 2016; Russell & Pennock, 2011). O nosso trabalho, relativamente ao VCT, revela que é o grupo de 14 anos que apresenta em média um aporte calórico diário inferior, o que pode querer demonstrar uma tendência, pois a grande maioria estudos referidos, são realizados com amostras de atletas mais velhos que os nossos. Relativamente ao estudo de Ruiz et al. os atletas por nós avaliados, grupo 14 anos, eram mais leves, tinham menor altura e menor IMC, apresentavam menor %MG e menor %TM, no entanto as metodologias de avaliação da CC, pregas cutâneas e recurso a equações preditores, foram diferentes da nossa. Os nossos atletas apresentavam um VCT de 3008,6 com dp 900,5 kcal/dia o estudo consultado apresentava, para a mesma faixa etária 3456 com dp 309 kcal/dia (Ruiz et al., 2005). Os valores de VCT encontrados, 2955kcal/dia, para jovens futebolistas, 14-16 anos, do campeonato nacional espanhol do seu grupo etário, também são deficitários quer aos valores referência adotados neste estudo, mas também relativamente aos por nós considerados. Os autores consideram que devem ser implementados em atletas programas de educação nutricional de forma a resolver este problema (Iglesias-Gutiérrez et al., 2005). Outra investigação levada a cabo em Portugal, com jovens atletas de um dos principais clubes de futebol nacional, chegaram a conclusão similar à nossa, fazendo ainda referência ao agravamento do deficit energético nos dias de treino de maior intensidade e de jogo (Granja et al., 2017), estas preocupações relativas aos dias de maior intensidade desportiva já tinham sido referidas em outro trabalho com atletas adolescentes de clubes ingleses da primeira liga (Briggs et al., 2015).

Na avaliação do consumo de macronutrientes os jovens apresentaram um consumo percentual inadequado por excesso de HC (58,36%) por defeito de Lípidos (24,17%) e adequado de Proteínas (17,47%), tendo como referência as recomendações para atletas da *International Society of Sports Nutrition* que aconselham uma proporção de 45-55% para HC, 15-20% Proteínas e 25-35% para Lípidos (Kerksick et al., 2018). O consumo adequado de lípidos, no atleta, deverá ser semelhante ou um pouco superior à população em geral, pois permite a manutenção do equilíbrio energético, a regulação da quantidade de triglicérides musculares e o consumo adequado de ácidos gordos essenciais (Venkatraman et al., 2000).

A avaliação da CC revelou maior valor médio de MG, percentual e valor absoluto, nos jovens de 13 anos, enquanto nos outros itens aferidos os atletas mais velhos apresentavam valores mais elevados. Estes resultados estão de acordo com o normal desenvolvimento da

CC durante a adolescência no género masculino, diminuição da percentagem de massa gorda, aumento acentuado da massa magra e da massa óssea (Loomba-Albrecht & Styne, 2009; McCarthy et al., 2006; Siervogel et al., 2003).

Nos estudos referidos, relativamente aos macronutrientes, os atletas apresentam em valor absoluto (g/Kg/dia) défice na sua ingestão, sobretudo de HC e Proteínas (Briggs et al., 2015; Caccialanza et al., 2007; Ersoy et al., 2019; Garrido et al., 2007; Granja et al., 2017; Iglesias-Gutiérrez et al., 2005; Leblanc et al., 2002; Ruiz et al., 2005; Russell & Pennock, 2011). No entanto em valor relativo a maioria dos estudos revela um consumo adequado de todos os nutrientes, referindo um dos trabalhos consumo elevado de Lípidos (Caccialanza et al., 2007). A nossa amostra está de acordo com a maioria dos estudos no que diz respeito aos HC e Proteínas que, pese embora estejam em valor relativo de acordo com os referenciais adotados, temos de considerar que existe uma grande maioria dos atletas que consumiam, em valor absoluto, valores desadequados quer por défice quer por excesso de macronutrientes. Relativamente ao consumo de Lípidos, os atletas avaliados apresentavam um consumo deficitário, no entanto se comparamos os nossos resultados com um estudo semelhante realizado em Portugal (Granja et al., 2017), este apresenta resultado semelhante ao nosso (24%), no entanto este estudo considera o consumo de Lípidos adequado pois adota um referencial diverso do nosso (NHMRC, 2006).

Não encontramos na literatura consultada estudos que abordem avaliação nutricional, incluindo CC estimada por DEXA, em jovens atletas. A maioria dos estudos, ou não avalia a CC, ou apenas referencia a percentagem de lípidos total avaliada com recurso a pregas cutâneas (Iglesias-Gutiérrez et al., 2008; Leblanc et al., 2002; Ruiz et al., 2005), o que pode destacar o nosso estudo pois utiliza uma metodologia considerada *gold standart* na avaliação da CC. O trabalho de *Iglesias-Gutiérrez et al.*, relata uma percentagem de 9% de lípidos total semelhante à por nós encontrada (9,4%, 14 anos) no entanto a amostra era constituída por jovens com idades compreendidas entre 14-16 anos. O estudo de *Leblanc et al* apresenta percentagem de gordura corporal, em jovens de 13 anos, inferior (12,8%) que a encontrada por nós (14,0%), relativamente aos atletas de 14 anos a percentagem que relata (12,9%) é mais elevada que no nosso estudo. A investigação de Ruiz et al a percentagem referida, em jovens de 14 anos era de 11,4%, mais alta nos nossos atletas de 14 anos. Nestas investigações os atletas apresentam sempre IMC superior ao encontrado por nós no nosso estudo, e relativamente ao VCT apenas o estudo Ruiz et al, apresenta um valor médio superior ao nosso, para jovens de 14 anos. Todos estes trabalhos referem deficiências no consumo energético, mas recorrem a referenciais diferentes.

Ao avaliarmos a relação entre VCT e macronutrientes com os dados da avaliação da CC por DEXA, verificamos que os atletas que consumiam maior quantidade de HC apresentavam maior valor médio de TM, de CMO e nos mais jovens (13 anos) também

DMO. A importância dos HC, na dieta de desportistas, tem sido relatada por diversos autores nomeadamente quanto ao momento da ingestão aconselhada antes, durante e após exercícios físicos prolongados, mais de 90 min, de forma a rapidamente serem repostas as reservas de glicogénio hepático e muscular (Kanter, 2018), sendo considerada a sua ingestão de crucial importância no sentido de melhorar a performance desportiva (Maria Hassapidou, 2011). Outros autores concordando com as conclusões acima enunciadas, chamam atenção para a importância da realização de estudos dedicados a atletas jovens (Montfort-steiger & Williams, 2014; Zakrzewski & Tolfrey, 2016).

Uma investigação que submeteu indivíduos a uma dieta com alto teor de HC, (>75% do VCT), e avaliou CC por DEXA antes e após a referida dieta, encontrou um aumento da MM, tanto total como apendicular, e uma diminuição da MG, estes resultados estão de acordo com o que constatamos relativamente à nossa amostra (Rouillier et al., 2015). Trabalhos desenvolvidos em idosos realçam a importância de dietas com valores elevados HC na saúde óssea, (Karpouzou et al., 2017), resultados semelhantes têm sido descritos também entre mulheres jovens (Coleman, 2004). Um estudo experimental realizado em ratos, descreve diminuição da formação e crescimento ósseo nos grupos sujeitos a dietas com baixo teor de HC e alto teor de Gordura, (Bielohuby et al., 2010). Os resultados obtidos por nós, estão de acordo com estas conclusões pois os jovens que consumiam, percentualmente, mais HC e menos Gordura apresentavam maiores valores médios de Densidade e Conteúdo Mineral Ósseo.

Conclusão

O nosso estudo mostra que relativamente à ingestão calórica diária, os indivíduos da nossa amostra que consumiam valores adequados à sua idade, peso e altura representavam cerca de 26% apresentando os restantes atletas com consumos desadequados quer por excesso quer por défice.

Relativamente à ingestão de macronutrientes, percentualmente os jovens avaliados evidenciavam consumos dentro dos referenciais considerados adequados para a faixa etária e nível de atividade física. No entanto temos de considerar que uma percentagem elevada de atletas não consumia a quantidade de energia adequada, comprometendo quantitativamente a ingestão de macronutrientes.

Relativamente à CC os jovens que consumiam mais HC, apresentavam maiores valores de Tecido Magro e Densidade Mineral Óssea, os atletas que consumiam, percentualmente, mais Lípidos exibiam uma menor quantidade de Tecido Magro e menor Densidade Mineral Óssea. Não encontramos nenhuma correlação forte entre a ingestão de proteínas e os constituintes da CC avaliados. No entanto e relativamente à avaliação ingestão nutricional de

atletas jovens, consideramos serem necessários mais estudos com amostras maiores e de diferentes idades de modo a podermos conhecer melhor as suas necessidades e prevenir possíveis problemas para saúde e normal crescimento destes jovens.

Estudo 4- Composição Corporal em jovens atletas praticantes de futebol e natação – estudo comparativo

Introdução

A atividade física, nomeadamente a participação em desportos organizados, constitui um importante contributo para o desenvolvimento físico e psicológico de crianças e adolescentes (Brown et al., 2017; Lloyd et al., 2014; Silva et al., 2013), estando mesmo associada a um melhor estado de Saúde ao longo da vida (Reiner et al., 2013; World Health Organization, 2010, 2018). A atividade desportiva, durante a juventude, está associada a melhores níveis de conteúdo e densidade mineral óssea (Dias Quiterio et al., 2011; Gunter et al., 2012; Vicente-Rodriguez et al., 2005), menores níveis de gordura corporal (Ara et al., 2004; Telford et al., 2016; Yildiz et al., 2009), maior quantidade/percentagem de massa muscular (Drenowatz & Greier, 2018).

Avaliação da Composição Corporal (CC) de atletas, pode ajudar a monitorizar e otimizar o treino, permitindo uma melhoria na performance desportiva (Ackland et al., 2012). Pode também, diagnosticar e prevenir alterações da CC que possam ser prejudiciais para os praticantes, nomeadamente níveis exageradamente baixos de massa gorda (Kalnina et al., 2015) ou de densidade mineral óssea (Mudd et al., 2007).

A relação dos componentes da Composição Corporal, Massa Magra (MM), Massa Gorda (MG), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e Densidade Mineral Óssea (DMO) difere de atleta para atleta e podem mesmo ser influenciados pela modalidade física praticada (Mala et al., 2015; Milanese et al., 2013; Nana et al., 2014). Estudos anteriores relatam níveis elevados de Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) e Densidade Mineral Óssea (DMO) em atletas praticantes de desportos com impacto (Gunter et al., 2008; Leigey et al., 2009; Multani et al., 2011), nomeadamente nas zonas de sustentação do peso corporal. Por outro lado, tem sido revelado menor valor de DMO/CMO encontrado em atletas praticantes de desportos de menor impacto, relativamente a praticantes de desportos com maior impacto, como nadadores comparados com ginastas (Cassell et al., 1996). Uma investigação que compara a DMO de ciclistas, corredores de fundo e nadadores com outros desportos, refere menores níveis de DMO nos desportos referidos, assinalando que o menor CMO pode induzir fraturas de stress e/ou elevar o risco de fraturas por fragilidade óssea em idade mais avançada (Schofield & Hecht, 2012).

Rubin et al defende que a remodelação óssea aumenta em resposta ao stress mecânico, e que este é exercido, associado á atividade desportiva de duas formas: pelo peso corporal

suportado pelo esqueleto durante o exercício e pela força aplicada no osso derivada da contração muscular esquelética (Rubin & Lanyon, 1984). A associação entre o desenvolvimento muscular, associado à atividade física, e o aumento de DMO localizada nas zonas onde este fenómeno é mais evidenciado, foi relatada em posteriores investigações (Guimarães et al., 2018; Vicente-Rodriguez et al., 2005). Alguns autores consideram mesmo que a interligação músculo/osso, a carga exercida sobre o osso originada pela atividade muscular, o fator de maior importância e determinante no desenvolvimento ósseo, (Frost, 2003; Frost & Schönau, 2000).

Encontrámos diversos estudos que avaliam e comparam a Composição corporal entre diferentes modalidades, no entanto não há estudos comparativos relativos a jovens atletas nomeadamente num dos períodos de maior alteração dos diferentes componentes da CC. Este trabalho tem como objetivo comparar a CC, relativamente à Massa magra, Massa Gorda, Conteúdo Mineral Ósseo e Densidade Mineral Óssea, em duas modalidades com diferentes níveis de impacto, futebol e natação, em jovens atletas de 13/14 anos de ambas as modalidades.

Material e métodos

Trata-se de um estudo, Observacional (analítico) e de corte Seccional pois todos os atletas são sujeitos a uma avaliação, no mesmo momento, da Composição Corporal, nas componentes Tecido magro (TM), Tecido Gordo (TG), Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) Densidade Mineral Óssea (DMO).

Como objetivo da investigação propusemos comparar a CC, avaliada por DEXA, relativamente a duas modalidades desportivas em jovens atletas, futebol e natação.

A amostra ficou constituída por jovens jogadores de futebol e praticantes de natação, praticantes federados, inscritos em clubes da Cidade de Coimbra. Os futebolistas inscritos em clube filiado da Associação de futebol de Coimbra, os nadadores pertencem a clubes de natação do Distrito de Coimbra.

O grupo sobre o qual recaiu a análise ficou constituído por jovens, do sexo masculino (n=30) pertencentes aos iniciados de futebol, Sub-15, e atletas juvenis de natação (n=25), 13-15 anos.

O programa de treino dos atletas de futebol contemplava três treinos semanais perfazendo 6 horas no total, acrescendo jogo durante o fim-de-semana. Relativamente aos atletas de natação, em fase normal da época, isto é, sem competição, altura em que foram avaliados, perfazem 9 horas no total distribuídas por 6 treinos semanais. Todos os atletas praticam as modalidades em causa há mais de 4 anos.

A participação dos indivíduos, neste estudo, foi sujeita ao seu consentimento prévio e consentimento dos encarregados de educação, com base no esclarecimento do carácter voluntário da participação. Foi elaborado um formulário de consentimento informado, onde constou toda a informação relativa às investigações a serem desenvolvidas a sua pertinência e objetivos, bem como a salvaguarda do anonimato dos dados dele resultantes, que foi assinado pelos intervenientes neste estudo e respetivos pais/encarregados de educação.

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

As avaliações dos atletas de ambas as modalidades foram realizadas na mesma altura do ano, durante o mês de Abril.

Massa corporal, peso e altura

A avaliação antropométrica pressupõe uso de referências standardizadas, bem como a utilização de instrumentos apropriados á informação a recolher. Foram adotados os procedimentos de avaliação antropométrica patentes em *International Standards for Anthropometric Assessment* (Stewart et al., 2011)

A medição da massa corporal foi realizada com os atletas, sem calçado, envergando peças de roupa leves, calção, ginástica ou banho, e camisola de manga curta. Foi utilizada balança *Marsden* modelo M-120 GP *Column Scale* (capacidade 250Kg), com estadiómetro acoplado (0- 200cm). Estes procedimentos foram efetuados imediatamente antes da avaliação por DEXA.

Foi calculado o Índice de Massa Corporal recorrendo à equação:

$$IMC = \frac{Peso}{Altura^2}$$

A avaliação da CC foi realizada com recurso à DEXA, para o efeito utilizámos um aparelho de Densitometria Óssea Bifotónica marca Lunar – *GE Healthcare*, modelo *Lunar iDXA*, *Software Lunar Encore for Windows version 13.60.300*, *Waltham, MA, USA*. As avaliações foram realizadas segundo as indicações do fabricante. Foi efetuada calibração diária, conforme indicação do fabricante, recorrendo a fantoma de calibração do próprio equipamento. Os participantes utilizaram roupas leves, calções de ginástica e camisola sem mangas, foi verificada a ausência de artefactos de grande densidade no corpo ou roupa (metálico, plástico). Os atletas posicionaram-se em decúbito dorsal, na área útil de avaliação, coluna vertebral coincidente com o eixo longitudinal central da mesa. Foi verificada e corrigida a simetria corporal, relativamente ao posicionamento, assim como foram aplicadas fitas com velcro nos joelhos de forma a imobilizar os membros inferiores, que permaneceram em extensão. Os membros superiores permaneceram em extensão e posicionados ao lado do

tronco, com as palmas das mãos apoiadas na mesa (pronação). Foi aconselhada e verificada a imobilidade total de todos os indivíduos, assim como lhes foi pedido que se abstivessem de falar durante a avaliação.

Esta avaliação permite aferir os valores da TM, TG e CMO tanto em valor absoluto (Kg) como em valor relativo (%). Permite ainda determinar o valor da DMO (g/cm²). Estes componentes da CC podem ser determinados para totalidade ou por segmentos do corpo, (cabeça, tronco, bacia e membros).

Todos os procedimentos descritos foram realizados pelo mesmo operador.

Para organizar e sistematizar a informação contida nos dados e obter resultados descritivos e inferenciais recorremos ao programa de tratamento estatístico *IBM SPSS Statistics* na versão 25.

No estudo utilizámos técnicas da estatística descritiva, nomeadamente, apresentação em quadros de frequências (absolutas e percentuais), cálculo de medidas de tendência central (média aritmética e mediana) e de medidas de dispersão ou variabilidade (valor mínimo, valor máximo e desvio padrão).

Ao nível da inferência estatística recorreu-se a uma prévia avaliação dos pressupostos das variáveis métricas (paramétricos ou não paramétricos).

Para a avaliação dos pressupostos no que diz respeito à Simetria de uma distribuição de valores recorreu-se ao quociente entre a estatística *Skewness* e seu erro padrão. Este quociente permitiu avaliarmos a assimetria de uma distribuição quanto ao enviesamento que a mesma apresenta relativamente à média. Se o resultado deste quociente se encontrasse dentro do intervalo de [-1,96 e +1,96] poderíamos assumir que a variável de interesse revelaria uma distribuição tendencialmente simétrica. Se o resultado estimado for $>+1,96$ podemos afirmar que a distribuição da variável assume uma distribuição assimétrica positiva ou enviesada à esquerda; caso o valor estimado fosse $<-1,96$ a distribuição de frequências da variável métrica era assimétrica negativa ou enviesada à direita (Mello, 2014).

Para avaliar a distribuição de frequências no que diz respeito ao seu grau de achatamento (curtose) recorreu-se ao quociente da estatística *Kurtosis* e ao seu erro padrão. Se o resultado deste coeficiente se encontrasse dentro do intervalo de [-1,96 e +1,96] poderíamos assumir que a variável de interesse revelaria uma distribuição tendencialmente mesocúrtica (campanular). Porém, se os valores forem $<-1,96$ a distribuição de frequências tenderia a ser do tipo platicúrtica; nos valores $>+1,96$ a distribuição tenderia a ser do tipo leptocúrtica (Mello, 2014).

No que diz respeito à avaliação da distribuição normal, recorreu-se aos testes não paramétricos: *Kolmogorov – Smirnov* com o fator de Correção *Lilliefors* para dimensões amostrais >50 e/ou *Shapiro – Wilk* para dimensões amostras ≤ 50 (J Marôco & Bispo, 2005). Quando a distribuição de frequências de uma variável revelasse um valor de $p -$

$value \leq 0,05$ associado à estatística não paramétrica *Kolmogorov – Smirnov* ou *Shapiro – Wilk* a mesma distribuição seria classificada como não normal. Valores de $p - value > 0,05$ são indicativos de que a variável em estudo tem uma distribuição normal.

Segundo *Hill e Hill* (2002) a maioria dos testes paramétricos exige que os pressupostos anteriormente apresentados sejam cumpridos de forma cumulativa, para além de que a variável de interesse (nuclear) seja do tipo de escala de intervalo ou rácio. Face ao exposto, o não cumprimento dos pressupostos anteriormente identificados conduziu-nos a aplicação de testes não paramétricos.

Também tivemos em conta a necessidade de avaliar a homogeneidade das distribuições (quanto à variância ou mediana) entre duas ou mais amostras. Para tal recorreremos ao teste F de *Levene*. Face ao exposto quando para um determinado valor de estatística de F de *Levene* e respetivos graus de liberdade (φ_1 ; φ_2) esteja associado o valor de $p - value > 0,05$ assumiu-se que os grupos apresentavam distribuições iguais (homocedasticidade). Valores de $p - value \leq 0,05$ associado à estatística de teste F de *Levene* e respetivos graus e liberdade (φ_1 ; φ_2) assumiu-se que as distribuições de duas ou mais amostras para determinada característica em estudo, revela ausência de homocedasticidade (J Marôco, 2007).

No nosso estudo para a comparação de médias entre duas amostras independentes aplicamos os testes *t-Student* para Amostras Independentes (teste paramétrico). Por fim, para a inferência estatística assumiu-se um nível de confiança de 95% para um erro aleatório inferior ou igual a 5%.

Resultados

Comparação de dados relativos à CC entre atletas de futebol e natação.

Propusemos avaliar indicadores antropométricos em função do tipo de prática desportiva.

Tabela 41 - Valores antropométricos nas modalidades desportivas avaliadas

Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
Altura	Fut	1,67	8,03
	Nat	1,66	7,67
Pesos	Fut	55,71	8,47
	Nat	55,66	7,01
IMC	Fut	19,80	1,92
	Nat	20,29	2,61

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

Podemos constatar do quadro acima que os futebolistas apresentam maiores valores médios de altura e peso que os nadadores e que estes apresentam maior IMC, embora estas diferenças não sejam estatisticamente significativas

Na seguinte tabela podemos avaliar a componente da CC Tecido Gordo (MG), relativamente aos Membros Superiores (MS), Membros Inferiores (MI), Tronco e Corpo Total em valor absoluto (KG), comparativamente entre os atletas das modalidades desportivas em avaliação.

Tabela 42 - Tecido Gordo, valor absoluto nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
MG MS	Fut	1,00	0,31	-1,007; 53; 0,319
	Nat	1,09	0,36	
MG MI	Fut	3,76	1,22	-0,154; 53; 0,878
	Nat	3,81	1,34	
MG Tronco	Fut	2,83	1,11	-0,753; 53; 0,455
	Nat	3,05	1,04	
MG Total	Fut	8,41	2,59	-0,5412; 53; 0,591
	Nat	8,79	2,67	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

Relativamente à avaliação por DEXA da MG podemos constatar que este componente da CC é sempre mais elevado em todas as áreas avaliadas Membros Inferiores, Superiores, Tronco e Corpo total em valor absoluto nos nadadores. No entanto estas diferenças não são estatisticamente significativas.

Podemos ver, na seguinte tabela, a avaliação do componente da CC Tecido Magro (MM), mantendo os pressupostos anteriormente enunciados.

Tabela 43 - Tecido Magro, valor absoluto, nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
MM MS	Fut	4,71	1,07	-2,147; 53; 0,037
	Nat	5,34	1,11	
MM MI	Fut	15,52	2,61	0,464; 53; 0,643
	Nat	15,20	2,47	
MM Tronco	Fut	21,06	3,71	-0,671; 53; 0,0505
	Nat	21,70	3,26	
MM Total	Fut	44,46	7,41	-0,535; 53; 0,505
	Nat	45,49	6,74	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

Como podemos observar a componente tecido magro em média é mais elevada nos praticantes de futebol nos MI, Tronco e Corpo total, apresentando nos MI diferenças estatisticamente significativas relativamente aos praticantes de futebol (p=0,037). Os

nadadores apresentam maior valor absoluto de MM nos Membros Superiores, esta diferença não é estatisticamente significativa.

Mantivemos a anterior estratégia de análise direcionada para comparação de Conteúdo Mineral Ósseo, em valor médio absoluto (Kg), relativamente aos MS, MI, Tronco e Corpo total.

Tabela 44 - Conteúdo Mineral Ósseo, valor absoluto, nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
CMO MS	Fut	0,29	0,07	-1,186; 53; 0,119
	Nat	0,32	0,06	
CMO MI	Fut	1,00	0,16	2,530; 53; 0,014
	Nat	0,89	0,15	
CMO Tronco	Fut	0,66	0,14	0,256; 53; 0,797
	Nat	0,65	0,12	
CMO Total	Fut	2,36	0,38	0,678; 53; 0,500
	Nat	2,30	0,35	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância
Da tabela anterior podemos perceber que o CMO é maior nos futebolistas relativamente aos MI,

Tronco e Corpo total, apresentando mesmo nos MI diferenças significativas relativamente aos nadadores (p=0,014). Nos MS são os nadadores que apresentam CMO ligeiramente maior, embora a diferença não seja estatisticamente significativa.

Estimámos a CC, nos diferentes componentes, em valor percentual mantendo a estratégia de avaliação.

Neste sentido na seguinte tabela podemos observar os valores percentuais de Tecido Gordo.

Tabela 45 - Tecido Gordo, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
%MG MS	Fut	1,82	0,55	-0,654; 53; 0,516
	Nat	1,92	0,52	
%MG MI	Fut	6,85	2,16	0,253; 53; 0,801
	Nat	6,71	1,98	
%MG Tronco	Fut	5,13	1,80	-0,444; 53; 0,659
	Nat	5,33	1,37	
%MG Tot	Fut	15,31	4,40	-0,141; 53; 0,888
	Nat	15,47	3,68	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

A MG revela-se, percentualmente, mais elevada entre os nadadores que nos futebolistas, relativamente aos MS, Tronco e Corpo total. Nos MI os futebolistas apresentam

maior valor percentual de MG, mas nenhuma destas diferenças apresenta valores estatisticamente significativos.

Na tabela seguinte estão patentes os valores percentuais de Tecido Magro em valor percentual.

Tabela 46 - Tecido Magro, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
%MG MS	Fut	1,82	0,55	-0,654; 53; 0,516
	Nat	1,92	0,52	
%MG MI	Fut	6,85	2,16	0,253; 53; 0,801
	Nat	6,71	1,98	
%MG Tronco	Fut	5,13	1,80	-0,444; 53; 0,659
	Nat	5,33	1,37	
%MG Tot	Fut	15,31	4,40	-0,141; 53; 0,888
	Nat	15,47	3,68	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

A avaliação do valor percentual de, por DEXA, apresenta valores mais altos nos futebolistas relativamente aos MI, Tronco e Corpo total, sendo a diferença nos MI estatisticamente significativa ($p=0,003$). Nos MS os nadadores apresentam um valor percentual mais alto de MM, esta diferença é estatisticamente significativa ($p=0,001$).

Na seguinte tabela estão patentes os valores percentuais de Conteúdo Mineral Ósseo dos atletas.

Tabela 47 - Conteúdo Mineral Ósseo, valor percentual, nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
%CMO MS	Fut	0,53	0,06	-2,313; 53; 0,025
	Nat	0,56	0,06	
%CMO MI	Fut	1,81	0,12	6,713; 53; 0,000
	Nat	1,57	0,14	
% CMO Tronco	Fut	1,18	0,10	1,253; 53; 0,216
	Nat	1,15	0,13	
% CMO Total	Fut	4,28	0,25	2,649; 53; 0,011
	Nat	4,07	0,36	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

A percentagem de CMO é mais alta nos atletas de natação nos MS, sendo a diferença estatisticamente significativa ($p=0,025$). Nas restantes zonas de avaliação o CMO é sempre mais alto nos atletas de futebol sendo a diferença estatisticamente significativa nos MI ($p<0,005$) e na Totalidade do corpo ($p=0,011$).

No próximo quadro propomos-mos apresentar dados relativos à Densidade Mineral Óssea (g/cm²) dos atletas, por modalidade desportiva.

Tabela 48 - Densidade Mineral Óssea nas modalidades desportivas avaliadas

	Modalidade desportiva	M	dp	t, gl; p
DMO MS	Fut	1,26	0,09	-1,718; 53; 0,092
	Nat	1,13	0,14	
DMO MI	Fut	0,61	0,06	3,877; 40,067; 0,000
	Nat	0,65	0,08	
DMO Tronco	Fut	0,96	0,09	2,239; 53; 0,029
	Nat	0,90	0,11	
DMO Pélvis	Fut	1,11	0,12	3,595; 53; 0,001
	Nat	0,99	0,14	
DMO Total	Fut	1,08	0,07	2,315; 37,779; 0,033
	Nat	1,02	0,12	

Legenda: n= número de atletas; Média= M; dp= Desv. Padrão; t= t de Student; gl=graus de liberdade; p=significância

A DMO apresenta um valor mais elevado entre os futebolistas na maioria das avaliações, manifestando-se as diferenças de forma estatisticamente significativa nos MI ($p < 0,005$), Tronco ($p = 0,029$), Pélvis ($p = 0,001$) e Corpo total ($p = 0,033$). Os nadadores apresentam maior valor de DMO nos MS, no entanto a diferença não é estatisticamente significativa.

Discussão

Embora do ponto de vista antropométrico os atletas de ambas não apresentem diferenças, quando comparamos a CC dos dois grupos encontramos diferenças relativamente à MM, COMO e DMO.

A gordura corporal nos nadadores, exibiu valor médio mais elevado quando comparada com os outros atletas conforme relatado em estudos consultados (Fleck, 1983). Apesar de encontrarmos estudos que apresentam resultados diferentes, nadadoras jovens apresentavam menor gordura corporal que praticantes de futebol, basquetebol e andebol (Ubago-Guisado et al., 2017). Quando comparados com a população geral, não praticante de desporto, os nadadores apresentam sempre menor gordura corporal (Dave et al., 2015), sendo mesmo modalidade aconselhada para reduzir gordura corporal (Dassanayake et al., 2016). Um estudo que compara jovens praticantes de natação com grupo de controlo, avaliação basal e após 6 meses de treino para o grupo natação, esta investigação conclui que os nadadores apresentavam uma diminuição percentual da massa gorda relativamente ao grupo controlo

(Rodrigues-Ferreira et al., 2015), que os investigadores atribuem ao treino, em particular ao alto volume de treino da modalidade. A nossa amostra evidenciava maiores valores absolutos e percentuais de MG relativamente a todos os compartimentos avaliados, exceção feita para os MI, o que está de acordo com os textos enunciados, mesmo com a investigação de *Ubago-Guisado et al.* (Ubago-Guisado et al., 2017) pois apesar de encontrar menor quantidade de massa gorda em geral nos nadadores, estes apresentam menor massa gorda também nos MI. Os valores relativos a MG encontrados no nosso estudo são similares ao estudo realizado por Rodrigues-Ferreira et al, que estudam adolescentes ($13,5 \pm 1,5$ anos) relativamente à MG antes e após 6 meses de treino de natação, a percentagem de MG é de $15,2 \pm 2,9\%$, IMC $20,4 \pm 2,4$, após 6 meses de treino (Rodrigues-Ferreira et al., 2015). Encontrámos também um estudo que avalia, entre outros dados, a MG de nadadores com idades compreendidas entre 11-18 anos, na avaliação por DEXA, apresentam uma MG percentual média de $18,5\% \pm 4,7$, valor mais elevado que no nosso estudo, que pode ser explicado pela inclusão de atletas mais novos, normalmente com valores percentuais de MG mais elevados (Lozano-Berges et al., 2017).

Alguns autores associam a maior quantidade percentual de MG dos nadadores, relativamente a outros desportos, como promotora de flutuabilidade (Stager et al., 1984), no entanto outros estudos menorizam a sua importância, associando o aumento da Massa Magra a melhores resultados na performance em natação (Lowensteyn et al., 1994; McLean & Hinrichs, 2000). Esta premissa está de acordo com os resultados apresentados por nós, pois os nadadores evidenciam maior quantidade de MM nos MS relativamente aos futebolistas, os MS são de crucial importância para a performance em natação, pois são os principais propulsores do movimento, independentemente da técnica adotada. Um estudo que avaliava alterações da CC e características musculares, ao longo de uma época, correlacionando-as com performance de nadadores mostra que havia um aumento na massa magra generalizada, mas com diferenças marcadas nos MS, que segundo os autores explicavam o aumento de performance constatado ao longo da época (Roelofs et al., 2017).

O valor da MM nos nadadores é maior em todos os compartimentos avaliados tanto em valor absoluto como percentualmente, menos nos MI. Nos MS esta diferença é estatisticamente significativa, que poderá estar relacionado com melhoria na força de propulsão do MS (Veronese da Costa et al., 2012). Estão associados a melhores níveis de MM nos membros superiores, melhores performances e melhores tempos, em provas de 100 metros (Nevill et al., 2015). Um estudo que avaliava alterações da CC e características musculares, ao longo de uma época, correlacionando-as com performance de nadadores mostra que há um aumento na massa magra generalizada, mas com diferenças marcadas nos MS, que segundo os autores explicam o aumento de performance constatado ao longo da época (Roelofs et al., 2017).

A este maior valor de MM nos MS, nos nadadores, está associada uma maior DMO e CMO, quando comparados com os futebolistas. Este resultado está de acordo com investigações acerca do reconhecimento da unidade osso-músculo, que defende interdependência entre estas duas unidades consideradas estanques (Guimarães et al., 2018; Tagliaferri et al., 2015). Investigadores defendem que o aumento da força/dimensão muscular precede o aumento de massa óssea localizada, durante o desenvolvimento pubertário (Jackowski et al., 2014), assumem que o aumento da massa muscular promove a manutenção da DMO na idade adulta.

A CMO e DMO era maior em todos os outros compartimentos avaliados nos praticantes de futebol. Este resultado era de alguma forma esperado pois os estudos anteriores demonstravam que os atletas que praticam desportos de maior impacto apresentam maior CMO e DMO (Andreoli et al., 2001; Milanese et al., 2013), o futebol particularmente é um dos desportos tidos como propiciador de aumento de massa óssea (Mottini et al., 2008; Vlachopoulos et al., 2018), nomeadamente nas estruturas que efetivamente suportam as forças exercidas pelo peso corporal aquando da efetivação do exercício (Quiterio et al., 2011), sobretudo nos MI, no nosso estudo o único compartimento anatómico considerado, onde a Massa Óssea é sempre preponderante nos futebolistas. Estudos consultados que comparam praticantes de futebol e natação, independentemente do género ou escalão etário mostram sempre maior quantidade de Massa Óssea nos primeiros (Ferry et al., 2011; Ubago-Guisado et al., 2018) No entanto apesar dos nadadores apresentarem, no geral, menor DMO e CMO que os praticantes de futebol ainda assim em todos os estudos que comparam DMO/CMO entre nadadores e controlos (não praticantes de atividade desportiva) não são encontradas diferenças relativamente a este componente da CC (Gomez-Bruton et al., 2016, 2017; Gómez-Bruton et al., 2013), o que demonstra que a natação não prejudica o normal desenvolvimento ósseo, embora não seja uma atividade desportiva que o promova. Não estão publicados estudos relacionando o aumento de DMO/CMO e performance em nadadores, mas acreditamos que poderia ser prejudicial uma quantidade/percentagem de Massa Óssea similar a praticantes de futebol.

Vários autores têm referido a importância da otimização do pico de Massa óssea na juventude, pois poderá ser benéfico na prevenção da osteoporose em idade adulta (Behringer et al., 2014) tendo em conta este pressuposto devem ser adotadas estratégias para promover o aumento de massa óssea, nomeadamente a participação em desportos de impacto, sobretudo em idades onde o aumento de Massa Óssea é maior e o seu pico ainda não foi atingido (Gordon et al., 2016; Lima et al., 2001; Pettersson et al., 2000).

Conclusão

O nosso estudo mostra que existem diferenças relativamente á CC entre nadadores e futebolistas.

A MG não apresenta grande diferença entre os atletas, revela-se ainda assim sempre maior nos nadadores na maioria dos compartimentos avaliados, salvo nos MI.

Os futebolistas apresentam maior densidade e conteúdo mineral ósseo que os nadadores, nas áreas do corpo nas quais o impacto, associado a este desporto têm mais influência. Podemos considerar o desenvolvimento muscular, maior nos MI nestes atletas, como fator predisponente para o aumento da MO. Por outro lado, os praticantes de nataçãõ têm maior DMO/CMO nos MS, associado ao maior desenvolvimento muscular que ostentam, em concordância com a teoria que defende o modelo de desenvolvimento músculo-osso.

De acordo com as preocupações acerca do desenvolvimento da osteoporose em idade adulta, muitas vezes associada a fraturas, podemos concluir que o futebol é uma atividade desportiva que promove o aumento da DMO, e possibilita picos de DMO mais elevados relativamente à nataçãõ.

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO GERAL e CONCLUSÃO

5.1 Introdução

Este trabalho tinha como principal objetivo a avaliação da CC, em jovens atletas, em diferentes perspetivas. Testou a validade de uma metodologia de avaliação da CC nesta faixa etária. Do ponto de vista dos efeitos biológicos na CC, estimou a sua variação ao longo de uma época desportiva, a influência da nutrição e comparou as alterações decorrentes da prática de diferentes desportos.

A importância da avaliação da CC em atletas, quer do ponto de vista da otimização da performance quer do ponto de vista da preocupação com sua saúde está bem documentada (Ackland et al., 2014), e foi exaustivamente descrita no segundo capítulo desta tese. Em jovens atletas, a relevância da CC ganha sentido, não só pelas razões referidas, (Malina & Geithner, 2011) pela preocupação primordial relativa a um crescimento saudável, mas também pela importância que os clubes dão à identificação de talentos (Johnston et al., 2018; Williams et al., 2020). Abordámos também, neste segundo capítulo, as metodologias, modelos e alterações da CC de acordo com os pressupostos enunciados por Wang et al (Wang et al., 1992). Referenciámos ainda a atividade desportiva, particularmente os dois desportos cujos praticantes foram avaliados, e a relação entre Nutrição e a CC, particularizando a sua importância em atletas.

O quarto capítulo está organizado em quatro estudos que procuram responder às questões, entretanto enunciadas. Estes trabalhos, estruturados no formato de artigo científico compreendem uma discussão exaustiva relativamente aos seus principais achados. Este capítulo, o quinto, propõe uma revisão integrada dos principais contributos dos estudos referidos e as suas limitações. Este capítulo compreende ainda conclusão e perspetivas futuras.

5.2 Discussão geral

Na avaliação da CC o componente estimado com maior frequência é a massa gorda, desde logo pelo aumento generalizado da obesidade (European Commission, 2014; World Health Organization, 2020b), que incrementou o interesse pela avaliação da CC, sendo os métodos de laboratório, nomeadamente a DEXA, considerados os mais fidedignos particularmente em crianças e jovens (Orsso et al., 2020). Relativamente à avaliação da CC em desportistas, também é a massa gorda o componente avaliado com maior frequência, sobretudo pela mais rápida alteração a que está sujeita relativamente aos outros componentes da CC. Mas também por ser considerada nefasta para o desportista do ponto de vista da sua performance, para além da probabilidade de aumento de lesões associadas ao seu aumento (Atakan et al., 2017; Toomey et al., 2017). Desde há muito tempo que é reconhecido à modalidade US eficácia na avaliação da GS, considerada mesmo mais eficaz quando comparada com a antropometria, nomeadamente com a utilização de compassos de *Harpندن*, na altura referia-se como vantagem da antropometria a sua portabilidade, os equipamentos de US, à época, ainda não cumpriam este requisito (Booth et al., 1966)

O nosso primeiro estudo que avaliou a possibilidade da utilização de um aparelho de US, alia a possibilidade de estimar a gordura corporal recorrendo a um protocolo de avaliação da gordura subcutânea, à mais valia da portabilidade (Müller & Maughan, 2013). Esta vantagem, a portabilidade, deve ser seriamente considerada quando nos propomos estimar um número grande de indivíduos, nomeadamente em estudos longitudinais, como o por nós desenvolvido no segundo estudo, pois permite a avaliação dos atletas na academia, diminuindo potencialmente o número de desistentes, tornando viável este tipo de estudos. Constatámos esta realidade com o nosso Estudo III, avaliação nutricional de atletas, com recurso a inquéritos, estes foram todos administrados na academia onde os atletas treinavam, apresentando neste sentido inegáveis vantagens quer para os investigadores quer para os avaliados.

Apesar de existirem bastantes investigações que têm por tema a avaliação do tecido gordo total corporal recorrendo à US como instrumento para o efeito, tendo como modalidades de referência a BI, antropometria e/ou DEXA, não existe consenso na comunidade científica acerca da metodologia a adotar. Um trabalho que propôs um protocolo para medição da espessura da GS, e validou a US como uma ferramenta confiável e precisa

para esta mensuração, chama a atenção que enquanto a US não demonstrar ser superior à Antropometria, com recurso a avaliação de pregas cutâneas, não pode propor-se substituí-la na avaliação da CC. Isto só poderá ter lugar quando estiverem estabelecidos protocolos eficazes, e reproduzíveis (C. Toomey et al., 2011).

No nosso estudo adotámos a metodologia utilizada por Pineau et al em que se propôs prever a gordura total corporal a partir da avaliação da espessura da GS em determinados locais do corpo humano em diversos estudos, com diferentes amostras, incluindo desportistas, apresentando sempre bons resultados (Pineau et al., 2009, 2007, 2010). A simplicidade de procedimentos preconizada, relativamente a outros protocolos de avaliação, foi determinante na escolha do protocolo de avaliação a utilizar dada a idade dos participantes no nosso estudo, (13/14 anos). Este protocolo avaliou por US a GS na zona posterior lateral abdominal, e zona média interior da coxa, assim como perímetros abdominal e da(s) coxa(s), altura, peso e cálculo do IMC.

A avaliação da gordura corporal por ultrassonografia, revelou no nosso estudo resultados aquém das nossas expectativas, apesar de termos utilizado um protocolo testado com bons resultados ainda que com introdução de variantes, desde logo os participantes, jovens atletas em idade de rápidas alterações físicas, nomeadamente da CC. Acreditamos que uma das razões poderá prender-se também com a alteração dos padrões de gordura associados ao crescimento (Kyle et al., 2015).

No nosso trabalho utilizámos um aparelho de US portátil em modo B, que quando comparado com modo A utilizado no estudo referência, é considerado mais eficaz na avaliação da gordura subcutânea, graças à superior resolução, permitindo avaliar interposição de tecido fibroso entre a gordura (Mülleret al., 2013; Toomey, et al., 2011). Os aparelhos que operam em modo A, são considerados similares aos modo B no que diz respeito à avaliação da gordura subcutânea, este estudo considera que constituem uma alternativa aceitável quando não estiver disponível o acesso a aparelhos em modo-B (Wagner et al., 2020). Recentemente uma investigação que avalia a eficácia de dispositivos US modo A para estimar a GS e músculo esquelético, conclui que estes são eficazes na avaliação conjunta de GS e espessura muscular, relativamente à GS foram efetuadas oito avaliações sendo a metodologia considerada menos eficaz na avaliação de GS da axila e da coxa (Ribeiro et al., 2020).

Estas condicionantes podem ter contribuído para o resultado alcançado na nossa investigação, consideramo-la, no entanto, pertinente, pois é pioneira na faixa etária e proporciona novas perspetivas para mais pesquisas na área. Acreditamos ser difícil estabelecer um protocolo que possa ser adotado, quer por todas as faixas etárias quer por todos os biótipos, mas será certamente possível o estabelecer de metodologias de avaliação, da CC por US, tendo em consideração este tipo de condicionantes.

Propusemo-nos, tendo em conta a importância da avaliação da composição corporal em atletas (Ackland et al., 2012), estimar a CC em Jovens atletas ao longo da época desportiva de jovens atletas praticantes de futebol, encontrámos estudos similares em atletas adultos (Oliveira et al., 2021; Walker et al., 2022) que descrevem alterações da CC ao longo da época, no entanto não encontramos estudos em jovens atletas. Para as avaliações recorremos à DEXA, tendo em conta que considerámos como modalidade referência no primeiro estudo.

Neste estudo, que desenvolvemos durante a época desportiva de duas equipas de futebol iniciados (A e B), de um mesmo clube, que avaliámos a CC recorrendo à DEXA, encontrámos alterações que podem ser enquadradas no normal processo de crescimento dos adolescentes. No entanto quando comparadas com os referenciais disponíveis para a população em geral da mesma faixa etária encontramos diferenças em todos os componentes avaliados. Podemos considerar a prática desta modalidade, atendendo aos dados recolhidos, como potenciadora de melhores índices de massa muscular e óssea. Relativamente ao tecido gordo os dados recolhidos mostram níveis inferiores aos da população em geral, mas ainda assim dentro de valores considerados saudáveis para a faixa etária. Uma das limitações deste estudo reside na impossibilidade que tivemos de organizar uma amostra de jovens, da mesma faixa etária não praticantes de desporto, que permitisse a comparação.

Quando comparamos os resultados por nós encontrados relativamente à altura peso e IMC da nossa amostra com os dados da Direção Geral de Saúde para a população portuguesa verificamos que relativamente à altura e peso os nossos atletas encontram-se acima do percentil 75 e relativamente ao IMC acima do percentil 50 (Direcção-Geral da Saúde, 2006). Os dados que encontramos noutros estudos com atletas de futebol da mesma idade, relativamente às avaliações antropométricas efetuadas, são similares aos nossos (Canhadas et al., 2010; Gravina et al., 2008). Este resultado confirma que as características físicas, nomeadamente a estatura e peso, constituem atributos importantes quando se faz a seleção de talentos nas idades mais jovens (Unnithan et al., 2012a, 2012b; Williams et al., 2020).

Quando relacionámos as características antropométricas avaliadas, altura e peso, com posição em campo dos atletas, que determina a sua função na equipa/jogo, os resultados eram semelhantes aos dos estudos encontrados para mesma faixa etária (Bernal-Orozco et al., 2020; Deprez et al., 2015; Gil et al., 2007; Malina et al., 2000; Vaeyens et al., 2006; Wong & Wong, 2009), em investigações cuja amostra integrava futebolistas adultos, estas características por posição em campo eram mantidas (Hencken & White, 2006; Joksimović et al., 2019; le Gall et al., 2010). Estas características que mostravam que os avançados eram mais altos e mais pesados que os médios, mas mais leves que os defesas (centrais) e guarda-redes que eram os mais altos e pesados na maioria das avaliações, segundo estes trabalhos

estas características podem ser determinantes no sucesso dos atletas e justifica a sua importância aquando da seleção de atletas.

O IMC dos nossos atletas quando comparado com os valores propostos em relatório da OMS, situam-se ligeiramente acima do percentil 50. No desenvolvimento deste trabalho fez-se referência ao desenvolvimento maturacional dos jovens atletas. Com efeito o Estudo II procura associar esta dimensão através da variável Estatura Madura Predita, de forma a melhor entender o contributo desta, na possível explicação dos resultados obtidos. A análise que daqui resultou mostra uma “normalidade” do processo maturacional já que, auxologicamente interpretado, se verifica um desenvolvimento crescente do nível de maturação (em média) dos 13 para os 14 anos.

Relativamente aos componentes da CC avaliados, percentualmente o MM e o CMO aumentaram sempre ao longo da época em todos os jogadores, a MG diminuiu na equipa B e manteve-se praticamente inalterada na equipa A. Na equipa B esta alteração pode ser influenciada pelo treino mas também, seguramente, pelo natural processo de crescimento (Guo et al., 1998; Kelly et al., 2009). Relativamente à equipa A as alterações que constatamos na MG, que se mantém constante da primeira para a segunda avaliação e aumenta ainda que ligeiramente da segunda para a terceira, podem dever-se à diminuição da intensidade do treino no final da temporada, levando a uma queda na preparação física dos atletas (Carling & Orhant, 2010; Reilly & Peiser, 2006), aliado ao facto de a época em que foi realizado este estudo não ter corrido particularmente bem a esta equipa do ponto de vista desportivo, ficando arredada da discussão do campeonato em que estavam inseridos relativamente cedo, o que pode ter influenciado os atletas no sentido do menor investimento atlético quer nos treinos quer nos jogos.

Os guarda-redes relativamente aos outros atletas eram os que apresentavam mais MG tanto em valor absoluto com em valor relativo, na maioria dos estudos consultados esta premissa também se verificava (Bernal-Orozco et al., 2020; Gil et al., 2010; Milanese et al., 2015; Silvestre et al., 2006), embora a gordura corporal adicione peso improdutivo ao corpo, reduzindo a aceleração e aumentando o gasto de energia pode também ajudar a absorver o impacto de choques ou quedas no solo, frequentes nos guarda-redes (Meir et al., 2001). Os guarda-redes no nosso estudo diferenciavam-se, relativamente á MG, do resto da amostra. Entre os outros atletas, embora existissem diferenças estas eram menos acentuadas, à semelhança de um trabalho consultado (Matković et al., 2003). Comparámos os valores de MG média dos nossos atletas com estudos que pretendem estabelecer referenciais de MG para a população jovem, a nossa amostra apresenta sempre resultados inferiores para a mesma faixa etária, ressaltando o facto de se tratarem de populações diferentes e metodologias de avaliação não completamente coincidentes com a nossa (Kurtoglu et al., 2010; McCarthy et al., 2006; Ogden et al., 2011).

No sentido de percebermos a influência dos hábitos alimentares destes jogadores na CC, avaliámos a ingestão alimentar, estudo III. Esta avaliação foi realizada aquando primeiro momento de recolha de dados DEXA, no estudo II.

No estudo III, encontramos relação positiva entre o consumo de lípidos e a percentagem de gordura corporal dos atletas, esta relação é expectável, e podemos concluir que apesar do maior gasto energético destes atletas que terá forçosamente consequências na percentagem de massa gorda (Hansen et al., 2005), ainda assim deve ser dada uma atenção especial à prescrição nutricional nomeadamente relacionada com o consumo de lípidos. Esta relação foi encontrada relativamente ao conjunto dos atletas. No entanto quando pormenorizamos esta avaliação por escalão etário observámos que os atletas, equipa A, que consumiam mais lípidos, apresentavam uma menor percentagem de MM, o que pode também ajudar a explicar o comportamento percentual médio da MG ao longo da época desportiva. Por outro lado, encontrámos ainda relativamente a este grupo etário uma associação negativa entre a percentagem do consumo de HC e a percentagem de TG, o que corrobora todo o raciocínio anterior.

O MM aumentou sempre em todos os atletas ao longo da avaliação, este efeito era expectável devido à idade dos atletas, este aumento é estatisticamente significativo em todos os momentos avaliados. Podemos considerar que o aumento de peso na nossa amostra se deve sobretudo ao aumento deste componente, pois apesar de CMO aumentar em ambas equipas e a MG aumentar residualmente na equipa A e diminuir na equipa B, a preponderância do MM e a forma como se altera ao longo da época sustentam esta afirmação. Em estudos que avaliam atletas de futebol relativamente ao MM no início e no fim da época, encontram alterações no MM, aumentando entre as duas avaliações, os autores afirmam que a razão deste aumento se deve à metodologia de treino adotada, evidenciando a importância do treino no desenvolvimento muscular e consequentemente da força nos atletas (Milanese et al., 2015; Silvestre et al., 2006), a força muscular, aliada a outras variáveis físicas e psicológicas, são preponderantes no sucesso do atleta (Rebello et al., 2013). Estes estudos foram desenvolvidos com indivíduos adultos, no nosso estudo em virtude da idade dos atletas não podemos fazer afirmações semelhantes, no entanto e à luz destas investigações seguramente que o aumento do MM na nossa amostra não se deve unicamente ao crescimento.

Desenvolvemos um quarto estudo em que comparamos atletas jovens de duas modalidades distintas, futebol e natação, com diferentes níveis de impacto e apelo a diferentes grupos musculares para desenvolvimento da atividade desportiva. Este Estudo IV, ajuda a explicar e corrobora o que defendemos no anterior parágrafo, pois os atletas de natação apresentavam, relativamente aos de futebol, maior valor de MM em todos os compartimentos avaliados tanto em valor absoluto como percentualmente, menos nos

membros inferiores. Esta diferença era significativa nos membros superiores, com preponderância dos nadadores, e nos membros inferiores, neste caso sendo maior nos futebolistas, estes resultados só podem ser explicados pela atividade desportiva e treino específicos de cada modalidade. Diversos autores têm evidenciado o desenvolvimento e a importância da massa muscular dos membros superiores nos nadadores (Cheung et al., 2018; Dopsaj et al., 2020; Morouço et al., 2015), assim como a dos membros inferiores para os atletas de futebol (Queiroz et al., 2018; Ruas et al., 2015; Śliwowski et al., 2020).

No estudo III encontramos relação positiva entre a percentagem de consumo de HC e o valor médio percentual e valor absoluto de MM, e conseqüente menor valor percentual e absoluto de MG o que está de acordo com literatura consultada (Rouillier et al., 2015). Atualmente enfatiza-se a ingestão adequada de calorias não proteicas, (fornecidas por HC e lípidos) por 1gr de Azoto (N), para a utilização das proteínas na hiperplasia muscular (Amagai, 2018). Sabemos da importância dos HC, para os jovens praticantes de desporto, como aporte principal de energia, sobretudo em exercícios de grande intensidade e duração (Couto et al., 2015; Montfort-Steiger & Williams, 2007; Zakrzewski & Tolfrey, 2016). A taxa de oxidação de HC exógenos é maior, relativamente à massa corporal, em adolescentes que em adultos (Timmons et al., 2003), o que pode ajudar a explicar os nossos resultados relativos à relação entre HC e MM.

Relativamente à avaliação do CMO e DMO, Estudo II, estes parâmetros aumentaram ao longo da época os valores exibidos são sempre mais altos na equipa A que na B. Encontrámos diferenças significativas entre os atletas, guarda-redes e médios, relativamente ao valor absoluto de CMO, (Queiroz et al., 2018) estas diferenças ficam a dever-se às diferenças de peso e altura dos atletas. Quando comparamos a DMO dos atletas avaliados com referenciais de DMO de jovens da mesma faixa etária, da população em geral de outros países Estados Unidos, México e Holanda, os jovens por nós avaliados apresentavam sempre valores mais altos que os encontrados para o percentil 50 nesses estudos (Fan et al., 2014; Kelly et al., 2009; Lopez-Gonzalez et al., 2021; van der Sluis, 2002), o que confirma estudos anteriores que consideram futebol como propiciador do aumento de massa óssea mesmo na juventude (Lozano-Berges et al., 2018; Maillane-Vanegas et al., 2020; Vlachopoulos et al., 2018; Zouch et al., 2015). Quando comparámos o nosso estudo, relativamente à avaliação da DMO, com estudos similares obtivemos resultados semelhantes (Gravina et al., 2008). Esta premissa é provada no nosso estudo IV pois da comparação entre atletas de futebol e de natação, os primeiros apresentam em todos os compartimentos avaliados, exceção feita aos membros superiores, maior DMO e CMO. Relativamente aos membros inferiores este resultado está seguramente relacionado com o apelo muscular e impacto a que os atletas são sujeitos, relativamente aos outros segmentos avaliados autores defendem que este desporto ativa uma grande série de músculos corporais de forma a responder às condicionantes da

atividade física desenvolvida, como mudanças bruscas de direção e de velocidade, remates e contactos corporais estimulando um maior desenvolvimento ósseo (Seabra et al., 2012). Nos membros superiores os nadadores apresentavam maior %CMO, sendo esta diferença estatisticamente significativa, e DMO que associámos ao maior desenvolvimento muscular (MM) que estes atletas patenteavam neste compartimento (Edwards et al., 2013; Guimarães et al., 2018; Tagliaferri et al., 2015). Também neste particular se revela a importância do treino e da especificidade do desporto praticado no desenvolvimento corporal.

No estudo III os atletas que apresentavam, no grupo dos mais novos, 13anos, maior DMO, eram os que ingeriam maior quantidade de calorias, diversos autores têm recentemente publicado trabalhos que associam a restrição calórica a pior prognóstico no desenvolvimento ósseo (Kindler et al., 2021; Yazdanpanah et al., 2021). Neste grupo os que consumiam maior quantidade de HC apresentavam maior DMO; contrariamente aos que consumiam maior quantidade de lípidos, existem trabalhos que defendem que o consumo maior quantidade de HC e menor quantidade de lípidos, pode promover o desenvolvimento ósseo, por permitir uma maior absorção de cálcio, chamam, no entanto, á atenção para a necessidade de publicação de estudos em jovens para compreender o impacto destes macronutrientes no crescimento ósseo (Belbase et al., 2019; Proia et al., 2021) . O consumo de HC nesta modalidade e faixa etária parece ser importante pois influência favoravelmente a composição corporal da nossa amostra.

5.2 Conclusão

A prática desportiva, em particular, na forma das modalidades avaliadas neste trabalho, é benéfica para a saúde dos jovens adolescentes, 12-14 anos, do ponto de vista da sua Composição Corporal.

A Ultrassonografia demonstrou ser uma metodologia promissora na avaliação da Composição Corporal, apresenta diversas vantagens desde logo a inocuidade e portabilidade, precisa, no entanto, de desenvolvimento, nomeadamente a proposta de novos protocolos de avaliação adequados aos vários grupos etários.

A Densitometria Bifotónica (DEXA) demonstrou ser um método sensível e eficaz na avaliação da Composição Corporal, mesmo em jovens atletas. Mostrou ter sensibilidade suficiente para detetar pequenas diferenças na evolução da CC ao longo de uma época desportiva, neste caso com intervalos de cerca de 90 dias entre avaliações. Tendo em vista a preservação da saúde dos jovens praticantes de desportos organizados, estas avaliações (CC) deviam ter um carácter periódico aliadas a avaliação nutricional, da mesma forma que os exames Médico Desportivos estão implementados.

O treino e prática desportiva demonstraram ser determinantes no desenvolvimento da Composição Corporal. A diferença entre modalidades, relativamente a esta dimensão, é patente neste estudo. A influencia do impacto que o desporto produz no atleta ficou bem demonstrado, mas também a importância do binómio músculo/osso como sistema interligado, já patente e diferenciador em jovens adolescentes.

5.3 Perspetivas futuras

O desenvolvimento de protocolos de avaliação da modalidade Ultrassonografia é premente, particularmente nestas idades e situação, praticantes de desporto, pelas razões entretanto explanadas. Estas investigações deverão incidir, em nossa opinião, na definição de zonas anatómicas de aferição adequadas a grupos etários.

Os estudos de Composição Corporal com avaliação nutricional, apesar de frequentes na literatura científica internacional, versam sobretudo adultos. Em nossa opinião deveriam ser intensificados em jovens, particularmente em jovens desportistas, pois à semelhança do nosso, todos os estudos consultados encontraram deficiências no aporte nutricional em participantes. Provavelmente o facto de existirem menor número de estudos sobre este tema, não encontrámos recomendações relativas a todos os macronutrientes para a população em estudo, consideramos uma mais-valia para as equipas técnicas multidisciplinares o estabelecer destas recomendações.

BIBLIOGRAFIA

- Aasen, G., Fagertun, H., & Halse, J. (2010). Effect of regional fat loss assessed by DXA on insulin resistance and dyslipidaemia in obese women. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 70(4), 229–236.
<https://doi.org/10.3109/00365513.2010.525660>
- Abate, N., Burns, D., Peshock, R. M., Garg, A., & Grundy, S. M. (1994). Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. *Journal of Lipid Research*, 35(8), 1490–1496.
- Abu-Zidan, F. M., Hefny, A. F., & Corr, P. (2011). Clinical ultrasound physics. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, 4(4), 501–503. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.86646>
- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Miller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: Review and position statement on behalf of the Ad Hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. medical commission. In *Sports Medicine* (Vol. 42, Issue 3, pp. 227–249).
<https://doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>
- Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Current Status of Body Composition Assessment in Sport. *Sports Medicine*, 42(3), 227–249. <https://doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>
- Aguiar, P. (2007). *Estatística em Investigação Epidemiológica: SPSS*. Climepsi Editores.
- Albanese, C. V., Diessel, E., & Genant, H. K. (2003). Clinical applications of body composition measurements using DXA. *Journal of Clinical Densitometry*, 6(2), 75–85.
<https://doi.org/10.1385/JCD:6:2:75>
- Alricsson, M., & Kahlin, Y. (2016). Physical activity and health in adolescents. *Sedentary Lifestyle: Predictive Factors, Health Risks and Physiological Implications*, 15(3), 115–130.
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A., & Martínez-Vizcaíno, V. (2017). The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 56(9), 729–738.
<https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.06.012>
- Alwis, G., Rosengren, B., Stenevi-Lundgren, S., Düppe, H., Sernbo, I., & Karlsson, M. K. (2010). Normative dual energy X-ray absorptiometry data in Swedish children and adolescents. *Acta Paediatrica*, 99(7), 1091–1099. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.01713.x>
- Amagai, T. (2018). Non-Protein Calorie: Nitrogen Ratio (NPC/N) as an Indicator of Nitrogen Balance in Clinical Settings. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 6(1), 5013–5015. <https://doi.org/10.26717/bjstr.2018.06.001297>
- Andreoli, A., Garaci, F., Cafarelli, F. P., & Guglielmi, G. (2016). Body composition in clinical practice. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1461–1468.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.005>
- Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U., & De Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 507–511.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200104000-00001>

- Andrews, M., & Harrington, P. (2016). Off Pitch: Football's Financial Integrity Weaknesses, and How to Strengthen Them. *SSRN Electronic Journal*, 311. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2746644>
- Antonio-Villa, N. E., Bello-Chavolla, O. Y., Vargas-Vázquez, A., Mehta, R., & Aguilar-Salinas, C. A. (2020). The combination of insulin resistance and visceral adipose tissue estimation improves the performance of metabolic syndrome as a predictor of type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*, 37(7), 1192–1201. <https://doi.org/10.1111/dme.14274>
- Ara, I., Vicente-Rodríguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Dorado, C., Serrano-Sanchez, J. A., & Calbet, J. A. L. (2004). Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *International Journal of Obesity*, 28(12), 1585–1593. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802754>
- Aragon, A. A., Schoenfeld, B. J., Wildman, R., Kleiner, S., VanDusseldorp, T., Taylor, L., Earnest, C. P., Arciero, P. J., Wilborn, C., Kalman, D. S., Stout, J. R., Willoughby, D. S., Campbell, B., Arent, S. M., Bannock, L., Smith-Ryan, A. E., & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: Diets and body composition. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0174-y>
- Arcusa Saura, R., Pilar Zafrilla Rentero, M., & Marhuenda Hernández, J. (2019). Sports Nutrition and Performance. In *Nutrition in Health and Disease - Our Challenges Now and Forthcoming Time* (Issue February). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84467>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278–285. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>
- Atakan, M. M., Unver, E., Demirci, N., Cinemre, A., Bulut, S., & Turnagol, H. H. (2017). Effect of body composition on fitness performance in young male football players. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 19(1), 54–59.
- Baker, L. B., Heaton, L. E., Nuccio, R. P., & Stein, K. W. (2014). Dietitian-observed macronutrient intakes of young skill and team-sport athletes: Adequacy of pre, during, and postexercise nutrition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(2), 166–176. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0132>
- Ball, S. D., & Swan, P. D. (2003). Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. *Journal of Exercise Physiology*, 6(1).
- Bangsbo, J. (2014). Physiological Demands of Football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1–6. https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/SSE125_Bangsbo.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/D03728B2-A407-4AEC-824E-7FDADC4E099B
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Baptista, F., Santos, D. A., Silva, A. M., Mota, J., Santos, R., Vale, S., Ferreira, J., Raimundo, A. M., Moreira, H., & Sardinha, L. B. (2012). Prevalence of the Portuguese Population Attaining Sufficient Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(3), 466–473. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318230e441>
- Baranauskas, M., Stukas, R., Tubelis, L., Žagminas, K., Šurkienė, G., Švedas, E., Giedraitis, V. R., Dobrovolskij, V., & Abaravičius, J. A. (2015). Nutritional habits among high-performance endurance athletes. *Medicina*, 51(6), 351–362. <https://doi.org/10.1016/j.medic.2015.11.004>

- Barbosa, T. M., Morais, J. E., Costa, M. J., Goncalves, J., Marinho, D. A., & Silva, A. J. (2014). Young swimmers' classification based on kinematics, hydrodynamics, and anthropometrics. *Journal of Applied Biomechanics*, *30*(2), 310–315. <https://doi.org/10.1123/jab.2013-0038>
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, *35*(13), 1095–1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Baum, T., Cordes, C., Dieckmeyer, M., Ruschke, S., Franz, D., Hauner, H., Kirschke, J. S., & Karampinos, D. C. (2016). MR-based assessment of body fat distribution and characteristics. *European Journal of Radiology*, *85*(8), 1512–1518. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.013>
- Bazzocchi, A., Filonzi, G., Ponti, F., Albisinni, U., Guglielmi, G., & Battista, G. (2016). Ultrasound: Which role in body composition? *European Journal of Radiology*, *85*(8), 1469–1480. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.04.005>
- Bazzocchi, A., Filonzi, G., Ponti, F., Amadori, M., Sassi, C., Salizzoni, E., Albisinni, U., & Battista, G. (2013). The Role of Ultrasonography in the Evaluation of Abdominal Fat: Analysis of Technical and Methodological Issues. *Academic Radiology*, *20*(10), 1278–1285. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2013.07.009>
- Bazzocchi, A., Ponti, F., Albisinni, U., Battista, G., & Guglielmi, G. (2016). DXA: Technical aspects and application. *European Journal of Radiology*, *85*(8), 1481–1492. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.04.004>
- Beck, K., Thomson, J. S., Swift, R. J., & von Hurst, P. R. (2015). Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 259. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S33605>
- Beelen, M., Zorenc, A., Pennings, B., Senden, J. M., Kuipers, H., & van Loon, L. J. C. (2011). Impact of protein coingestion on muscle protein synthesis during continuous endurance type exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *300*(6), E945–E954. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00446.2010>
- Beeson, W. L., Batech, M., Schultz, E., Salto, L., Firek, A., Deleon, M., Balcazar, H., & Cordero-Macintyre, Z. (2010). Comparison of body composition by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry in Hispanic diabetics. *International Journal of Body Composition Research*, *8*(2), 45–50.
- Behringer, M., Gruetzner, S., McCourt, M., & Mester, J. (2014). Effects of weight-bearing activities on bone mineral content and density in children and adolescents: A meta-analysis. *Journal of Bone and Mineral Research*, *29*(2), 467–478. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2036>
- Bélangier, M., Sabiston, C. M., Barnett, T. A., O'Loughlin, E., Ward, S., Contreras, G., & O'Loughlin, J. (2015). Number of years of participation in some, but not all, types of physical activity during adolescence predicts level of physical activity in adulthood: Results from a 13-year study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *12*(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0237-x>
- Belbase, R. J., Raje, A. D., & Singh, A. (2019). A review on the role of macro and micro nutrients in bone health. *International Journal of Research in Orthopaedics*, *5*(5), 995. <https://doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20193851>
- Belval, L. N., Hosokawa, Y., Casa, D. J., Adams, W. M., Armstrong, L. E., Baker, L. B., Burke, L., Cheuvront, S., Chiampas, G., González-Alonso, J., Huggins, R. A., Kavouras, S. A., Lee, E. C., McDermott, B. P., Miller, K., Schlader, Z., Sims, S., Stearns, R. L., Troyanos, C., & Wingo, J. (2019). Practical Hydration Solutions for Sports. *Nutrients*, *11*(7), 1550. <https://doi.org/10.3390/nu11071550>

- Bernal-Orozco, M. F., Posada-Falomir, M., Quiñónez-Gastélum, C. M., Plascencia-Aguilera, L. P., Arana-Nuño, J. R., Badillo-Camacho, N., Márquez-Sandoval, F., Holway, F. E., & Vizmanos-Lamotte, B. (2020). Anthropometric and Body Composition Profile of Young Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(7), 1911–1923. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003416>
- Bi, X., Seabolt, L., Shibao, C., Buchowski, M., Kang, H., Keil, C., Tyree, R., Silver, H., & Silver, H. J. (2015). DXA-measured visceral adipose tissue predicts impaired glucose tolerance and metabolic syndrome in obese Caucasian and African-American women. *Eur J Clin Nutr*, *69*(3), 329336. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.227>
- Bidaurrazaga-Letona, I., Lekue, J. A., Amado, M., Santos-Concejero, J., & Gil, S. M. (2015). Identifying talented young soccer players: Conditional, anthropometrical and physiological characteristics as predictors of performance. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, *11*(39), 79–95. <https://doi.org/10.5232/ricyde2015.03906>
- Bielohuby, M., Matsuura, M., Herbach, N., Kienzle, E., Slawik, M., Hoeflich, A., & Bidlingmaier, M. (2010). Short-term exposure to low-carbohydrate, high-fat diets induces low bone mineral density and reduces bone formation in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*, *25*(2), 275–284. <https://doi.org/10.1359/jbmr.090813>
- Bilsborough, J. C., Greenway, K., Opar, D., Livingstone, S., Cordy, J., & Coutts, A. J. (2014). The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, *0414*(June 2014), 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.926380>
- Blake, G. M., Naeem, M., & Boutros, M. (2006). Comparison of effective dose to children and adults from dual X-ray absorptiometry examinations. *Bone*, *38*(6), 935–942. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.11.007>
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. In *Comprehensive Physiology* (Vol. 5, Issue 2, pp. 159–169). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Booth, R. A. D., Goddard, B. A., & Paton, A. (1966). Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden calipers and electrical conductivity. *British Journal of Nutrition*, *20*(4), 719–725. <https://doi.org/10.1079/BJN19660073>
- Boreham, C., Robson, P. J., Gallagher, A. M., Cran, G. W., Savage, J. M., & Murray, L. J. (2004). Tracking of physical activity, fitness, body composition and diet from adolescence to young adulthood: The Young Hearts Project, Northern Ireland. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *1*(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-1-14>
- Borggreffe, J., Giravent, S., Campbell, G., Thomsen, F., Chang, D., Franke, M., Günther, A., Heller, M., Wulff, A., Papadakis, A. E., Karantanas, A. H., Papadokostakis, G., Petinellis, E., & Damilakis, J. (2009). Can abdominal multi-detector CT diagnose spinal osteoporosis? *European Radiology*, *19*(11), 172–176. <https://doi.org/10.1007/s00330-008-1099-2>
- Borkan, G. A., Gerzof, S. G., Robbins, A. H., Hulth, D. E., Silbert, C. K., & Silbert, J. E. (1982). Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *American Journal of Clinical Nutrition*, *36*(1), 172–177. <https://doi.org/10.1097/00004728-198304000-00055>
- Bosch, T. A., Dengel, D. R., Kelly, A. S., Sinaiko, A. R., Moran, A., & Steinberger, J. (2015). Visceral adipose tissue measured by DXA correlates with measurement by CT and is associated with cardiometabolic risk factors in children. *Pediatric Obesity*, *10*(3), 172–179. <https://doi.org/10.1111/ijpo.249>
- Bosy-Westphal, A., Mast, M., Eichhorn, C., Becker, C., Kutzner, D., Heller, M., & Müller, M. J. (2003). Validation of air-displacement plethysmography for estimation of body fat mass in healthy elderly subjects. *European Journal of Nutrition*, *42*(4), 207–216. <https://doi.org/10.1007/s00394-003-0416-4>

- Bosy-Westphal, Anja, & Müller, M. J. (2015). Assessment of fat and lean mass by quantitative magnetic resonance. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(5), 446–451. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000201>
- Braakhuis, A. J. (2012). Effect of Vitamin C Supplements on Physical Performance. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4). <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825e19cd>
- Bradbury, K. E., Guo, W., Cairns, B. J., Armstrong, M. E. G., & Key, T. J. (2017). Association between physical activity and body fat percentage, with adjustment for BMI: A large cross-sectional analysis of UK Biobank. *BMJ Open*, 7(3), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011843>
- Bradley, P. S., Mohr, M., Bendiksen, M., Randers, M. B., Flindt, M., Barnes, C., Hood, P., Gomez, A., Andersen, J. L., Di Mascio, M., Bangsbo, J., & Krstrup, P. (2011). Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: Heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*, 111(6), 969–978. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1721-2>
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Bradley, R. H., McRitchie, S., Houts, R. M., Nader, P., & O'Brien, M. (2011). Parenting and the decline of physical activity from age 9 to 15. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-33>
- Brennan, D. D., Whelan, P. F., Robinson, K., Ghita, O., O'Brien, J. M., Sadleir, R., & Eustace, S. J. (2005). Rapid automated measurement of body fat distribution from whole-body MRI. *American Journal of Roentgenology*, 185(2), 418–423.
- Briggs, M. A., Cockburn, E., Rumbold, P. L. S., Rae, G., Stevenson, E. J., & Russell, M. (2015). Assessment of energy intake and energy expenditure of male adolescent academy-level soccer players during a competitive week. *Nutrients*, 7(10), 8392–8401. <https://doi.org/10.3390/nu7105400>
- Brown, K. A., Patel, D. R., & Darmawan, D. (2017). Participation in sports in relation to adolescent growth and development. *Translational Pediatrics*, 6(3), 150–159. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.03>
- Buffa, R., Mereu, E., Comandini, O., Ibanez, M. E., & Marini, E. (2014). Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(11), 1234–1240. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.170>
- Buffa, Roberto, Floris, G. U., Putzu, P. F., & Marini, E. (2011). Body composition variations in ageing. *Collegium Antropologicum*, 35(1), 259–265. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21667542>
- Bujnovky, D., Maly, T., Ford, K., Sugimoto, D., Kunzmann, E., Hank, M., & Zahalka, F. (2019). Physical Fitness Characteristics of High-level Youth Football Players: Influence of Playing Position. *Sports*, 7(2), 46. <https://doi.org/10.3390/sports7020046>
- Burke, L. M., Cox, G. R., Cummings, N. K., & Desbrow, B. (2001). Guidelines for daily carbohydrate intake: Do athletes achieve them? *Sports Medicine*, 31(4), 267–299. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131040-00003>
- Burke, Louise M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003>

- Butte, N. F., Hopkinson, J. M., Wong, W. W., Smith, E. O. bria., & Ellis, K. J. (2000). Body Composition during the First 2 Years of Life: An Updated Reference. *Pediatric Research*, 47(5), 578–585. <https://doi.org/10.1203/00006450-200005000-00004>
- Bytomski, J. R. (2018). Fueling for Performance. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 10(1), 47–53. <https://doi.org/10.1177/1941738117743913>
- Caccialanza, R., Cameletti, B., & Cavallaro, G. (2007). Nutritional intake of young Italian high-level soccer players: Under-reporting is the essential outcome. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(4), 538–542.
- Cadore, E. L., Brentano, M. A., Fernando, L., & Kruehl, M. (2005). Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 11(51), 338–344.
- Caine, D., Purcell, L., & Maffulli, N. (2014). The child and adolescent athlete: a review of three potentially serious injuries. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-6-22>
- Callegari-Jacques, S. M. (2009). *Bioestatística – Princípios e Aplicações*. Artmed.
- Canadian Society for Exercise Physiology. (2017). *Canadian Physical Activity Guidelines* (pp. 1–5). www.csep.ca/guidelines
- Canhadas, I. L., Silva, R. L. P., Chaves, C. R., & Portes, L. A. (2010). Anthropometric and physical fitness characteristics of young male soccer players. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12(4), 239–245. <https://doi.org/10.1590/S1980-00372010000400003>
- Cannell, J. J., Hollis, B. W., Sorenson, M. B., Taft, T. N., & Anderson, J. J. B. (2009). Athletic performance and vitamin D. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5), 1102–1110. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181930c2b>
- Carbuhn, A. F., Fernandez, T. E., Bragg, A. F., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2010). Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(7), 1710–1717. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d09eb3>
- Carew, C., & Cox, D. W. (2017). Laps or lengths? The effects of different exercise programs on asthma control in children. *Journal of Asthma*, 55(8), 877–881. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02770903.2017.1373806>
- Carling, C., & Orhant, E. (2010). Variation in Body Composition in Professional Soccer Players: Interseasonal and Intra-seasonal Changes and the Effects of Exposure Time and Player Position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1332–1339. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc6154>
- Casazza, G. A., Tovar, A. P., Richardson, C. E., Cortez, A. N., & Davis, B. A. (2018). Energy Availability, Macronutrient Intake, and Nutritional Supplementation for Improving Exercise Performance in Endurance Athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 17(6), 215–223. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000494>
- Cassell, C., Benedict, M., & Specker, B. (1996). Bone mineral density in elite 7- to 9-yr-old female gymnasts and swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1243–1246. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00006>
- Castro, R., Cairo, D. A., Silva, L. R., Carneiro, N., Dantas, C., & Marques, F. (2014). *Iron deficiency anemia in adolescents ; a literature review*. 29(6), 1240–1249. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7245>
- Celep, G. S., Kaynar, P., & Rastmanesh, R. (2017). Biochemical Functions of Micronutrients. *Advances in Obesity, Weight Management & Control*, 6(2), 43–45. <https://doi.org/10.15406/aowmc.2017.06.00147>
- Chan, V., & Perlas, A. (2011). Basics of Ultrasound Imaging. In *Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management* (pp. 13–19). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1681-5_2

- Chandra Ghosh, M., Chatterjee, S., Ghosh, M., Susmita Dey, M., Das, D., Chakraborty, B., Teacher Bansberia High School, A., & Teacher Seoraphuli, A. (2015). A study on body composition of children participating in regular football, cricket and gymnastic training. *IOSR Journal of Sports and Physical Education*, 2(1), 33–37. <https://doi.org/10.9790/6737-0213337>
- Cheung, A. T. H., Ma, A. W. W., Fong, S. S. M., Chung, L. M. Y., Bae, Y. H., Liu, K. P. Y., Kam, K. W. K., & Chung, J. W. Y. (2018). A comparison of shoulder muscular performance and lean mass between elite and recreational swimmers Implications for talent identification and development. *Medicine (United States)*, 97(47), 1–5. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013258>
- Chibane, S., Hautier, C., Gaudino, C., Massarelli, R., & Mimouni, N. (2008). Influence of age, maturity and body dimensions on selection of under-17 algerian soccer players. In *Science and Football VI* (pp. 1–6). http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JtmX-DZAHlAC&oi=fnd&pg=PA125&dq=INFLUENCE+OF+AGE+,+MATURITY+AND+BODY+DIMENSIONS+ON+SELECTION+OF+UNDER-17+ALGERIAN+SOCCER+PLAYERS&ots=NC4RwrgN62&sig=sz_5AW2grr1iXDKGUnRdGqi3aYA
- Cho, M., & Kim, J.-Y. (2017a). Changes in physical fitness and body composition according to the physical activities of Korean adolescents. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(5), 568–572. <https://doi.org/10.12965/jer.1735132.566>
- Cho, M., & Kim, J. Y. (2017b). Changes in physical fitness and body composition according to the physical activities of Korean adolescents. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(5), 568–572. <https://doi.org/10.12965/jer.1735132.566>
- Chulani, V. L., & Gordon, L. P. (2014). Adolescent Growth and Development. In *Primary Care - Clinics in Office Practice* (Vol. 41, Issue 3, pp. 465–487). <https://doi.org/10.1016/j.pop.2014.05.002>
- Clénin, G., Cordes, M., Huber, A., Schumacher, Y., Noack, P., Scales, J., & Kriemler, S. (2015). Iron deficiency in sports – definition, influence on performance and therapy. *Swiss Medical Weekly*, 64(1), 6–18. <https://doi.org/10.4414/smw.2015.14196>
- Close, G. L., Hamilton, D. L., Philp, A., Burke, L. M., & Morton, J. P. (2016). New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology and Medicine*, 98, 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016>
- Cobley, J. N., & Marrin, K. (2012). Vitamin E supplementation does not alter physiological performance at fixed blood lactate concentrations in trained runners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(1), 63–70.
- Cohn, S. H., Vaswani, A. N., Yasumura, S., Yuen, K., & Ellis, K. J. (1984). Improved models for determination of body fat by in vivo neutron activation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 40(2), 255–259.
- Coleman, M. D. (2004). *Effect of a Low-Carbohydrate, High-Protein Diet on Bone Mineral Density, Biomarkers of Bone Turnover, and Calcium Metabolism in Healthy Pre-Menopausal Females*. Virginia Polytechnic Institute and State University in.
- Communicable, N. O. N., & Prevention, D. (2012). Investments that Work for Physical Activity. *British Journal of Sports Medicine*, 46(10), 709–712. <https://doi.org/10.1136/bjism.2012.091485>
- Cotugna, N., Vickery, C., & McBee, S. (2005). Sports Nutrition for Young Athletes. *The Journal of School Nursing*, 21(6), 323–328. <https://doi.org/10.1177/10598405050210060401>
- Coutinho, L. A. A., Porto, C. P. M., & Pierucci, A. P. T. R. (2016). Critical evaluation of food intake and energy balance in young modern pentathlon athletes: a cross-sectional study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0127-x>

- Couto, P. G., Bertuzzi, R., de Souza, C. C., Lima, H. M., Kiss, M. A. P. D. M., Roberto de-Oliveira, F., & Eduardo Lima-Silva, A. (2015). High Carbohydrate Diet Induces Faster Final Sprint and Overall 10,000-m Times of Young Runners. *Pediatric Exercise Science*, 27(3), 355–363. <https://doi.org/10.1123/pes.2014-0211>
- Cristiane da Silva, C., Teixeira, A. S., Beres, T., & Goldberg, L. (2003). *Sport and its implications on the bone health of adolescent athletes*. 9(14), 433–438.
- Currie, C., Zanotti, C., Morgan, A., Currie, D., Looze, M. de, Roberts, C., Samdal, O., Smith, O. R. F., & Barnekow, V. (2012). *Social determinants of health and well-being among young people. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: International Report From the 2009/2010 survey*.
- Dalbo, V. J., Roberts, M. D., Hassell, S., & Kerksick, C. M. (2013). Effects of pre-exercise feeding on serum hormone concentrations and biomarkers of myostatin and ubiquitin proteasome pathway activity. *European Journal of Nutrition*, 52(2), 477–487. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0349-x>
- Dalene, K. E., Anderssen, S. A., Andersen, L. B., Steene-johannessen, J., Ekelund, U., Hansen, B. H., & Kolle, E. (2018). Cross-sectional and prospective associations between sleep , screen time , active school travel , sports / exercise participation and physical activity in children and adolescents. *BMC Public Health*, 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5610-7>
- Damilakis, J., Maris, T. G., & Karantanas, A. H. (2007). An update on the assessment of osteoporosis using radiologic techniques. *European Radiology*, 17(6), 1591–1602. <https://doi.org/10.1007/s00330-006-0511-z>
- Dassanayake, T., Rajarathna, A., & Rajarathna, S. (2016). Comparison of BMI and Body Fat Percentages between National Level Teenage Swimmers and Controls. *Advances in Obesity, Weight Management & Control*, 4(6), 148–152. <https://doi.org/10.15406/aowmc.2016.04.00109>
- Dave, P., Subhedar, R., Mishra, P., & Sharma, D. (2015). Body composition parameter changes among young male and female competitive swimmers and nonswimmers. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 5(1), 85. <https://doi.org/10.5455/ijmsph.2016.2905201520>
- Davies, D. S. C., Atherton, F., McBride, M., & Calderwood, C. (2019). UK Chief Medical Officers' Physical Activity Guidelines. In *Department of Health and Social Care* (Issue September). <https://www.gov.uk/government/publications/physical-activity-guidelines-uk-chief-medical-officers-report>
- Dehghan, M., & Merchant, A. T. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutrition Journal*, 7(1), 26. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-26>
- Dempster, P., & Aitkens, S. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. In *Med Sci.Sports Exerc.* (Vol. 27, Issues 0195-9131 (Print), pp. 1692–1697).
- Deprez, D., Franssen, J., Boone, J., Lenoir, M., Philippaerts, R., & Vaeyens, R. (2015). Characteristics of high-level youth soccer players: variation by playing position. *Journal of Sports Sciences*, 33(3), 243–254. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.934707>
- Desbrow, B. (2021). Youth Athlete Development and Nutrition. *Sports Medicine*, 51(S1), 3–12. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01534-6>
- Després, J.-P., Lemieux, I., Bergeron, J., Pibarot, P., Mathieu, P., Larose, E., Rodés-Cabau, J., Bertrand, O. F., & Poirier, P. (2008). Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Risk. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 28(6), 1039–1049. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.107.159228>
- Devlin, B. L., Kingsley, M., Leveritt, M. D., & Belski, R. (2017). Seasonal Changes in Soccer Players' Body Composition and Dietary Intake Practices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3326. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001751>

- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of High Intensity Activity in Premier League Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 205–212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>
- Dias Quiterio, A. L., Carnero, E. A., Baptista, F. M., & Sardinha, L. B. (2011). Skeletal Mass in Adolescent Male Athletes and Nonathletes: Relationships with High-Impact Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3439–3447. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318216003b>
- Direção-Geral da Educação. (2017). *Programa do Desporto Escolar 2017-2021*. 1–17.
- Direção-Geral da Saúde. (2020). *Programa Nacional para a Promoção da Atividade Física*. DGS. <https://www.dgs.pt/programa-nacional-para-a-promocao-da-atividade-fisica.aspx>
- Direção-Geral da Saúde. (2006). *Circular Normativa - ACTUALIZAÇÃO DAS CURVAS DE CRESCIMENTO (05/DSMIA)*. <https://docplayer.com.br/7901394-No-05-dsmia-data-21-02-06-consultas-de-vigilancia-de-saude-infantil-e-juvenil-actualizacao-das-curvas-de-crecimento.html>
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95(4), 1717–1727. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00347.2003>
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1197–1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- Dopsaj, M., Zuoziene, I. J., Milić, R., Cherepov, E., Erlikh, V., Masiulis, N., di Nino, A., & Vodičar, J. (2020). Body Composition in International Sprint Swimmers: Are There Any Relations with Performance? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9464. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249464>
- Drenowatz, C., & Greier, K. (2018). Resistance Training in Youth - Benefits and Characteristics. *Journal of Biomedicine*, 3(Table 1), 32–39. <https://doi.org/10.7150/jbm.25035>
- Dressendorfer, R. H., Petersen, S. R., Lovshin, S. E. M., & Keen, C. L. (2002). Mineral Metabolism in Male Cyclists during High-Intensity Endurance Training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12(1), 63–72. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.12.1.63>
- Duren, D. L., Sherwood, R. J., Czerwinski, S. A., Lee, M., Choh, A. C., Siervogel, R. M., & Chumlea, W. C. (2008). Body composition methods: Comparisons and interpretation. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2(6), 1139–1146. <https://doi.org/10.1177/193229680800200623>
- Duz, S., Kocak, M., & Korkusuz, F. (2009). Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Sport Science*, 9(3), 181–190. <https://doi.org/10.1080/17461390902763425>
- Edwards, M. H., Gregson, C. L., Patel, H. P., Jameson, K. A., Harvey, N. C., Sayer, A. A., Dennison, E. M., & Cooper, C. (2013). Muscle size, strength, and physical performance and their associations with bone structure in the Hertfordshire Cohort Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 28(11), 2295–2304. <https://doi.org/10.1002/jbmr.1972>
- Eichner, E. R. (2000). Minerals: Iron. In R. J. Maughan (Ed.), *NUTRITION IN SPORT* (pp. 326–338). Blackwell Science Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.05.041>

- Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *10*(1), 98. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-98>
- El Maghraoui, A., & Roux, C. (2008). DXA scanning in clinical practice. *Qjm*, *101*(8), 605–617. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcn022>
- Ellis, Kenneth J. (2000). Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews*, *80*(2), 649–680. <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.2.649>
- Ellis, Kenneth J., Shypailo, R. J., Abrams, S. A., & Wong, W. W. (2006). The Reference Child and Adolescent Models of Body Composition: A Contemporary Comparison. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *904*(1), 374–382. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06486.x>
- Enzi, G., Gasparo, M., Biondetti, P. R., Fiore, D., Semisa, M., & Zurlo, F. (1986). Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex age and overweight. In *Am J C/in Nuir* (Vol. 44, pp. 739–746).
- Erlanson, M. C., Lorbergs, A. L., Mathur, S., & Cheung, A. M. (2016). Muscle analysis using pQCT, DXA and MRI. *European Journal of Radiology*, *85*(8), 1505–1511. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.03.001>
- Ersoy, N., Kalkan, I., & Ersoy, G. (2019). Assessment of nutrition status of Turkish elite young male soccer players in the pre-competition period. *Progress in Nutrition*, *21*(1), 12–18. <https://doi.org/10.23751/pn.v21i1.7127>
- Espada, M., Figueiredo, T., Ferreira, C., & Santos, F. (2020). Body composition and physical fitness analysis in different field position u-15 soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, *20*(4), 1917–1924. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.04259>
- European Commission. (2014). *Overweight and obesity - BMI statistics*. Eurostat.
- European Commission, D.-G. for E. and T. (2015). *European guidelines on radiation protection in dental radiology : the safe use of radiographs in dental practice*. Publications Office.
- EUROSTAT. (2020). *Performing (non-work-related) physical activities by sex, age and degree of urbanisation*. Population and Social Conditions. <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>
- Falk, B., & Dotan, R. (2011). Temperature Regulation and Elite Young Athletes. In N. Armstrong & A. M. McManus (Eds.), *The Elite Young Athlete* (Vol. 56, pp. 126–149). Karger. <https://doi.org/10.1159/000320645>
- Fan, B., Shepherd, J. A., Levine, M. A., Steinberg, D., Wacker, W., Barden, H. S., Ergun, D., & Wu, X. P. (2014). National Health and Nutrition Examination Survey Whole-Body Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Reference Data for GE Lunar Systems. *Journal of Clinical Densitometry*, *17*(3), 344–377. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2013.08.019>
- Faneii, M., & Kuczmarski, R. (1984). Ultrasound as an approach body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *39*, 703–709.
- FAO. (2004). Human energy requirements: report of a joint FAO/ WHO/UNU Expert Consultation. Rome, 17-24 October 2001. In *Food and Agriculture Organization of the United Nation* (Issue 1).
- Farajian, P., Kavouras, S. A., Yannakoulia, M., & Sidossis, L. S. (2004). Dietary Intake and Nutritional Practices of Elite Greek Aquatic Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *14*(5), 574–585. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.14.5.574>
- Farias, E. D. S., Gonçalves, E. M., Morcillo, A. M., Guerra-Júnior, G., & Amancio, O. M. S. (2015). Effects of programmed physical activity on body composition in post-pubertal schoolchildren. *Jornal de Pediatria*, *91*(2), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2014.06.004>

- Ferry, B., Duclos, M., Burt, L., Therre, P., Le Gall, F., Jaffré, C., & Courteix, D. (2011). Bone geometry and strength adaptations to physical constraints inherent in different sports: Comparison between elite female soccer players and swimmers. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 29(3), 342–351. <https://doi.org/10.1007/s00774-010-0226-8>
- FFMS. (2018). *Praticantes desportivos federados: total e por algumas federações desportivas + Praticantes desportivos federados: total e por escalão etário*. Pordata. Pordata. <https://www.pordata.pt/DB/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Tabela>
- Fields, D. A., Goran, M. I., & McCrory, M. A. (2002). Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(3), 453–467. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.3.453>
- Fields, D. a, & Hunter, G. R. (2004). Monitoring body fat in the elderly: application of air-displacement plethysmography. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 7(1), 11–14.
- Fields, J. B., Merrigan, J. J., White, J. B., & Jones, M. T. (2018). Body Composition Variables by Sport and Sport-Position in Elite Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3153–3159. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002865>
- FIFA. (2007). FIFA Big Count 2006. In *FIFA Communications Division, Information Services* (Vol. 31).
- FIFA. (2013). *FIFA World Cup 2022*. Executive Committee Welcomes Progress for Palestine Football & Launches Consultation Process on Qatar 2022 Dates. <https://www.fifa.com/worldcup/news/executive-welcomes-progress-for-palestine-football-launches-consultation-2190697>
- Figueiredo, A. J. B. (2007). Morfologia, crescimento pubertário e preparação desportiva - estudo em jovens futebolistas dos 11 aos 15 anos. Tese de Doutoramento. In *Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física - Universidade de Coimbra*.
- Fischer, K., Moewes, D., Koch, M., Müller, H.-P., Jacobs, G., Kassubek, J., Lieb, W., & Nöthlings, U. (2015). MRI-determined total volumes of visceral and subcutaneous abdominal and trunk adipose tissue are differentially and sex-dependently associated with patterns of estimated usual nutrient intake in a northern German population. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(4), 794–807. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.101626>
- Fleck, S. J. (1983). Body composition of elite American athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(6), 398–403. <https://doi.org/10.1177/036354658301100604>
- Fletcher, G. F., Landolfo, C., Niebauer, J., Ozemek, C., Arena, R., & Lavie, C. J. (2018). Promoting Physical Activity and Exercise. *Journal of the American College of Cardiology*, 72(14), 1622–1639. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2141>
- Fomon, S. J., Haschke, F., Ziegler, E. E., & Nelson, S. E. (1982). Body composition of reference children from birth to age 10 years. *American Journal of Clinical Nutrition*, 35(5 Suppl.), 1169–1175. <https://doi.org/10.1093/ajcn/35.5.1169>
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2006). *Morfologia e Crescimento* (2º Edição). Edições FMH.
- Frost, H. M. (2003). Bone's Mechanostat: A 2003 Update. *Anatomical Record - Part A Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 275(2), 1081–1101. <https://doi.org/10.1002/ar.a.10119>
- Frost, H. M., & Schönau, E. (2000). The “muscle-bone unit” in children and adolescents: A 2000 overview. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 13(6), 571–590. <https://doi.org/10.1515/JPEM.2000.13.6.571>
- Fry, A. C., Bloomer, R. J., Falvo, M. J., Moore, C. A., Schilling, B. K., & Weiss, L. W. (2006). Effect of A Liquid Multivitamin/Mineral Supplement on Anaerobic Exercise Performance. *Research in Sports Medicine*, 14(1), 53–64. <https://doi.org/10.1080/15438620500528323>

- Fuller, N. J., Jebb, S. a, Laskey, M. a, Coward, W. a, & Elia, M. (1992). Four-component model for the assessment of body composition in humans: comparison with alternative methods, and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clinical Science*, 82(6), 687–693. <https://doi.org/10.1042/cs0820687>
- Galanti, G., Stefani, L., Scacciati, I., Mascherini, G., Buti, G., Maffulli, N., Galanti, G., Stefani, L., Scacciati, I., Mascherini, G., Buti, G., & Stefani, L. (2015). *Eating and nutrition habits in young competitive athletes : a comparison between soccer players and cyclists . Corresponding author*. 11(8), 44–47.
- García, P. M. R., García-Zapico, P., Patterson, Á. M., & Iglesias-Gutiérrez, E. (2014). Nutrient intake and food habits of soccer players: Analyzing the correlates of eating practice. *Nutrients*, 6(7), 2697–2717. <https://doi.org/10.3390/nu6072697>
- Garg, M., & Kharb, S. (2013). Dual energy X-ray absorptiometry: Pitfalls in measurement and interpretation of bone mineral density. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 17(2), 203. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.109659>
- Garrido, G., Webster, A. L., & Chamorro, M. (2007). Nutritional adequacy of different menu settings in elite Spanish adolescent soccer players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(5), 421–432. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.5.421>
- Garrow, J. S., & Webster, J. (1985). Quetelet's index (W/H²) as a measure of fatness. *International Journal of Obesity*, 9(2), 147–153. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4030199>
- Gialamas, A., Kinnell, A., Mittinty, M. N., Davison, B., Singh, G., & Lynch, J. (2018). Association of anthropometric measures and cardiovascular risk factors in children and adolescents: Findings from the Aboriginal Birth Cohort study. *PLOS ONE*, 13(6), e0199280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199280>
- Gibson, D. J., Burden, S. T., Strauss, B. J., Todd, C., & Lal, S. (2015). The role of computed tomography in evaluating body composition and the influence of reduced muscle mass on clinical outcome in abdominal malignancy: a systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(10), 1079–1086. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.32>
- Gibson, J. C., Stuart-Hill, L., Martin, S., & Gaul, C. (2011). Nutrition Status of Junior Elite Canadian Female Soccer Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(6), 507–514. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.6.507>
- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: Relevance for the selection process. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 438–445. <https://doi.org/10.1519/R-19995.1>
- Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25–32.
- Gil, SM, Gil, J., Irazusta, A., Ruiz, F., & Irazusta, J. (2010). Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and their comparison with the general population. *Biology of Sport*, 27(1), 17–24. <https://doi.org/10.5604/20831862.906762>
- Giulianotti, R., & Robertson, R. (2004). The globalization of football: A study in the glocalization of the “serious life.” *British Journal of Sociology*, 55(4), 545–568. <https://doi.org/10.1111/j.1468-4446.2004.00037.x>
- Gjonbalaj, M., Georgiev, G., & Bjelica, D. (2018). Differences in Anthropometric Characteristics, Somatotype Components, and Functional Abilities Among Young Elite Kosovo Soccer Players Based on Team Position. *International Journal of Morphology*, 36(1), 41–47. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022018000100041>

- Glintborg, D., Petersen, M. H., Ravn, P., Hermann, A. P., & Andersen, M. (2016). Comparison of regional fat mass measurement by whole body DXA scans and anthropometric measures to predict insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome and controls. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, *95*(11), 1235–1243. <https://doi.org/10.1111/aogs.12964>
- Gomes, E. C., Allgrove, J. E., Florida-James, G., & Stone, V. (2011). Effect of vitamin supplementation on lung injury and running performance in a hot, humid, and ozone-polluted environment. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *21*(6), e452–e460. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01366.x>
- Gómez-Bruton, A., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2013). Is Bone Tissue Really Affected by Swimming? A Systematic Review. *PLoS ONE*, *8*(8), e70119. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070119>
- Gomez-Bruton, A., Montero-Marín, J., González-Agüero, A., García-Campayo, J., Moreno, L. A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2016). The Effect of Swimming During Childhood and Adolescence on Bone Mineral Density: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *46*(3), 365–379. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0427-3>
- Gomez-Bruton, A., Montero-Marín, J., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., García-Campayo, J., Moreno, L. A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2017). Swimming and peak bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, *36*(4), 1–13. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1307440>
- Gong, W., Ren, H., Tong, H., Shen, X., Luo, J., & Chen, S. (2007). A comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging to assess visceral fat in the metabolic syndrome. *Asia Pacific Journal of ...*, *16*(Suppl 1), 339–345.
- Gordon, C. M., Zemel, B. S., Wren, T. A. L., & Leonard, M. B. (2016). The Determinants of Peak Bone Mass. *The Journal of Pediatrics*, *180*, 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.09.056>
- Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Preventive Medicine*, *52*(2), 130–132. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.11.013>
- Granja, D. S., Cotovio, R., Pinto, R., Borrego, R., Mendes, L., Carolino, E., Macedo, P., Ferreira, D., Caetano, C., & Mendes, B. (2017). Evaluation of young elite soccer players food intake on match day and highest training load days. *Journal of Human Sport and Exercise*, *12*(4), 1238–1247. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.124.10>
- Gravina, L., Gil, S. M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, J., & Irazusta, J. (2008). Anthropometric and Physiological Differences Between First Team and Reserve Soccer Players Aged 10-14 Years at the Beginning and End of the Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *22*(4), 1308–1314. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a5c8e>
- Gruzdeva, O., Borodkina, D., Uchasova, E., Dyleva, Y., & Barbarash, O. (2018). Localization of fat depots and cardiovascular risk. *Lipids in Health and Disease*, *17*(1). <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0856-8>
- Guglielmi, G., Muscarella, S., & Bazzocchi, A. (2011). Integrated imaging approach to osteoporosis: State-of-the-art review and update. *Radiographics*, *31*(5), 1343–1364. <https://doi.org/10.1148/rg.315105712>
- Guimarães, B. R., Pimenta, L. D., Massini, D. A., dos Santos, D., Siqueira, L. O. da C., Simionato, A. R., dos Santos, L. G. A., Neiva, C. M., & Pessoa Filho, D. M. (2018). Muscle strength and regional lean body mass influence on mineral bone health in young male adults. *PLOS ONE*, *13*(1), e0191769. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191769>
- Gunter, K., Almstedt, H., & Janz, K. (2012). Physical Activity in Childhood May Be the Key to Optimizing to Optimizing Lifespan Skeletal Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *40*(1), 13–21. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/JES.0b013e318236e5ee>

- Gunter, K., Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., Almstedt, H., Fuchs, R. K., Durski, S., & Snow, C. (2008). Impact exercise increases BMC during growth: An 8-year longitudinal study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23(7), 986–993.
<https://doi.org/10.1359/jbmr.071201>
- Guo, Shumei S., Cameron Chumlea, W., Roche, A. F., & Siervogel, R. M. (1998). Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: the fels longitudinal study. *Applied Radiation and Isotopes*, 49(5–6), 581–585.
[https://doi.org/10.1016/S0969-8043\(97\)00190-5](https://doi.org/10.1016/S0969-8043(97)00190-5)
- Guo, Shumei Sun, Wu, W., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (2002). Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(3), 653–658.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/76.3.653>
- Gupta, D., Lammersfeld, C. A., Vashi, P. G., King, J., Dahlk, S. L., Grutsch, J. F., & Lis, C. G. (2008). Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer*, 8(1), 249. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-8-249>
- Gupta, D., Lis, C. G., Dahlk, S. L., King, J., Vashi, P. G., Grutsch, J. F., & Lammersfeld, C. A. (2008). The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutrition Journal*, 7(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-19>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), e1077–e1086.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23–35.
[https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Hagman, M., Helge, E. W., Hornstrup, T., Frstrup, B., Nielsen, J. J., Jørgensen, N. R., Andersen, J. L., Helge, J. W., & Krstrup, P. (2018). Bone mineral density in lifelong trained male football players compared with young and elderly untrained men. *Journal of Sport and Health Science*, 7(2), 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.09.009>
- Haider Shah, A., & Bilal, R. (2009). Body Composition, its Significance and Models for Assessment. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(2), 198–202.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2009.198.202>
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U., Alkandari, J. R., Bauman, A. E., Blair, S. N., Brownson, R. C., Craig, C. L., Goenka, S., Heath, G. W., Inoue, S., Kahlmeier, S., Katzmarzyk, P. T., Kohl, H. W., Lambert, E. V., Lee, I. M., ... Wells, J. C. (2012). Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247–257. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1)
- Halliday, T. M., Peterson, N. J., Thomas, J. J., Kelppinger, K., Hollis, B. W., & Larson-Meyer, D. E. (2011). Vitamin D Status Relative to Diet, Lifestyle, Injury, and Illness in College Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 335–343.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181eb9d4d>
- Hangartner, T. N., Warner, S., Braillon, P., Jankowski, L., & Shepherd, J. (2013). The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Acquisition of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition and Considerations Regarding Analysis and Repeatability of Measures. *Journal of Clinical Densitometry*, 16(4), 520–536.
<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2013.08.007>
- Hannon, M. P., Close, G. L., & Morton, J. P. (2020). Energy and Macronutrient Considerations for Young Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 42(6), 109–119.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000570>

- Hannon, M. P., Flueck, J. L., Greameaux, V., Place, N., Kayser, B., & Donnelly, C. (2021). Key Nutritional Considerations for Youth Winter Sports Athletes to Optimize Growth, Maturation and Sporting Development. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3(January), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.599118>
- Hannon, M. P., Unnithan, V., Morton, J. P., & Close, G. L. (2019). Nutritional strategies to support young athletes. In *Strength and Conditioning for Young Athletes* (pp. 300–335). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351115346-15>
- Hansen, K., Shriver, T., & Schoeller, D. (2005). The effects of exercise on the storage and oxidation of dietary fat. *Sports Medicine*, 35(5), 363–373. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535050-00001>
- Hansen, L., Klausen, K., Bangsbo, J., & Muller, J. (1999). Short longitudinal study of boys playing soccer: Parental height, birth weight and length, anthropometry, and pubertal maturation in elite and nonelite players. *Ped Exerc Sci*, 11, 199–207.
- Hardy, D. S., Stallings, D. T., Garvin, J. T., Xu, H., & Racette, S. B. (2017). Best anthropometric discriminators of incident type 2 diabetes among white and black adults: A longitudinal ARIC study. *PLoS ONE*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168282>
- Harley, J. A., Hind, K., & O'hara, J. P. (2011). Three-compartment body composition changes in elite rugby league players during a super league season, measured by dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1024–1029. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc21fb>
- Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Medicine*, 49(12), 1923–1947. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01170-1>
- Harris, M., & Taylor, G. (2009). *Medical and Health Science Statistics Made Easy*.
- Hassapidou, M. (2011). Carbohydrate requirements of elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 45(2), e2–e2. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081570.23>
- Hassapidou, Maria. (2011). Carbohydrate requirements of elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 45(2), e2–e2. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081570.23>
- Hawley, J. A., & Leckey, J. J. (2015). Carbohydrate Dependence During Prolonged, Intense Endurance Exercise. *Sports Medicine*, 45(S1), 5–12. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0400-1>
- Hebert, J. J., Møller, N. C., Andersen, L. B., & Wedderkopp, N. (2015). Organized sport participation is associated with higher levels of overall health-related physical activity in children (CHAMPS study-DK). *PLoS ONE*, 10(8), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134621>
- Hencken, C., & White, C. (2006). Anthropometric assessment of Premiership soccer players in relation to playing position. *European Journal of Sport Science*, 6(4), 205–211. <https://doi.org/10.1080/17461390601012553>
- Heo, M., Faith, M. S., Pietrobelli, A., & Heymsfield, S. B. (2012). Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95(3), 594–602. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.025171>
- Hernández-Reyes, A., Cámara-Martos, F., Molina-Luque, R., Romero-Saldanã, M., Molina-Recio, G., & Moreno-Rojas, R. (2019). Changes in body composition with a hypocaloric diet combined with sedentary, moderate and high-intense physical activity: A randomized controlled trial. *BMC Women's Health*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12905-019-0864-5>

- Hernlund, E., Svedbom, A., Ivergård, M., Compston, J., Cooper, C., Stenmark, J., McCloskey, E. V., Jönsson, B., & Kanis, J. A. (2013). 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). *Archives of Osteoporosis*, 8(1–2). <https://doi.org/10.1007/s11657-013-0136-1>
- Heydenreich, J., Kayser, B., Schutz, Y., & Melzer, K. (2017). Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 3(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0076-1>
- Heymsfield, B., Wang, S., Baumgartner, Z., Richard, N., & Robert, R. (1997). Human Body Composition: Advances in Models and Methods. *Annual Review of Nutrition*, 17(1), 527–558. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.527>
- Heymsfield, S. B., Peterson, C. M., Thomas, D. M., Heo, M., & Schuna, J. M. (2016). Why are there race/ethnic differences in adult body mass index-adiposity relationships? A quantitative critical review. *Obesity Reviews*, 17(3), 262–275. <https://doi.org/10.1111/obr.12358>
- Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z.-M., & Going, S. (2005). *Human Body Composition* (S. Heymsfield, T. Lohman, Z.-M. Wang, & S. Going (eds.); 2nd Editio). Human Kinetics Publishers.
- Heymsfield, Steven B., Ebbeling, C. B., Zheng, J., Pietrobelli, A., Strauss, B. J., Silva, A. M., & Ludwig, D. S. (2015). Multi-component molecular-level body composition reference methods: evolving concepts and future directions. *Obesity Reviews*, 16(4), 282–294. <https://doi.org/10.1111/obr.12261>
- Heymsfield, Steven B, Lohman, T., Wang, Z.-M., & Going, S. (2005). *Human body composition*. Human Kinetics Publishers.
- Hirooka, M., Kumagi, T., Kurose, K., Nakanushi, S., Michitaka, K., Matsuura, B., Horiike, N., & Onji, M. (2005). A Technique for the Measurement of Visceral Fat by Ultrasonography: Comparison of Measurements by Ultrasonography and Computed Tomography. *Internal Medicine*, 44(8), 794–799. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.44.794>
- Hoch, A. Z., Goossen, K., & Kretschmer, T. (2008). Nutritional Requirements of the Child and Teenage Athlete. In *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2007.12.001>
- Holanda, L. B., & Barros Filho, A. de A. (2006). Métodos aplicados em inquéritos alimentares. *Revista Paulista de Pediatria*, 24(1), 62–70.
- Hoskins, P., Martin, K., & Thrush, A. (2014). Diagnostic Ultrasound: Physics and Equipment. In P. Hoskins, K. Martin, & A. Thrush (Eds.), *Cambridge University Press* (2nd Revise). Cambridge University Press.
- Hosseinzadeh, J., Maghsoudi, Z., Abbasi, B., Daneshvar, P., Hojjati, A., & Ghiasvand, R. (2017). Evaluation of Dietary Intakes, Body Composition, and Cardiometabolic Parameters in Adolescent Team Sports Elite Athletes: A Cross-sectional Study. *Advanced Biomedical Research*, 6(1), 107. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.213667>
- Hu, H. H., Chen, J., & Shen, W. (2017). Segmentation and quantification of adipose tissue by magnetic. 29(2), 259–276. <https://doi.org/10.1007/s10334-015-0498-z>.
- Hui, S. C. N., Zhang, T., Shi, L., Wang, D., Ip, C., & Chu, W. C. W. (2017). Automated segmentation of abdominal subcutaneous adipose tissue and visceral adipose tissue in obese adolescent in MRI. *Magnetic Resonance Imaging*, 45(September 2017), 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2017.09.016>
- Hume, P., & Marfell-Jones, M. (2008). The importance of accurate site location for skinfold measurement. *Journal of Sports Sciences*, 26(12), 1333–1340. <https://doi.org/10.1080/02640410802165707>

- Huotari, P., Nupponen, H., Mikkelsen, L., Laakso, L., & Kujala, U. (2011). Adolescent physical fitness and activity as predictors of adulthood activity. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1135–1141. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585166>
- Hyde, P. N., Kendall, K. L., Fairman, C. M., Coker, N. A., Yarbrough, M. E., & Rossi, S. J. (2016). Use of B-Mode Ultrasound as a Body Fat Estimate in Collegiate Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(12), 3525–3530. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001447>
- Iaia, M. F., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291–306. <https://doi.org/10.1123/ijsp.4.3.291>
- Ibáñez-Alcalde, M. M., Vázquez-López, M. Á., López-Ruzafa, E., Lendínez-Molinos, F. J., Bonillo-Perales, A., & Parrón-Carreño, T. (2020). Prevalence of iron deficiency and related factors in Spanish adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 179(10), 1587–1595. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03651-2>
- Iglesias-Gutiérrez, E., García-Rovés, P. M., García, Á., & Patterson, Á. M. (2008). Food preferences do not influence adolescent high-level athletes' dietary intake. *Appetite*, 50(2–3), 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.11.003>
- Iglesias-Gutiérrez, E., García-Rovés, P. M., Rodríguez, C., Braga, S., Garcia-Zapico, P., & Patterson, Á. M. (2005). Food Habits and Nutritional Status Assessment of Adolescent Soccer Players. A Necessary and Accurate Approach. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 30(1), 18–32. <https://doi.org/10.1139/h05-102>
- International Olympic Committee. (2015). AQUATICS : History of Swimming at the Olympic Games. *Olympic Studies Centre, March*.
- Irlbeck, T., Massaro, J., Bamberg, F., O'donnell, C., Hoffmann, U., & Fox, C. (2010). Association between single-slice measurements of visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue with volumetric measurements: the Framingham Heart Study. *Int J Obes (Lond)*, 34(4), 781–787. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.279>
- Israeli, E., Merkel, D., Constantini, N., Yanovich, R., Evans, R., Shahar, D., & Moran, D. S. (2008). Iron Deficiency and the Role of Nutrition among Female Military Recruits. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(Suppl 1), S685–S690. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818946ae>
- Jackowski, S. A., Lanovaz, J. L., Van Oort, C., & Baxter-Jones, A. D. G. (2014). Does lean tissue mass accrual during adolescence influence bone structural strength at the proximal femur in young adulthood? *Osteoporosis International*, 25(4), 1297–1304. <https://doi.org/10.1007/s00198-013-2592-2>
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504. <https://doi.org/10.1079/BJN19780152>
- Jackson, Andrew S., Janssen, I., Sui, X., Church, T. S., & Blair, S. N. (2012). Longitudinal changes in body composition associated with healthy ageing: men, aged 20-96 years. *The British Journal of Nutrition*, 107(7), 1085–1091. <https://doi.org/10.1017/S0007114511003886>
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2004). *Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk 1 – 3*. 5–7.
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>

- Jayanthi, N. A., Post, E. G., Laury, T. C., & Fabricant, P. D. (2019). Health Consequences of Youth Sport Specialization. *Journal of Athletic Training*, 54(10), 1040–1049. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-380-18>
- Jeanson, A. L., Dupej, J., Villa, C., & Brůžek, J. (2017). Body composition estimation from selected slices: Equations computed from a new semi-automatic thresholding method developed on whole-body CT scans. *PeerJ*, 2017(5). <https://doi.org/10.7717/peerj.3302>
- Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2009). Sport Nutrition. In *Human Kinetics* (2nd Revise). Human Kinetics Publishers.
- Johnston, K., Wattie, N., Schorer, J., & Baker, J. (2018). Talent Identification in Sport: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 97–109. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0803-2>
- Joksimović, M., Skrypchenko, I., Yarymbash, K., Fulurija, D., Nasrolahi, S., & Pantović, M. (2019). Anthropometric characteristics of professional football players in relation to the playing position and their significance for success in the game. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 23(5), 224–230. <https://doi.org/10.15561/18189172.2019.0503>
- Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Lätt, E., Purge, P., Leppik, A., & Jürimäe, T. (2007). Analysis of Swimming Performance from Physical, Physiological, and Biomechanical Parameters in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 19(1), 70–81. <https://doi.org/10.1123/pes.19.1.70>
- Kabiri, L. S., Rodriguez, A. X., Perkins-Ball, A. M., & Diep, C. S. (2019). Organized sports and physical activities as sole influencers of fitness: The homeschool population. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(1), 4–11. <https://doi.org/10.3390/jfmk4010013>
- Kalender, W. A. (2011). Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications. In *Medical Physics* (3rd Editio). Publicis Publishing, Erlangen.
- Kalnina, L., Sauka, M., Priedite, I. S., Timpka, T., Dahlstrom, O., Nylander, E., Selga, G., Ligere, R., Karklina, H., & Larins, V. (2015). Body fat in children and adolescents participating in organized sports: Descriptive epidemiological study of 6048 Latvian athletes. *Scandinavian Journal of Public Health*, 43(6), 615–622. <https://doi.org/10.1177/1403494815581696>
- Kanis, J. A., & Kanis, J. A. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. *Osteoporosis International*, 4(6), 368–381. <https://doi.org/10.1007/BF01622200>
- Kanter, M. (2018). High-Quality Carbohydrates and Physical Performance. *Nutrition Today*, 53(1), 35–39. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000238>
- Karpouzos, A., Diamantis, E., Farmaki, P., Savvanis, S., & Troupis, T. (2017). Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing. *Journal of Osteoporosis*, 2017, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/4218472>
- Karrer, Y., Halioua, R., Mötteli, S., Iff, S., Seifritz, E., Jäger, M., & Claussen, M. C. (2020). Disordered eating and eating disorders in male elite athletes: A scoping review. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000801>
- Kasper, A. M., Langan-evans, C., Hudson, J. F., Brownlee, T. E., Harper, L. D., Naughton, R. J., Morton, J. P., & Close, G. L. (2021). Come back skinfolds, all is forgiven: A narrative review of the efficacy of common body composition methods in applied sports practice. *Nutrients*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/nu13041075>
- Kaul, S., Rothney, M. P., Peters, D. M., Wacker, W. K., Davis, C. E., Shapiro, M. D., & Ergun, D. L. (2012). Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 20(6), 1313–1318. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.393>
- Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B. (2009). Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. *PLoS ONE*, 4(9), e7038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007038>

- Kelso, A., Trájer, E., Machus, K., Treff, G., Müller, W., & Steinacker, J. M. (2017). Assessment of subcutaneous adipose tissue using ultrasound in highly trained junior rowers. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 576–585. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1277788>
- Kerksick, C. M., & Kulovitz, M. (2013). Requirements of Energy, Carbohydrates, Proteins and Fats for Athletes. In *Nutrition and Enhanced Sports Performance* (pp. 355–366). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396454-0.00036-9>
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
- Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics-Errotum*, 95(3), 457.
- Khamis, Harry J., & Roche, A. F. (1994). Predicting Adult Stature Without Using Skeletal Age: The Khamis-Roche Method. *Pediatrics*, 94(4), 504–507. <https://pediatrics.aappublications.org/content/94/4/504.long>
- Kim, S.-H., Oh, C.-S., & Lee, J.-H. (2019). Dietary nutrient intake of Korean adolescent distance runners. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(6), 781–786. <https://doi.org/10.12965/jer.1938682.341>
- Kim, S. K., Kim, H. J., Hur, K. Y., Choi, S. H., Ahn, C. W., Lim, S. K., Kim, K. R., Lee, H. C., Huh, K. B., & Cha, B. S. (2004). Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(4), 593–599.
- Kim, S. R., & Lerman, L. O. (2018). Diagnostic imaging in the management of patients with metabolic syndrome. *Translational Research*, 194(5), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2017.10.009>
- Kindler, J. M., Gallo, S., Khoury, P. R., Urbina, E. M., & Zemel, B. S. (2021). Diet Quality and Bone Density in Youth with Healthy Weight, Obesity, and Type 2 Diabetes. *Nutrients*, 13(9), 3288. <https://doi.org/10.3390/nu13093288>
- Klimek-Piotrowska, W., Koziej, M., Hołda, M. K., Piątek, K., Wszolek, K., Tyszka, A., Kmiotek, E., Pliczko, M., Źliwińska, A., Krauss, K., Miszczyk, M., & Walocha, J. (2015). Anthropometry and body composition of adolescents in Cracow, Poland. *PLoS ONE*, 10(3), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122274>
- Kobayashi, J., Tadokoro, N., Watanabe, M., & Shinomiya, M. (2002). A novel method of measuring intra-abdominal fat volume using helical computed tomography. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders : Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 26, 398–402. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801921>
- Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Häkkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., Putukian, M., Newton, R. U., Rubin, M. R., Gómez, A. L., Vescovi, J. D., Ratamess, N. A., Fleck, S. J., Lynch, J. M., & Knuttgen, H. G. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 121–128. <https://doi.org/10.1519/00124278-200402000-00018>
- Krakauer, N. Y., & Krakauer, J. C. (2018). Anthropometrics, Metabolic Syndrome, and Mortality Hazard. *Journal of Obesity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9241904>
- Kreider, R. B., Almada, A. L., Antonio, J., Broeder, C., Earnest, C., Greenwood, M., Incledon, T., Kalman, D. S., Kleiner, S. M., Leutholtz, B., Lowery, L. M., Mendel, R., Stout, J. R., Willoughby, D. S., & Ziegenfuss, T. N. (2004). ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-1-1-1>

- Kuczmarski, R. J., Fanelli, M. T., & Koch, G. G. (1987). Ultrasonic assessment of body composition in obese adults: Overcoming the limitations of the skinfold caliper. *American Journal of Clinical Nutrition*, 45(4), 717–724. <https://doi.org/10.1093/ajcn/45.4.717>
- Kullberg, J., Angelhed, J. E., Lönn, L., Brandberg, J., Ahlström, H., Frimmel, H., & Johansson, L. (2006). Whole-body T1 mapping improves the definition of adipose tissue: Consequences for automated image analysis. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 24(2), 394–401. <https://doi.org/10.1002/jmri.20644>
- Kumar, A., Moynagh, M. R., Multinu, F., Cliby, W. A., McGree, M. E., Weaver, A. L., Young, P. M., Bakkum-Gamez, J. N., Langstraat, C. L., Dowdy, S. C., Jatoi, A., & Mariani, A. (2016). Muscle composition measured by CT scan is a measurable predictor of overall survival in advanced ovarian cancer. *Gynecologic Oncology*, 142(2), 311–316. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2016.05.027>
- Kuriyan, R. (2018). Body composition techniques. *Indian Journal of Medical Research*, 148(5), 648. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1777_18
- Kurtoglu, S., Mazicioglu, M. M., Ozturk, A., Hatipoglu, N., Cicek, B., & Ustunbas, H. B. (2010). Body fat reference curves for healthy Turkish children and adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 169(11), 1329–1335. <https://doi.org/10.1007/s00431-010-1225-4>
- Kutáč, P., Bunc, V., & Sigmund, M. (2019). Whole-body dual-energy X-ray absorptiometry demonstrates better reliability than segmental body composition analysis in college-aged students. *PLOS ONE*, 14(4), e0215599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215599>
- Kutlu, M., Sofi, N., Bozkus, T., Wallace, J., Billows, D., George, K., & Reilly, T. (2007). Changes in body compositions of elite level amateur and professional soccer players during the competitive season. *Journal of Sports Science and Medicine*, 53–56.
- Kwan, M. Y., Cairney, J., Faulkner, G. E., & Pullenayegum, E. E. (2012). Physical activity and other health-risk behaviors during the transition into early adulthood: A longitudinal cohort study. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(1), 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.08.026>
- Kyle, U. G., Earthman, C. P., Pichard, C., & Coss-Bu, J. A. (2015). Body composition during growth in children: Limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(12), 1298–1305. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.86>
- Kyle, Ursula G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Manuel Gómez, J., Lilienthal Heitmann, B., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., M.W.J Schols, A., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23(6), 1430–1453. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>
- Kyle, Ursula G, Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J.-C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 23(5), 1226–1243. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Lagestad, P., & Mehus, I. (2018). The Importance of Adolescents' Participation in Organized Sport According to VO 2 peak: A Longitudinal Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(2), 143–152. <https://doi.org/10.1080/02701367.2018.1448050>
- Lagestad, P., Mikalsen, H., Ingulfsvann, L. S., Lyngstad, I., & Sandvik, C. (2019). Associations of participation in organized sport and self-organized physical activity in relation to physical activity level among adolescents. *Frontiers in Public Health*, 7(May), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00129>
- Lago, R. R., Ribeiro, T. H. T., & de Souza, M. N. C. (2016). Hábitos alimentares de adolescentes: Uma revisão de literatura. *Adolescência e Saude*, 13(4), 98–103.
- Laitano, O., Runco, J. L., & Baker, L. (2014). Hydration science and strategies in football. *Sports Science Exchange*, 27(128), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00199.x>

- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., & Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, *9*(3), 398–404.
- Latunde-Dada, G. O. (2013). Iron metabolism in athletes - achieving a gold standard. *European Journal of Haematology*, *90*(1), 10–15. <https://doi.org/10.1111/ejh.12026>
- Lavie, C. J., Arena, R., & Blair, S. N. (2016). A call to increase physical activity across the globe in the 21st century. *Future Cardiology*, *12*(6), 605–607. <https://doi.org/10.2217/fca-2016-0055>
- le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*(1), 90–95. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.004>
- Le Jemtel, T. H., Samson, R., Milligan, G., Jaiswal, A., & Oparil, S. (2018). Visceral Adipose Tissue Accumulation and Residual Cardiovascular Risk. *Current Hypertension Reports*, *20*(9). <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0880-0>
- Leahy, S., O'Neill, C., Sohun, R., & Jakeman, P. (2012). A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *European Journal of Applied Physiology*, *112*(2), 589–595. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2010-4>
- Leahy, S., Toomey, C., McCreesh, K., O'Neill, C., & Jakeman, P. (2012). Ultrasound Measurement of Subcutaneous Adipose Tissue Thickness Accurately Predicts Total and Segmental Body Fat of Young Adults. *Ultrasound in Medicine & Biology*, *38*(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2011.10.011>
- Leblanc, J. C., Gall, F. Le, Grandjean, V., & Verger, P. (2002). Nutritional Intake of French Soccer Players at the Clairefontaine Training Center. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *12*(3), 268–280. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.12.3.268>
- Lee, J. E., Pope, Z., & Gao, Z. (2018). The Role of Youth Sports in Promoting Children's Physical Activity and Preventing Pediatric Obesity: A Systematic Review. *Behavioral Medicine*, *44*(1), 62–76. <https://doi.org/10.1080/08964289.2016.1193462>
- Lee, S. Y., & Gallagher, D. (2008). Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *11*(5), 566–572. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
- Leigey, D., Irrgang, J., Francis, K., Cohen, P., & Wright, V. (2009). Participation in high-impact sports predicts bone mineral density in senior olympic athletes. *Sports Health*, *1*(6), 508–513. <https://doi.org/10.1177/1941738109347979>
- Lima, F., De Falco, V., Baima, J., Carazzato, J. G., & Pereira, R. M. R. (2001). Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*(8), 1318–1323. <https://doi.org/10.1097/00005768-200108000-00012>
- Llorente-Cantarero, F., Palomino-Fernández, L., & Gil-Campos, M. (2018). Nutrition for the Young Athlete. *Journal of Child Science*, *08*(01), e90–e98. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1669382>
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(7), 498–505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>

- Lo, G. H., Ikpeama, U. E., Driban, J. B., Kriska, A. M., McAlindon, T. E., Petersen, N. J., Storti, K. L., Eaton, C. B., Hochberg, M. C., Jackson, R. D., Kwok, C. K., Nevitt, M. C., & Suarez-Almazor, M. E. (2019). Evidence that Swimming May Be Protective of Knee Osteoarthritis: Data from the Osteoarthritis Initiative. *PM&R*, 53(9), pmrj.12267. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12267>
- Lockner, D. W., Heyward, V. H., Baumgartner, R. N., & Jenkins, K. a. (2000). Comparison of air-displacement plethysmography, hydrodensitometry, and dual X-ray absorptiometry for assessing body composition of children 10 to 18 years of age. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904, 72–78.
- Loomba-Albrecht, L. A., & Styne, D. M. (2009). Effect of puberty on body composition. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 16(1), 10–15. <https://doi.org/10.1097/MED.0b013e328320d54c>
- Loomba-Albrecht, L., & Styne, D. (2009). Effect of puberty on body composition. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, 16(1), 10–15.
- Lopes C, Oliveira A, Santos AC, Ramos E, S. M. (2006). Consumo alimentar no Porto [Relatório Sumário]. In *Faculdade de Medicina da Universidade do Porto*.
- Lopes, C., Torres, D., Oliveira, A., Severo, M., Alarcão, V., Guiomar, S., Mota, J., Teixeira, P., Rodrigues, S., Lobato, L., Magalhães, V., Correia, D., Pizarro, A., Marques, A., Vilela, S., Oliveira, L., Paul, & Ramos, E. (2017). Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física IAN-AF, 2015-2016. In *U. Porto* (Vol. 112, Issue 483). www.ian-af.up.pt.
- Lopez-Gonzalez, D., Wells, J. C., Cortina-Borja, M., Fewtrell, M., Partida-Gaytán, A., & Clark, P. (2021). Reference values for bone mineral density in healthy Mexican children and adolescents. *Bone*, 142, 115734. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115734>
- Lorente Ramos, R. M., Azpeitia Armán, J., Arévalo Galeano, N., Muñoz Hernández, A., García Gómez, J. M., & Gredilla Molinero, J. (2012). Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*, 54(5), 410–423. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.09.023>
- Lovell, G. (2008). Vitamin D Status of Females in an Elite Gymnastics Program. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(2), 159–161. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181650eee>
- Lowensteyn, I., Signorile, J. F., & Giltz, K. (1994). The effect of varying body composition on swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(3), 149–154. <https://doi.org/10.1519/00124278-199408000-00005>
- Lowery, L. M. (2005). DIETARY FAT AND SPORTS NUTRITION: A PRIMER. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 106–117.
- Lozano-Berges, G., Gómez-Bruton, A., Matute-Llorente, Á., Julián-Almárcegui, C., Gómez-Cabello, A., González-Agüero, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2017). Assessing Fat Mass of Adolescent Swimmers Using Anthropometric Equations: A DXA Validation Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 88(2), 230–236. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1284976>
- Lozano-Berges, G., Matute-Llorente, Á., González-Agüero, A., Gómez-Bruton, A., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2018). Soccer helps build strong bones during growth: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*, 177(3), 295–310. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-3060-3>
- Lu, M., Su, Y., Zhang, Y., Zhang, Z., Wang, W., He, Z., Liu, F., Li, Y., Liu, C., Wang, Y., Sheng, L., Zhan, Z., Wang, X., & Zheng, N. (2015). Effectiveness of aquatic exercise for treatment of knee osteoarthritis. *Zeitschrift Für Rheumatologie*, 74(6), 543–552. <https://doi.org/10.1007/s00393-014-1559-9>
- Lubkowska, W., & Troszczyński, J. (2013). The assessment of aerobic physical capacity in young swimmers. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 01(2), 21–29.

- Lüscher, T. F. (2018). Refining cardiovascular risk: anthropometric measures, potassium, high altitude exposure, and cancer therapy. *European Heart Journal*, 39(17), 1499–1502. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy222>
- Maden-Wilkinson, T. M., Degens, H., Jones, D. A., & McPhee, J. S. (2013). Comparison of MRI and DXA to measure muscle size and age-related atrophy in thigh muscles. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 13(3), 320–328.
- Maillane-Vanegas, S., Agostinete, R. R., Lynch, K. R., Ito, I. H., Luiz-de-Marco, R., Rodrigues-Junior, M. A., Turi-Lynch, B. C., & Fernandes, R. A. (2020). Bone Mineral Density and Sports Participation. *Journal of Clinical Densitometry*, 23(2), 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.05.041>
- Maillane-Vanegas, S., Orbolato, R., Exuperio, I. N., Codogno, J. S., Turi-Lynch, B. C., Queiroz, D. C., Christofaro, D. G. D., & Zanuto, E. A. C. (2017). Can participation in sports during childhood influence physical activity in adulthood? *Motriz: Revista de Educação Física*, 23(spe2), 1–7. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201700si0095>
- Mala, L., Maly, T., Zahalka, F., Bunc, V., Kaplan, A., Jebavy, R., & Tuma, M. (2015). Body Composition of Elite Female Players in Five Different Sports Games. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 207–215. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0021>
- Malina, R. M., Peñareyes, M. E., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 685–693. <https://doi.org/10.1080/02640410050120069>
- Malina, R.M., Reyes, M. E. P., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 685–693. <https://doi.org/10.1080/02640410050120069>
- Malina, R., & Geithner, C. (2011). Body Composition of Young Athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(3), 262–278. <https://doi.org/10.1177/1559827610392493>
- Malina, RM, Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity (2nd ed)* (Second Edi). Human Kinetics, Inc.; Second edition (December 18, 2003).
- Malina, Robert M. (2009). Children and adolescents in the sport culture: The overwhelming majority to the select few. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 7(2), S1–S10. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(09\)60017-4](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(09)60017-4)
- Malina, Robert M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (Second edi). Human Kinetics Publishers.
- Malina, Robert M., Figueiredo, A. J., & Coelho-e-Silva, M. J. (2017). Body Size of Male Youth Soccer Players: 1978–2015. *Sports Medicine*, 47(10), 1983–1992. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0743-x>
- Malina, Robert M. (2007). Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in Sports Medicine*, 26(1), 37–68. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.004>
- Marôco, J. (2007). *Análise Estatística com utilização do SPSS*. Edições Sílabo.
- Marôco, J., & Bispo, R. (2005). *Estatística aplicada às ciências sociais e humanas*. Climepsi Editores.
- Marôco, João. (2010). *Análise Estatística com o PASW Statistics (ex-SPSS)*. 953.
- Marques, A., Ekelund, U., & Sardinha, L. B. (2016). Associations between organized sports participation and objectively measured physical activity, sedentary time and weight status in youth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 154–157. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.02.007>
- Marques, A., & Gaspar de Matos, M. (2014). Adolescents' physical activity trends over the years: a three-cohort study based on the Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) Portuguese survey. *BMJ Open*, 4(10), e006012. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006012>

- Martín-García, A., Casamichana, D., Díaz, A. G., Cos, F., & Tim, J. (2018). Positional Differences in the Most Demanding Passages of Play in Football. *Journal of Sports Science and Medicine, September*, 563–570.
- Martin, A. D., Daniel, M., Clarys, J. P., & Marfell-Jones, M. J. (2003). Cadaver-assessed validity of anthropometric indicators of adipose tissue distribution. *International Journal of Obesity, 27*(9), 1052–1058. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802382>
- Martin, A. D., Drinkwater, D. T., & Clarys, J. P. (1984). Human body surface area: Validation of formulae based on a cadaver study. *Human Biology, 56*(3), 475–488. <https://www.jstor.org/stable/41463593>
- Martinsen, M., & Sundgot-Borgen, J. (2013). Higher Prevalence of Eating Disorders among Adolescent Elite Athletes than Controls. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 45*(6), 1188–1197. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318281a939>
- Mastroeni, S. S. de B. S., Mastroeni, M. F., Ekwaru, J. P., Setayeshgar, S., Veugelers, P. J., Gonçalves, M. de C., & Rondó, P. H. de C. (2019). Anthropometric measurements as a potential non-invasive alternative for the diagnosis of metabolic syndrome in adolescents. *Archives of Endocrinology and Metabolism, 63*(1), 30–39. <https://doi.org/10.20945/2359-3997000000100>
- Matković, B. R., Misigoj-Duraković, M., Matković, B., Janković, S., Ruzić, L., Leko, G., & Kondric, M. (2003). Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Collegium Antropologicum, 27 Suppl 1*, 167–174.
- Mattsson, S., & Thomas, B. J. (2006). Development of methods for body composition studies. *Physics in Medicine and Biology, 51*(13). <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R13>
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Acimovic, T., & Brkic, P. (2014). Body composition assessment in athletes: A systematic review. *Medicinski Pregled, 67*(7–8), 255–260. <https://doi.org/10.2298/MPNS1408255M>
- Mazonakis, M., & Damilakis, J. (2016). Computed tomography: What and how does it measure? *European Journal of Radiology, 85*(8), 1499–1504. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.03.002>
- Mazzocchi, G. (2016). Body composition: Where and when. *European Journal of Radiology, 85*(8), 1456–1460. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.020>
- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity, 30*(4), 598–602. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803232>
- McCrorry, M. A., Gomez, T. D., Bernauer, E. M., & Molé, P. A. (1995). Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 27*(12), 1686–1691.
- McDermott, B. P., Anderson, S. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Chevront, S. N., Cooper, L., Kenney, W. L., O'Connor, F. G., & Roberts, W. O. (2017). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *Journal of Athletic Training, 52*(9), 877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>
- McLean, S. P., & Hinrichs, R. N. (2000). Buoyancy, gender, and swimming performance. *Journal of Applied Biomechanics, 16*(3), 248–263. <https://doi.org/10.1123/jab.16.3.248>
- Meir, R., Newton, R., Curtis, E., Fardell, M., & Butler, B. (2001). Physical Fitness Qualities of Professional Rugby League Football Players: Determination of Positional Differences. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 15*(4), 450. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0450:PFQOPR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0450:PFQOPR>2.0.CO;2)
- Meldrum, D. R., Morris, M. A., & Gambone, J. C. (2017). Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions—but do we have the will? *Fertility and Sterility, 107*(4), 833–839. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.02.104>
- Mello, F. M. de. (2014). *Dicionário de Estatística*. Edições Sílabo.

- Merkel, D. (2013). Youth sport: positive and negative impact on young athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 151. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S33556>
- Mesías, M., Seiquer, I., & Navarro, M. P. (2013). Iron Nutrition in Adolescence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(11), 1226–1237. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.564333>
- Mettler, F. A., Huda, W., Yoshizumi, T. T., & Mahesh, M. (2008). Effective Doses in Radiology and Diagnostic Nuclear Medicine: A Catalog. *Radiology*, 248(1), 254–263. <https://doi.org/10.1148/radiol.2481071451>
- Meyer, F., O'Connor, H., & Shirreffs, S. M. (2007). Nutrition for the young athlete. *Journal of Sports Sciences*, 25(sup1), S73–S82. <https://doi.org/10.1080/02640410701607338>
- Micklesfield, L. K., Evans, J., Norris, S. A., Lambert, E. V., Jennings, C., Joffe, Y., Levitt, N. S., & Goedecke, J. H. (2010). Dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometric estimates of visceral fat in Black and White South African Women. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 18(3), 619–624. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.292>
- Mielgo-Ayuso, J., Maroto-Sánchez, B., Luzardo-Socorro, R., Palacios, G., Palacios Gil-Antuñano, N., & González-Gross, M. (2015). Evaluation of nutritional status and energy expenditure in athletes. *Nutricion Hospitalaria*, 31, 227–236. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8770>
- Milanese, C., Piscitelli, F., Cavedon, V., & Zancanaro, C. (2013). Effect of distinct impact loading sports on body composition in pre-menarcheal girls. *Science and Sports*, 29(1), 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2013.04.002>
- Milanese, Chiara, Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1219–1228. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1022573>
- Milanovic, Z., Jorgić, B., Trajković, N., Sporis, Pantelić, S., & James. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 549. <https://doi.org/10.2147/CIA.S44112>
- Mills, C., De Ste Croix, M., & Cooper, S.-M. (2017). The Importance of Measuring Body Composition in Professional Football Players: A Commentary. *Sports and Exercise Medicine - Open Journal*, 3(1), 24–29. <https://doi.org/10.17140/semoj-3-144>
- Mitra, S., Fernandez-Del-Valle, M., & Hill, J. E. (2017). The role of MRI in understanding the underlying mechanisms in obesity associated diseases. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, 1863(5), 1115–1131. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2016.09.008>
- Mitsiopoulos, N., Baumgartner, R. N., Heymsfield, S. B., Lyons, W., Gallagher, D., Ross, R., Kalyani, R. R., Metter, E. J., Ramachandran, R., Chia, C. W., Saudek, C. D., Ferrucci, L., Biol, J. G. A., Med, S., & Chan, T. (1998). Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol*, 85, 115–122.
- Moeijes, J., van Busschbach, J. T., Bosscher, R. J., & Twisk, J. W. R. (2019). Sports participation and health-related quality of life: a longitudinal observational study in children. *Quality of Life Research*, 28(9), 2453–2469. <https://doi.org/10.1007/s11136-019-02219-4>
- Mohr, M., Nordsborg, N. B., Lindenskov, A., Steinholm, H., Nielsen, H. P., Mortensen, J., Weihe, P., & Krstrup, P. (2014). High-Intensity intermittent swimming improves cardiovascular health status for women with mild hypertension. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/728289>
- Montfort-steiger, V., & Williams, C. A. (2014). *Carbohydrate Intake Considerations for Young Athletes Carbohydrate intake considerations for young athletes. May.*

- Montfort-Steiger, V., & Williams, C. A. (2007). Carbohydrate intake considerations for young athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(3), 343–352.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149421>
- Mooney, A., Kelsey, L., Fellingham, G. W., George, J. D., Hager, R. L., Myrer, J. W., & Vehrs, P. R. (2011). Assessing Body Composition of Children and Adolescents Using Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, Skinfolds, and Electrical Impedance. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 15(1), 2–17.
<https://doi.org/10.1080/1091367X.2011.537873>
- Morais, J. E., Barbosa, T. M., Forte, P., Silva, A. J., & Marinho, D. A. (2021). Young Swimmers' Anthropometrics, Biomechanics, Energetics, and Efficiency as Underlying Performance Factors: A Systematic Narrative Review. *Frontiers in Physiology*, 12(September). <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.691919>
- Morais, J. E., Saavedra, J. M., Costa, M. J., Silva, A. J., Marinho, D. A., & Barbosa, T. M. (2013). Tracking young talented swimmers: Follow-up of performance and its biomechanical determinant factors. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15(3), 129–138. <https://doi.org/10.5277/abb130316>
- Moreno, L. A., León, J. F., Serón, R., Mesana, M. I., & Fleta, J. (2004). Body composition in young male football (soccer) players. *Nutrition Research*, 24(3), 235–242.
<https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.10.006>
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. C. (2015). Relative Contribution of Arms and Legs in 30 s Fully Tethered Front Crawl Swimming. *BioMed Research International*, 2015, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2015/563206>
- Mota, S., Brito, J., Passos, E., Marques, E., Mota, J., Seabra, A., & Rebelo, A. (2010). Variation of Isokinetic Strength and Bone Mineral Density in Youth Portuguese Soccer Players with Age~!2009-07-05~!2009-11-01~!2010-04-20~! *The Open Sports Sciences Journal*, 3(1), 49–51. <https://doi.org/10.2174/1875399x01003010049>
- Mottini, D. U., Cadore, E. L., & Kruehl, L. F. (2008). Efeitos do Exercício na Densidade Mineral Óssea. *Motriz. Revista de Educação Física*, 14(1), 85–95.
- Mudd, L. M., Fornetti, W., & Pivarnik, J. M. (2007). Bone mineral density in collegiate female athletes: Comparisons among sports. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 403–408.
- Mueller, W. H., Harrist, R. B., Doyle, S. R., & Labarthe, D. R. (2004). Percentiles of body composition from bioelectrical impedance and body measurements in U.S. adolescents 8-17 years old: Project Heartbeat! *American Journal of Human Biology*, 16(2), 135–150.
<https://doi.org/10.1002/ajhb.20002>
- Müller, H.-P., Raudies, F., Unrath, A., Neumann, H., Ludolph, A. C., & Kassubek, J. (2011). Quantification of human body fat tissue percentage by MRI. *NMR in Biomedicine*, 24(1), 17–24. <https://doi.org/10.1002/nbm.1549>
- Müller, M. J., Braun, W., Pourhassan, M., Geisler, C., & Bosy-Westphal, A. (2016). Application of standards and models in body composition analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(2), 181–187. <https://doi.org/10.1017/S0029665115004206>
- Müller, W., Horn, M., Fürhapter-Rieger, A., Kainz, P., Kröpfl, J. M., Ackland, T. R., Lohman, T. G., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Sundgot-Borgen, J., Stewart, A. D., & Ahammer, H. (2013). Body composition in sport: interobserver reliability of a novel ultrasound measure of subcutaneous fat tissue. *British Journal of Sports Medicine*, 47(16), 1036–1043.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092233>
- Müller, W., Horn, M., Fürhapter-Rieger, A., Kainz, P., Kröpfl, J. M., Maughan, R. J., & Ahammer, H. (2013). Body composition in sport: a comparison of a novel ultrasound imaging technique to measure subcutaneous fat tissue compared with skinfold measurement. *British Journal of Sports Medicine*, 47(16), 1028–1035.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092232>

- Müller, W., Lohman, T. G., Stewart, A. D., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Sardinha, L. B., Kirihennedige, N., Reguant-Closa, A., Risoul-Salas, V., Sundgot-Borgen, J., Ahammer, H., Anderhuber, F., Fürhapter-Rieger, A., Kainz, P., Materna, W., Pils, U., Pirstinger, W., & Ackland, T. R. (2016). Subcutaneous fat patterning in athletes: selection of appropriate sites and standardisation of a novel ultrasound measurement technique: ad hoc working group on body composition, health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(1), 45–54. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095641>
- Müller, W., & Maughan, R. J. (2013). The need for a novel approach to measure body composition: is ultrasound an answer? *British Journal of Sports Medicine*, *47*(16), 1001–1002. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092882>
- Multani, N. K., Kaur, H., & Chahal, A. (2011). Impact of Sporting activities on Bone Mineral Density. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, *7*(2), 103–109.
- Nakai, R., Azuma, T., Sudo, M., Urayama, S. I., Takizawa, O., & Tsutsumi, S. (2008). MRI analysis of structural changes in skeletal muscles and surrounding tissues following long-term walking exercise with training equipment. *Journal of Applied Physiology*, *105*(3), 958–963. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01204.2007>
- Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., Burke, L. M., Nunes, C. L., Matias, C. N., Santos, D. A., Morgado, J. P., Monteiro, C. P., Sousa, M., Minderico, C. S. C. S., Rocha, P. M., St-Onge, M. P., Sardinha, L. B., Silva, A. M., Gobbo, L. A., Matias, C. N., Petroski, E. L., Gonçalves, E. M., ... Coutts, A. J. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS ONE*, *9*(5), 198–215. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>
- Naughton, G. A., & Carlson, J. S. (2008). Reducing the risk of heat-related decrements to physical activity in young people. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *11*(1), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.07.009>
- Neeland, I. J., Poirier, P., & Després, J.-P. (2018). Cardiovascular and Metabolic Heterogeneity of Obesity: Clinical Challenges and Implications for Management. *Circulation*, *137*(13), 1391–1406. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029617>
- Nelson, T. F., Stovitz, S. D., Thomas, M., LaVoi, N. M., Bauer, K. W., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Do youth sport prevent pediatric obesity? A systematic review and commentary. *Sports, Curr Rep, Med*, *10*(6), 360–370. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318237bf74>
- Nemet, D., & Eliakim, A. (2009). Pediatric sports nutrition: an update. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *12*(3), 304–309. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32832a215b>
- Nepocatych, S., Balilionis, G., & O’Neal, E. K. (2017). Analysis of dietary intake and body composition of female athletes over a competitive season. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, *6*(2), 57–65. <https://doi.org/10.26773/mjssm.2017.09.008>
- Nevill, A. M., Oxford, S. W., & Duncan, M. J. (2015). Optimal body size and limb length ratios associated with 100-m personal-best swim speeds. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *47*(8), 1714–1718. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000586>
- NHMRC. (2006). Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand Including Recommended Dietary Intakes. In *Australian Government*. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-142>
- Nikolaidis, P. T., & Karydis, N. V. (2011). Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian Journal of Sports Medicine*, *2*(2), 75–82. <https://doi.org/10.5812/asjsm.34782>
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Chierico, A., Tafuri, S., & Moretti, B. (2018). Relationship between anthropometric characteristics and playing position in youth soccer. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, *8*(4), 502–506. <https://doi.org/10.11138/mltj/2018.8.4.502>

- Ogan, D., & Pritchett, K. (2013). Vitamin D and the Athlete: Risks, Recommendations, and Benefits. *Nutrients*, 5(6), 1856–1868. <https://doi.org/10.3390/nu5061856>
- Ogden, C. L., Li, Y., Freedman, D. S., Borrud, L. G., & Flegal, K. M. (2011). Smoothed percentage body fat percentiles for U.S. children and adolescents, 1999-2004. *National Health Statistics Reports*, 43, 1999–2004.
- Oliveira, C., Ferreira, D., Caetano, C., Granja, D., Pinto, R., Mendes, B., & Sousa, M. (2017). Nutrition and Supplementation in Soccer. *Sports*, 5(2), 28. <https://doi.org/10.3390/sports5020028>
- Oliveira, R., Francisco, R., Fernandes, R., Martins, A., Nobari, H., Clemente, F. M., & Brito, J. P. (2021). In-Season Body Composition Effects in Professional Women Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12023. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212023>
- Olmedillas, H., González-Agüero, A., Moreno, L. A., Casajus, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Cycling and bone health: a systematic review. *BMC Medicine*, 10(1), 168. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-168>
- Orso, C. E., Silva, M. I. B., Gonzalez, M. C., Rubin, D. A., Heymsfield, S. B., Prado, C. M., & Haqq, A. M. (2020). Assessment of body composition in pediatric overweight and obesity: A systematic review of the reliability and validity of common techniques. *Obesity Reviews*, 21(8). <https://doi.org/10.1111/obr.13041>
- Otten, J., Hellwig, J., & Meyers, L. (Eds.). (2006). *Dietary Reference Intakes: the Essential Guide to Nutrient Requirements*. National Academies Press.
- Ozemek, C., Laddu, D. R., Lavie, C. J., Claeys, H., Kaminsky, L. A., Ross, R., Wisloff, U., Arena, R., & Blair, S. N. (2018). An Update on the Role of Cardiorespiratory Fitness, Structured Exercise and Lifestyle Physical Activity in Preventing Cardiovascular Disease and Health Risk. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(5–6), 484–490. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.11.005>
- Ozemek, C., Lavie, C. J., & Rognum, Ø. (2019). Global physical activity levels - Need for intervention. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.02.004>
- Paschalis, V., Theodorou, A. A., Kyparos, A., Dipla, K., Zafeiridis, A., Panayiotou, G., Vrabas, I. S., & Nikolaidis, M. G. (2016). Low vitamin C values are linked with decreased physical performance and increased oxidative stress: reversal by vitamin C supplementation. *European Journal of Nutrition*, 55(1), 45–53. <https://doi.org/10.1007/s00394-014-0821-x>
- Pearson, N., Griffiths, P., Biddle, S. J. H., Johnston, J. P., & Haycraft, E. (2017). Individual, behavioural and home environmental factors associated with eating behaviours in young adolescents. *Appetite*, 112, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.01.001>
- Pedersen, S. E., Hurd, S. S., Lemanske, R. F., Becker, A., Zar, H. J., Sly, P. D., Soto-Quiroz, M., Wong, G., & Bateman, E. D. (2011). Global strategy for the diagnosis and management of asthma in children 5 years and younger. *Pediatric Pulmonology*, 46(1), 1–17. <https://doi.org/10.1002/ppul.21321>
- Pedroso de Lima, J. J. (2005). *Técnicas de diagnóstico com raios X: aspectos físicos e biofísicos* (Imprensa da Universidade de Coimbra (Ed.); 1ª).
- Pekgor, S., Duran, C., Berberoglu, U., & Eryilmaz, M. A. (2019). The Role of Visceral Adiposity Index Levels in Predicting the Presence of Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Overweight and Obese Patients. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 17(5), 296–302. <https://doi.org/10.1089/met.2019.0005>
- Peters, M. S., Berry, S., & Koley, S. (2014). Relationship of physical characteristics, power and swimming time in sprint swimmers. *Scholars Research Library*, 5(8), 24–29.

- Petrie, H. J., Stover, E. A., & Horswill, C. A. (2004). Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. *Nutrition*, *20*(7–8), 620–631. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.002>
- Pettersson, U., Nordström, P., Alfredson, H., Henriksson-Larsen, K., & Lorentzon, R. (2000). Effect of High Impact Activity on Bone Mass and Size in Adolescent Females: A Comparative Study Between Two Different Types of Sports. *Calcified Tissue International*, *67*(3), 207–214. https://doi.org/10.1046/j.1524-4725.2001.110310_1.x
- Phillips, S. M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*, *108*(S2), S158–S167. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002516>
- Phillips, S. M., Hartman, J. W., & Wilkinson, S. B. (2005). Dietary Protein to Support Anabolism with Resistance Exercise in Young Men. *Journal of the American College of Nutrition*, *24*(2), 134S–139S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2005.10719454>
- Pichard, C., Kyle, U. G., Bracco, D., Slosman, D. O., Morabia, A., & Schutz, Y. (2000). Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. *Nutrition*, *16*(4), 245–254. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00256-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00256-2)
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, *320*(19), 2020–2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- Pietrobelli, A., Formica, C., Wang, Z., & Heymsfield, S. B. (1996). Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *The American Journal of Physiology*, *271*(6 Pt 1), E941–51.
- Pineau, J.-C., Filliard, J. R., & Bocquet, M. (2009). Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes. *Journal of Athletic Training*, *44*(2), 142–147. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.142>
- Pineau, J.-C., Guihard-Costa, A.-M., & Bocquet, M. (2007). Validation of Ultrasound Techniques Applied to Body Fat Measurement. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *51*(5), 421–427. <https://doi.org/10.1159/000111161>
- Pineau, J.-C., Lalys, L., Pellegrini, M., & Battistini, N. C. (2013). Body Fat Mass Assessment: A Comparison between an Ultrasound-Based Device and a Discovery A Model of DXA. *ISRN Obesity*, *2013*, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/462394>
- Positano, V., Gastaldelli, A., Sironi, A. M., Santarelli, M. F., Lombardi, M., & Landini, L. (2004). An accurate and robust method for unsupervised assessment of abdominal fat by MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, *20*(4), 684–689. <https://doi.org/10.1002/jmri.20167>
- Potgieter, S. (2013). Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *South African Journal of Clinical Nutrition*, *26*(1), 6–16. <https://doi.org/10.1080/16070658.2013.11734434>
- Pouliot, M.-C., Després, J.-P., Lemieux, S., Moorjani, S., Bouchard, C., Tremblay, A., Lupien, P. J., & Nadeau, A. (1994). Waist circumference and abdominal sagittal diameter: Best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *The American Journal of Cardiology*, *73*(7), 460–468. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(94\)90676-9](https://doi.org/10.1016/0002-9149(94)90676-9)
- Pramuková, B., Szabadosová, V., & Šoltésová, A. (2011). Current knowledge about sports nutrition. *Australasian Medical Journal*, *4*(3), 107–110. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2011.520>
- Proia, P., Amato, A., Drid, P., Korovljević, D., Vasto, S., & Baldassano, S. (2021). The Impact of Diet and Physical Activity on Bone Health in Children and Adolescents. *Frontiers in Endocrinology*, *12*(September), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.704647>

- Purcell, L. K., Society, C. P., & Sports, P. (2013). Sport nutrition for young athletes. *Paediatrics and Child Health (Canada)*, 18(4), 200–202. <https://doi.org/10.1093/pch/18.4.200>
- Queiroz, D. D. R., Cavalcante, B. R., Soares, A. H. G., Souza, B. C. C. de, Silva, J. R. L. da C., Farah, B. Q., Lucena Filho, A., Ritti Dias, R. M., & Moura dos Santos, M. A. (2018). Função muscular de membros inferiores e massa muscular em jogadores de futebol. *ConScientiae Saúde*, 17(2), 164–170. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v17n2.8043>
- Quiterio, A. L. D., Carnero, E. A., Baptista, F. M., & Sardinha, L. B. (2011). Skeletal mass in adolescent male athletes and nonathletes: Relationships with high-impact sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3439–3447. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318216003b>
- Rama, L. M. P. L. (2009). *Variação de parâmetros fisiológicos , nadadores e remadores numa época*. UNIVERSIDADE DE COIMBRA.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228–235. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924340>
- Ranchordas, M. K., Dawson, J. T., & Russell, M. (2017). Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0193-8>
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-E-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., Malina, R. M., & Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 312–317. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1323729>
- Reilly, J. J., Wilson, J., & Durnin, J. V. G. A. (1995). Determination of body composition from skinfold thickness: A validation study. *Archives of Disease in Childhood*, 73(4), 305–310. <https://doi.org/10.1136/adc.73.4.305>
- Reilly, T., & Peiser, B. (2006). Seasonal variations in health-related human physical activity. *Sports Medicine*, 36(6), 473–485. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636060-00002>
- Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., & Woll, A. (2013). Long-term health benefits of physical activity - A systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-813>
- Ribeiro, G., de Aguiar, R. A., Penteado, R., Lisbôa, F. D., Raimundo, J. A. G., Loch, T., Meira, Â., Turnes, T., & Caputo, F. (2020). A-Mode Ultrasound Reliability in Fat and Muscle Thickness Measurement. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publish Ah*(29). <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003691>
- Roberts, W. O. (2012). Fluid replacement for sports safety and performance. *International SportMed Journal*, 13(2), 39–42. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=84418684&lang=pt-br&site=ehost-live>
- Rodrigues-Ferreira, M. A., Vences Brito, A. M., Mendes, J., Fernandes, R., & Fernando, C. (2015). Changes in Body Composition After 6 Months of Training in Pubertal Swimmers. *International Journal of Morphology*, 33(1), 350–354. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022015000100055>
- Rodrigues-Júnior, M. A., Agostinete, R. R., Luiz-de-Marco, R., Ito, I. H., Ribeiro-dos-Santos, M. R., & Fernandes, R. A. (2017). Bone mineral density gains related to basketball practice in boys: 9-month cohort. *Journal of Human Growth and Development*, 27(1), 71. <https://doi.org/10.7322/jhgd.127655>
- Rodrigues, C. N., Henrique, J. R., Vilela, D. N., Rocha, A. P. C., Toledo, D. O., Ferreira, Á. R. S., & Correia, M. I. T. D. (2020). Ultrasonography to assess body composition: Relevance of training. *Nutrition*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.06.004>

- Rodriguez, N. N. R., Di Marco, N., Langley, S., & DiMarco, N. M. (2009). American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada joint position statement: Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 709–731. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318190eb86>
- Roelofs, E. J., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Hirsch, K. R. (2017). Seasonal Effects on Body Composition, Muscle Characteristics, and Performance of Collegiate Swimmers and Divers. *Journal of Athletic Training*, 52(1), 45–50. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.12.26>
- Romans, L. E. (2011). *Computed Tomography for Technologists: a comprehensive text*. Wolters Kluwer Health|Lippincott Williams & Wilkins.
- Ronald, L., Gibbs, J., & Becker, T. B. (2021). An evidence-based sports nutrition curriculum for youth. *Sport Journal*, 41(2), 1–14.
- Ross, R. (2003). Advances in the application of imaging methods in applied and clinical physiology. *Acta Diabetologica*, 40(SUPPL. 1), s45–s50. <https://doi.org/10.1007/s00592-003-0025-y>
- Ross, R., Goodpaster, B., Kelley, D., & Boada, F. (2000). Magnetic resonance imaging in human body composition research. From quantitative to qualitative tissue measurement. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 12–17. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06415.x>
- Rothney, M. P., Brychta, R. J., Schaefer, E. V, Chen, K. Y., & Monica, C. (2009). Body Composition Measured by Dual-energy X-ray Absorptiometry Half-body Scans in Obese Adults. *Obesity*, 17(6), 1281–1286. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.14>.Body
- Rouillier, M.-A., David-Riel, S., Brazeau, A.-S., St-Pierre, D. H., & Karelis, A. D. (2015). Effect of an Acute High Carbohydrate Diet on Body Composition Using DXA in Young Men. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 66(4), 233–236. <https://doi.org/10.1159/000435840>
- Rowland, T. (2008). Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. *Journal of Applied Physiology*, 105(2), 718–724. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01196.2007>
- Roy, B. A. (2013). Exercise and Fluid Replacement. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 17(4), 3. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e318296bc4b>
- Rozi, G., Thanopoulos, V., Geladas, N., Soultanaki, E., & Dopsaj, M. (2018). Anthropometric characteristics and physiological responses of high level swimmers and performance in 100 m freestyle swimming. *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 101, 3–7. <https://doi.org/10.1051/sm/2018007>
- Ruan, X. Y., Gallagher, D., Harris, T., Albu, J., Heymsfield, S., Kuznia, P., & Heshka, S. (2007). Estimating whole body intermuscular adipose tissue from single cross-sectional magnetic resonance images. *Journal of Applied Physiology*, 102(2), 748–754. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00304.2006>
- Ruas, C. V., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2015). Lower-extremity side-to-side strength asymmetry of professional soccer players according to playing position. *Kinesiology*, 47(2), 188–192.
- Rubin, C. T., & Lanyon, L. E. (1984). Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 66(3), 397–402.
- Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, S., Irazusta, J., Casis, L., & Gil, J. (2005). Nutritional intake is soccer players of different ages. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 235–242. <https://doi.org/10.1080/02640410410001730160>
- Ruohola, J. P., Laaksi, I., Ylikomi, T., Haataja, R., Mattila, V. M., Sahi, T., Tuohimaa, P., & Pihlajamäki, H. (2006). Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(9), 1483–1488. <https://doi.org/10.1359/jbmr.060607>

- Russell, M., & Pennock, A. (2011). Dietary analysis of young professional soccer players for 1 week during the competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1816–1823. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e7fbdd>
- Ryo, M., Maeda, K., Onda, T., Katashima, M., Okumiya, A., Nishida, M., Yamaguchi, T., Funahashi, T., Matsuzawa, Y., Nakamura, T., & Shimomura, I. (2005). A New Simple Method for the Measurement of Visceral Fat Accumulation by Bioelectrical Impedance. *Diabetes Care*, 28(2), 451–453. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.2.451>
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educación Física y Deporte*, 9(66).
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2010). A Multivariate Analysis of Performance in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 22(1), 135–151. <https://doi.org/10.1123/pes.22.1.135>
- Saito, K., Nakaji, S., Umeda, T., Shimoyama, T., Sugawara, K., & Yamamoto, Y. (2003). Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness. *British Journal of Sports Medicine*, 37(2), 144–148. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.2.144>
- Sampsel, S., & May, J. (2007). Assessment and management of obesity and comorbid conditions. *Disease Management*, 10(5), 252–265. <https://doi.org/10.1089/dis.2007.105712>
- Sandström, G., Börjesson, M., & Rödger, S. (2012). Iron Deficiency in Adolescent Female Athletes—Is Iron Status Affected by Regular Sporting Activity? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(6), 495–500. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182639522>
- Santos, C. (2007). *Estatística Descritiva - Manual de Auto-Aprendizagem*. Edições Sílabo.
- Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS ONE*, 9(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097846>
- Sarmento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araújo, D. (2018). Talent Identification and Development in Male Football: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(4), 907–931. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0851-7>
- Sasai, H., Brychta, R. J., Wood, R. P., Rothney, M. P., Zhao, X., Skarulis, M. C., & Chen, K. Y. (2015). Does Visceral Fat Estimated by Dual-Energy X-ray Absorptiometry Independently Predict Cardiometabolic Risks in Adults? *Journal of Diabetes Science and Technology*, 9(4), 917–924. <https://doi.org/10.1177/1932296815577424>
- Sawka, M.N., & Montain, S. J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2 SUPPL.), 564S-572S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.564S>
- Sawka, Michael N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S., & Stachenfeld, N. (2007). Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Sawka, Michael N., Chevront, S. N., & Kenefick, R. W. (2015a). Hypohydration and Human Performance: Impact of Environment and Physiological Mechanisms. *Sports Medicine*, 45(1), 51–60. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0395-7>
- Sawka, Michael N., Chevront, S. N., & Kenefick, R. W. (2015b). Hypohydration and Human Performance: Impact of Environment and Physiological Mechanisms. *Sports Medicine*, 45(S1), 51–60. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0395-7>
- Scafoglieri, A., Clarys, J. P., Cattrysse, E., & Bautmans, I. (2014). Use of Anthropometry for the Prediction of Regional Body Tissue Distribution in Adults: Benefits and Limitations in Clinical Practice. *Aging and Disease*, 5(6), 373–393. <https://doi.org/10.14336/AD.2014.0500373>

- Scafoglieri, A., Tresignie, J., Provyn, S., Marfell-Jones, M., Reilly, T., Bautmans, I., & Clarys, J. P. (2012). Prediction of segmental lean mass using anthropometric variables in young adults. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 777–785.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2012.670716>
- Schneider, B. C., Dumith, S. C., Orlandi, S. P., & Assunção, M. C. F. (2017). Diet and body fat in adolescence and early adulthood: a systematic review of longitudinal studies. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(5), 1539–1552. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017225.13972015>
- Schofield, W. N. (1985). Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Human Nutrition. Clinical Nutrition*.
- Scofield, K. L., & Hecht, S. (2012). Bone Health in Endurance Athletes: Runners, Cyclists, and Swimmers. *Current Sports Medicine Reports*, 11(6), 328–334.
<https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e3182779193>
- Seabra, A., Marques, E., Brito, J., Krstrup, P., Abreu, S., Oliveira, J., Rêgo, C., Mota, 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.
<https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2011.09.003>
- Sergi, G., Bonometto, P., Coin, A., & Enzi, G. (2007). Body Composition: Physiology, Pathophysiology and Methods of Evaluation. *Cachexia and Wasting: A Modern Approach*, 175–183. https://doi.org/10.1007/978-88-470-0552-5_17
- Shen, W., Punyanitya, M., Wang, Z. M., Gallagher, D., St-Onge, M. P., Albu, J., Heymsfield, S. B., & Heshka, S. (2004). Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: Estimation from a single abdominal cross-sectional image. *Journal of Applied Physiology*, 97(6), 2333–2338. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00744.2004>
- Shenkin, A. (2006). Micronutrients in health and disease. *Postgraduate Medical Journal*, 82(971), 559–567. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2006.047670>
- Shepherd, J. A. (2014). Body composition. In *Medical Imaging in Clinical Trials* (2nd ed., Vol. 9781848827, Issue 5, pp. 253–275). Human Kinetics Publishers USA.
https://doi.org/10.1007/978-1-84882-710-3_12
- Shirreffs, S. M., & Sawka, M. N. (2011). Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1).
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.614269>
- Shuster, A., Patlas, M., Pinthus, J. H., & Mourtzakis, M. (2012). The clinical importance of visceral adiposity: A critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *British Journal of Radiology*, 85(1009), 1–10. <https://doi.org/10.1259/bjr/38447238>
- Sigmundová, D., Chmelík, F., Sigmund, E., Feltlová, D., & Frömel, K. (2013). Physical activity in the lifestyle of Czech university students: Meeting health recommendations. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 744–750. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.776638>
- Silva, J. F. da, Aguiar, J. A., Moya, C. A. M., Correia Junior, M. G. A., Gomes, W. dos S., Oliveira, V. M. A. de, Santos, M. A. M. dos, & Queiroz, D. da R. (2020). Association between body composition and aerobic capacity in karate athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e71989>
- Silva, G., Andersen, L. B., Aires, L., Mota, J., Oliveira, J., & Ribeiro, J. C. (2013). Associations between sports participation, levels of moderate to vigorous physical activity and cardiorespiratory fitness in children and adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1359–1367. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.781666>
- Silva, J. R., Magalhães, J., Ascensão, A., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2013). Training Status and Match Activity of Professional Soccer Players Throughout a Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 20–30.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824e1946>

- Silva, R., & Morouço, P. (2017). Evaluation of anthropometric characteristics and physical abilities in a soccer season: comparison between U-15, U-17 and U-19. *Motricidade*, 13(1), 38. <https://doi.org/10.6063/motricidade.7573>
- Silvestre, R., West, C., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body Composition and Physical Performance in Men's Soccer: A Study of a National Collegiate Athletic Association Division I Team. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 177. <https://doi.org/10.1519/R-17715.1>
- Silvestre R, W, K., C, W., D, J., B, S., J, V., D, H., J, A., & C, M. (2006). Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *Journal of Strength and Conditioning Research Training*, 20(4), 962–970.
- Singh, A., Uijtdewilligen, L., Twisk, J. W. R., Mechelen, W. van, & Chinapaw, M. J. M. (2012). Physical Activity and Performance at School. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 166(1), 49. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.716>
- Śliwowski, R., Marynowicz, J., Grygorowicz, M., Wieczorek, A., & Jadczyk, Ł. (2020). Are There Differences in Concentric Isokinetic Strength Performance Profiles between International and Non-International Elite Soccer Players? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 35. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010035>
- Sluis, I. M. van der, Ridder, M. A. J. de, Boot, A. M., Krenning, E. P., & Keizer-Schrama, S. M. P. F. M. (2002). Reference data for bone density and body composition measured with dual energy. *Arch Dis Child*, 87, 341–348.
- Smith, J. W., Holmes, M. E., & McAllister, M. J. (2015). Nutritional Considerations for Performance in Young Athletes. *Journal of Sports Medicine*, 2015, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/734649>
- Smpokos, E., Tsikakis, A., Peres, R., Lappas, V., PeCaravela, Oliveira, P., Linardakis, M., & Group', the 'Olympiacos F. C. A. R. (2019). Physical performance of youth football (soccer) players playing in European and National Leagues' matches. *Sport Journal*, 4(January 2018), N.PAG-N.PAG. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rzh&AN=137893736&site=ehost-live>
- Soriano, J.-M. P., Ioannidou, E., Wang, J., Thornton, J. C., Horlick, M. N., Gallagher, D., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2004). Pencil-Beam vs Fan-Beam Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Comparisons Across Four Systems. *Journal of Clinical Densitometry*, 7(3), 281–289. <https://doi.org/10.1385/JCD:7:3:281>
- Sottier, D., Petit, J. M., Guiu, S., Hamza, S., Benhamiche, H., Hillon, P., Cercueil, J. P., Krausé, D., & Guiu, B. (2013). Quantification of the visceral and subcutaneous fat by computed tomography: Interobserver correlation of a single slice technique. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 94(9), 879–884. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.04.006>
- Spear, B. (2002). Adolescent Growth and Development. *Journal of the American Dietetic Association - Supplement*, 102(3), 23–29. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(02\)90418-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0002-8223(02)90418-9)
- Specker, B. L. (2001). The significance of high bone density in children. *Journal of Pediatrics*, 139(4), 473–475. <https://doi.org/10.1067/mpd.2001.118420>
- Sporis, G., Vuleta, D., Vuleta, D., & Milanović, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1947–1953.
- Stager, J. M., Cordain, L., & Becker, T. J. (1984). Relationship of body composition to swimming performance in female swimmers. *Journal of Swimming Research*, 1(1), 21–26.
- Steffl, M., Kinkorova, I., Kokstejn, J., & Petr, M. (2019a). Macronutrient Intake in Soccer Players-A Meta-Analysis. *Nutrients*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/nu11061305>

- Steffl, M., Kinkorova, I., Kokstejn, J., & Petr, M. (2019b). Macronutrient Intake in Soccer Players—A Meta-Analysis. *Nutrients*, *11*(6), 1305. <https://doi.org/10.3390/nu11061305>
- Stevens, J., McClain, J. E., & Truesdale, K. P. (2008). Selection of measures in epidemiologic studies of the consequences of obesity. *International Journal of Obesity*, *32*, S60–S66. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.88>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & Ridder, J. H. De. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*, *35*(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, *35*(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Storchle, P., Muller, W., Sengeis, M., Ahammer, H., Furhapter-Rieger, A., Bachl, N., Lackner, S., Morkl, S., & Holasek, S. (2017). Standardized Ultrasound Measurement of Subcutaneous Fat Patterning: High Reliability and Accuracy in Groups Ranging from Lean to Obese. *Ultrasound in Medicine and Biology*, *43*(2), 427–438. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.09.014>
- Strandberg, S., Wretling, M.-L., Wredmark, T., & Shalabi, A. (2010). Reliability of computed tomography measurements in assessment of thigh muscle cross-sectional area and attenuation. *BMC Medical Imaging*, *10*, 18. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-10-18>
- Strzala, M., Stanula, A., Głab, G., Glodzik, J., Ostrowski, A., Kaca, M., & Nosiadek, L. (2014). Shaping physiological indices, swimming technique, and their influence on 200m breaststroke race in young swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, *14*(1), 110–117.
- Sun, G., French, C., Martin, G., & Al, E. (2005). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual energy x-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, health population. *American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(10), 74–78. <https://doi.org/81/1/74> [pii]
- Sundgot-Borgen, J., & Garthe, I. (2011). Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body composition. *Journal of Sports Sciences*, *29*(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.565783>
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2007). *Using multivariate statistics*. Pearson International Edition.
- Tagliaferri, C., Wittrant, Y., Davicco, M. J., Walrand, S., & Coxam, V. (2015). Muscle and bone, two interconnected tissues. *Ageing Research Reviews*, *21*, 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.03.002>
- Telama, R., Yang, X., Viikari, J., Välimäki, I., Wanne, O., & Raitakari, O. (2005). Physical activity from childhood to adulthood: A 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, *28*(3), 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.12.003>
- Telford, R. D. R. M., Telford, R. D. R. M., Cochrane, T., Cunningham, R. B., Olive, L. S., & Davey, R. (2016). The influence of sport club participation on physical activity, fitness and body fat during childhood and adolescence: The LOOK Longitudinal Study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(5), 400–406. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.008>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2019). *Swimming*. Encyclopaedia Britannica.
- Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: Why, when and for who? *Clinical Nutrition*, *31*(4), 435–447. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2011.12.011>
- Thibault, R., & Pichard, C. (2012). The evaluation of body composition: A useful tool for clinical practice. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *60*(1), 6–16. <https://doi.org/10.1159/000334879>

- Thomas, D., Erdman, K., & Burke, L. (2016). Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Thomas, E. L., Fitzpatrick, J. A., Malik, S. J., Taylor-Robinson, S. D., & Bell, J. D. (2013). Whole body fat: Content and distribution. *Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy*, 73, 56–80. <https://doi.org/10.1016/j.pnmrs.2013.04.001>
- Thomas, E. Louise, Saeed, N., Hajnal, J. V., Brynes, A., Goldstone, A. P., Frost, G., & Bell, J. D. (1998). Magnetic resonance imaging of total body fat. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 85(5), 1778–1785. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.5.1778>
- Thomas, S. R., Kalkwarf, H. J., Buckley, D. D., & Heubi, J. E. (2005). Effective dose of dual-energy X-ray absorptiometry scans in children as a function of age. *Journal of Clinical Densitometry*, 8(4), 415–422. <https://doi.org/10.1385/JCD:8:4:415>
- Thomas, V., & Reilly, T. (1979). Fitness assessment of English league soccer players through the competitive season. *British Journal of Sports Medicine*, 13(3), 103–109. <https://doi.org/10.1136/bjism.13.3.103>
- Timmons, B. W., Bar-Or, O., & Riddell, M. C. (2003). Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. *Journal of Applied Physiology*, 94(1), 278–284. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00140.2002>
- Tipton, K. D. (2008). Protein for adaptations to exercise training. *European Journal of Sport Science*, 8(2), 107–118. <https://doi.org/10.1080/17461390801919102>
- Tipton, K. D., Rasmussen, B. B., Miller, S. L., Wolf, S. E., Owens-Stovall, S. K., Petrini, B. E., & Wolfe, R. R. (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 281(2), E197–E206. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.2001.281.2.E197>
- Tokunaga, K., Matsuzawa, Y., Ishikawa, K., & Tarui, S. (1983). A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. *International Journal of Obesity*, 7(5), 437–445. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6642855>
- Toledo, D. O., Silva, D. C. de L. e, Santos, D. M. dos, Freitas, B. J. de, Dib, R., Cordioli, R. L., Figueiredo, E. J. de A., Piovacari, S. M. F., & Silva Jr., J. M. (2017). Bedside ultrasound is a practical measurement tool for assessing muscle mass. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 29(4), 476–480. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20170071>
- Tolonen, A., Pakarinen, T., Sassi, A., Kyttä, J., Cancino, W., Rinta-Kiikka, I., Pertuz, S., & Arponen, O. (2021). Methodology, clinical applications, and future directions of body composition analysis using computed tomography (CT) images: A review. *European Journal of Radiology*, 145(May), 109943. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109943>
- Toombs, R. J., Ducher, G., Shepherd, J. A., & De Souza, M. J. (2012). The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. *Obesity*, 20(1), 30–39. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.211>
- Toomey, C. M., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., Reimer, R. A., Woodhouse, L. J., Ghali, B., Doyle-Baker, P. K., & Emery, C. A. (2017). Higher fat mass is associated with a history of knee injury in youth sport. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(2), 80–87. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7101>
- Toomey, C., McCreesh, K., Leahy, S., & Jakeman, P. (2011). Technical considerations for accurate measurement of subcutaneous adipose tissue thickness using B-mode ultrasound. *Ultrasound*, 19(2), 91–96. <https://doi.org/10.1258/ult.2011.010057>

- Torres-Luque, G., Calahorra-Cañada, F., Lara-Sánchez, A. J., Garatachea, N., & Nikolaidis, P. T. (2015). Body composition using bioelectrical impedance analysis in elite young soccer players: the effects of age and playing position. *Sport Sciences for Health, 11*(2), 203–210. <https://doi.org/10.1007/s11332-015-0226-0>
- Torstveit, M. K., & Sundgot-Borgen, J. (2005). Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: A comprehensive controlled study. *British Journal of Sports Medicine, 39*(5), 282–287. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.012781>
- Trost, S. G., Blair, S. N., & Khan, K. M. (2014). Physical inactivity remains the greatest public health problem of the 21st century: evidence, improved methods and solutions using the ‘7 investments that work’ as a framework. *British Journal of Sports Medicine, 48*(3), 169–170. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093372>
- U.S. Department of Health and Human Services. (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans*.
- Ubago-Guisado, E., Vlachopoulos, D., Fatouros, I. G., Deli, C. K., Leontsini, D., Moreno, L. A., Courteix, D., & Gracia-Marco, L. (2018). Longitudinal determinants of 12-month changes on bone health in adolescent male athletes. *Archives of Osteoporosis, 13*(1). <https://doi.org/10.1007/s11657-018-0519-4> LK - http://bc-primo.hosted.exlibrisgroup.com/openurl/BCL/services_page?&sid=EMBASE&issn=18623514&id=doi:10.1007%2Fs11657-018-0519-4&atitle=Longitudinal+determinants+of+12-month+changes+on+bone+health+in+adolescent+male+athletes&stitle=Arch.+Osteoporosis&title=Archives+of+Osteoporosis&volume=13&issue=1&spage=&epage=&aust=Ubago-Guisado&aufirst=Esther&aunit=E.&aull=Ubago-Guisado+E.&coden=&isbn=&pages=-&date=2018&aunit1=E&aunitm=
- Ubago-Guisado, Esther, Gómez-Cabello, A., Sánchez-Sánchez, J., García-Unanue, J., & Gallardo, L. (2015). Influence of different sports on bone mass in growing girls. *Journal of Sports Sciences, 33*(16), 1710–1718. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1004639>
- Ubago-Guisado, Esther, Mata, E., Sánchez-Sánchez, J., Plaza-Carmona, M., Martín-García, M., & Gallardo, L. (2017). Influence of different sports on fat mass and lean mass in growing girls. *Journal of Sport and Health Science, 6*(2), 213–218. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.06.001>
- Ulbricht, L., Neves, E. B., Ripka, W. L., & Romanelli, E. F. R. (2012). Comparison between body fat measurements obtained by portable ultrasound and caliper in young adults. *2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 1952–1955*. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2012.6346337>
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2008). *Sources and effects of ionizing radiation: Vol. I*.
- Unnanuntana, A. (2010). The Assessment of Fracture Risk. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American), 92*(3), 743. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00919>
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012a). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences, 30*(15), 1719–1726. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515>
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012b). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences, 30*(15), 1719–1726. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515>
- Urrechaga, E., Izquierdo-Álvarez, S., Llorente, M., & Escanero, J. (2016). Prevalence of Iron Deficiency in Healthy Adolescent. *Annals of Nutritional Disorders & Therapy, 3*(2), 1587–1595. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03651-2>
- Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., Philippaerts, R. M., & e Silva, M. J. C. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine, 40*(11), 928–934. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.029652>

- van der Sluis, I. M. (2002). Reference data for bone density and body composition measured with dual energy x ray absorptiometry in white children and young adults. *Archives of Disease in Childhood*, 87(4), 341–347. <https://doi.org/10.1136/adc.87.4.341>
- van Hulsteijn, L. T., Pasquali, R., Casanueva, F., Haluzik, M., Ledoux, S., Monteiro, M. P., Salvador, J., Santini, F., Toplak, H., & Dekkers, O. M. (2020). Prevalence of endocrine disorders in obese patients: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Endocrinology*, 182(1), 11–21. <https://doi.org/10.1530/EJE-19-0666>
- Veldhuis, J. D., Roemmich, J. N., Richmond, E. J., Rogol, A. D., Lovejoy, J. C., Sheffield-Moore, M., Mauras, N., & Bowers, C. Y. (2005). Endocrine Control of Body Composition in Infancy, Childhood, and Puberty. *Endocrine Reviews*, 26(1), 114–146. <https://doi.org/10.1210/er.2003-0038>
- Vella, S. A., Cliff, D. P., Okely, A. D., Scully, M. L., & Morley, B. C. (2013). Associations between sports participation, adiposity and obesity-related health behaviors in Australian adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-113>
- Venkatraman, J. T., Leddy, J., & Pendergast, D. (2000). Dietary fats and immune status in athletes: clinical implications. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(Supplement), S389–S395. <https://doi.org/10.1097/00005768-200007001-00003>
- Veronese da Costa, A., dos Santos, M. A., Barbosa Junior, Costa, M. da C., & Melo, W. V. de C. (2012). Estimate of propulsive force in front crawl swimming in young athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 115. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s35430>
- Vicente-Rodriguez, G., Ara, I., Perez-Gomez, J., Dorado, C., & Calbet, J. A. L. (2005). Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *British Journal of Sports Medicine*, 39(9), 611–616. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.014431>
- Vlachopoulos, D., Barker, A. R., Ubago-Guisado, E., Ortega, F. B., Krstrup, P., Metcalf, B., Castro Pinero, J., Ruiz, J. R., Knapp, K. M., Williams, C. A., Moreno, L. A., & Gracia-Marco, L. (2018). The effect of 12-month participation in osteogenic and non-osteogenic sports on bone development in adolescent male athletes. The PRO-BONE study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(4), 404–409. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.018>
- Wagner, D., Heyward, V., & Gibson, A. (2000). Validation of air displacement plethysmography for assessing body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), 1339–1344. <https://doi.org/10.1097/00005768-200007000-00023>
- Wagner, D. R., Teramoto, M., Judd, T., Gordon, J., McPherson, C., & Robison, A. (2020). Comparison of A-mode and B-mode Ultrasound for Measurement of Subcutaneous Fat. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 46(4), 944–951. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.11.018>
- Walker, E. J., Aughey, R. J., McLaughlin, P., & McAinch, A. J. (2022). Seasonal Change in Body Composition and Physique of Team Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 565–572. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003474>
- Wang, J., Thornton, J. C., Kolesink, S., & Pierson, R. N. (2006). Anthropometry in Body Composition: An Overview. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 317–326. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06474.x>
- Wang, Z.-M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. (1992). The five-level model : a new approach to organizing. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19–28.
- Wang, Z. M., St-Onge, M. P., Lecumberri, B., Pi-Sunyer, F. X., Heshka, S., Wang, J., Kotler, D. P., Gallagher, D., Wielopolski, L., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (2004). Body cell mass: Model development and validation at the cellular level of body composition. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 286(1 49-1), 123–128. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00227.2003>

- Wang, Z. M., Xavier Pi-Sunyer, F., Kotler, D. P., Wielopolski, L., Withers, R. T., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (2002). Multicomponent methods: Evaluation of new and traditional soft tissue mineral models by in vivo neutron activation analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(5), 968–974.
- Wang, Z., Pierson, R., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19–28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>
- Wang, ZiMian, Deurenberg, P., Wang, W., Pietrobelli, A., Baumgartner, R. N., & Heymsfield, S. B. (1999). Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 833–841. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.5.833>
- Weber, D. R., Leonard, M. B., & Zemel, B. S. (2012). Body composition analysis in the pediatric population. *Pediatric Endocrinology Reviews : PER*, 10(1), 130–139. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23469390>
- Weintraub, D. L., Tirumalai, E. C., Haydel, K. F., Fujimoto, M., Fulton, J. E., & Robinson, T. N. (2008). Team Sports for Overweight Children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 162(3), 232. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2007.43>
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), 612–617.
- Westbrook, C., Roth, C., & Talbot, J. (2011). *MRI IN PRATICE* (4 edition). John Wiley & Sons.
- WHO. (2021). *Body mass index - BMI*. Obesity and Overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Williams, A. M., Ford, P. R., & Drust, B. (2020). Talent identification and development in soccer since the millennium. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1199–1210. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1766647>
- Williams, C., & Rollo, I. (2015). Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance. *Sports Medicine*, 45(1), 13–22. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0399-3>
- Williams, M. H. (2005). Dietary Supplements and Sports Performance: Minerals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(1), 43–49. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-2-1-43>
- Wilmore, J. H. (1983). Body composition in sport and exercise: directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(1), 21–31. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6341750>
- Wisloff, U., & Lavie, C. J. (2017). Taking Physical Activity, Exercise, and Fitness to a Higher Level. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60(1), 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.06.002>
- Witard, O. C., Garthe, I., & Phillips, S. M. (2019). Dietary protein for training adaptation and body composition manipulation in track and field athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 165–174. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0267>
- Withers, R. T., Laforgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G., & Leaney, F. (1998). Comparisons of two-, three-, and four-compartment models of body composition analysis in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 85(1), 238–245. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.1.238>
- Wittich, A., Oliveri, M. B., Rotemberg, E., & Mautalen, C. (2001). Body Composition of Professional Football (Soccer) Players Determined by Dual X-Ray Absorptiometry. *Journal of Clinical Densitometry*, 4(1), 51–55. <https://doi.org/10.1385/JCD:4:1:51>
- Wong, D. P., & Wong, S. H. (2009). Physiological Profile of Asian Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1383–1390. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4f074>

- Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship Between Anthropometric and Physiological Characteristics in Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204–1210. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819f1e52>
- World Health Organisation. (2003). Health and Development Through Physical Activity and Sport. *WHO Document Production Services*, 3(2), 1–11.
- World Health Organization. (1997). Envelhecimento e Curso da Vida. *Estudos Feministas*, 5(1), 120–128.
- World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. In *World Health Organization - Technical Report Series* (Vol. 894, Issue :i-xii). [https://doi.org/ISBN 92 4 120894 5](https://doi.org/ISBN%2092%204%20120894%205)
- World Health Organization. (2007a). BMI-for-age BOYS 5 to 19 years (Z-scores). In *Available Online*. <https://www.who.int/toolkits/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>
- World Health Organization. (2007b). Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: report of a joint FAO/ WHO/UNU expert consultation. In *WHO technical report series ; no. 935*. https://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/WHO_TRS_935/en/
- World Health Organization. (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health!. In *Geneva: World Health Organization*.
- World Health Organization. (2013a). *Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020*. [https://doi.org/978 92 4 1506236](https://doi.org/978%2092%204%201506236)
- World Health Organization. (2013b). *Methodology and summary: Country profiles on nutrition, physical activity and obesity in the 53 WHO European Region Member States. Country profiles on nutrition, physical activity and obesity in the 53 WHO European Region Member States*, 1–13.
- World Health Organization. (2013c). *WHO | Controlling the global obesity epidemic*. WHO; World Health Organization. <https://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en/>
- World Health Organization. (2014). *Global Status Report On Noncommunicable Diseases 2014*.
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world*.
- World Health Organization. (2020a). *Obesity and overweight*. Newsroom. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- World Health Organization. (2020b). *Obesity and overweight*. Newsroom. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- World Health Organization. (2020c). *WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents, adults and older adults* (Issue March). [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Yazdanpanah, Z., Beigrezaei, S., Mohseni-Takaloo, S., Soltani, S., Rajaie, S. H., Zohrabi, T., Kaviani, M., Forbes, S. C., Baker, J. S., & Salehi-Abargouei, A. (2021). Does exercise affect bone mineral density and content when added to a calorie-restricted diet? A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Osteoporosis International*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-06187-9>
- Yildiz, Y., Karakas, S., Gunes, H., & Kose, H. (2009). Reflection of sport awareness on body composition in students at the School of Physical Education and Sports. *Trakya Universitesi Tip Fakultesi Dergisi*, 26(3), 249–255.
- Yoshizumi, T., Nakamura, T., Yamane, M., Islam, a H., Menju, M., Yamasaki, K., Arai, T., Kotani, K., Funahashi, T., Yamashita, S., & Matsuzawa, Y. (1999). Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology*, 211(1), 283–286. <https://doi.org/10.1148/radiology.211.1.r99ap15283>

- Zakrzewski, J., & Tolfrey, K. (2016). Sport Nutrition and Youth. In *Sports Nutrition Needs for Child and Adolescent Athletes* (pp. 18–31). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b20132-5>
- Zimmermann, M. B., Biebinger, R., Egli, I., Zeder, C., & Hurrell, R. F. (2011). Iron deficiency up-regulates iron absorption from ferrous sulphate but not ferric pyrophosphate and consequently food fortification with ferrous sulphate has relatively greater efficacy in iron-deficient individuals. *British Journal of Nutrition*, *105*(8), 1245–1250. <https://doi.org/10.1017/S0007114510004903>
- Zou, Q., Su, C., Du, W., Ouyang, Y., Wang, H., Wang, Z., Ding, G., & Zhang, B. (2020). The association between physical activity and body fat percentage with adjustment for body mass index among middle-aged adults: China health and nutrition survey in 2015. *BMC Public Health*, *20*(1), 732. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08832-0>
- Zouch, M., Zribi, A., Alexandre, C., Chaari, H., Frere, D., Tabka, Z., & Vico, L. (2015). Soccer Increases Bone Mass in Prepubescent Boys During Growth: A 3-Yr Longitudinal Study. *Journal of Clinical Densitometry*, *18*(2), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2014.10.004>

ANEXOS
