

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Filipe Santos Rosa

**Relação dos valores de força dos músculos
extensores e flexores do joelho e dos abdutores e
adutores da anca em jogadores de futebol**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens,
orientada pelo Professor Doutor Hugo Miguel Borges Sarmiento e Professor Doutor João
Pedro Marques Duarte e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação
Física da Universidade de Coimbra.

Maio de 2021

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

**Relação dos valores de força dos músculos extensores
e flexores do joelho e dos abdutores e adutores da
anca em jogadores de futebol**

Dissertação de Mestrado em Treino
Desportivo para Crianças e Jovens.
Orientadores: Professor Doutor Hugo
Miguel Borges Sarmiento e Professor
Doutor João Pedro Marques Duarte.

Filipe Santos Rosa

Rosa, F. (2021). Relação dos valores de força dos músculos extensores e flexores do joelho e dos abdutores e adutores da anca em jogadores de futebol. Tese de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

“Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás que trabalhar nem um dia na tua vida.”

(Confúcio)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho em especial aos meus pais e às minhas irmãs, que sem eles nada disto seria possível, por todos os valores e competências que me transmitiram, em que foram desde sempre os meus guias e exemplos a seguir em tudo. Não deixando de agradecer aos meus avós, primos e toda a minha família!

Um agradecimento muito especial aos orientadores Professor Doutor Hugo Miguel Borges Sarmiento, Professor Doutor João Pedro Marques Duarte, e todo o nosso grupo de trabalho, pelo apoio incondicional e inextinguível em todas as etapas do desenvolvimento da investigação, por toda a ajuda e paciência, bem como pelos saberes partilhados e transmissão de conhecimento científico imprescindíveis para a elaboração da presente Dissertação.

A todos os meus amigos e colegas, que sempre me apoiaram em tudo, sempre me motivaram, alegraram os meus dias menos bons e ajudaram a manter-me focado. Um brinde a vocês!

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e aos seus respetivos docentes e funcionários, por tudo que me deram ao longo destes 5 anos nos diferentes níveis, profissional, académico e pessoal.

RESUMO

Introdução: No futebol existem movimentos em diferentes planos descritivos sendo necessário avaliar a musculatura e produção de força tendo em conta mais que um desses planos, de forma a obter uma melhor compreensão do contributo e do papel de cada grupo muscular durante a realização de um gesto técnico.

Objetivo: Avaliar a força dos músculos flexores e extensores do joelho e dos músculos abdutores e adutores da anca em jogadores jovens de futebol, submetidos aos testes de força em dinamómetros.

Metodologia: A amostra foi composta por 23 jogadores sub-19 masculinos de futebol (idade: $17,7 \pm 0,2$ anos; estatura: $173,0 \pm 1,1$ cm; massa corporal: $66,1 \pm 1,3$ kg). Foi medida a composição corporal através de um analisador de impedância bioelétrica múltipla (*InBody770*) e a dinamometria foi realizada por um dinamómetro isocinético (*Biodex System 3*), para a flexão e extensão do joelho, e por dinamómetro isométrico (*Smart Groin Trainer*), para a adução e abdução da anca.

Resultados: Verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas nos valores de momento máximo de força entre o membro dominante (D) e não dominante (ND) na flexão ($Z = -4,198$, $p < 0,01$) e na extensão ($Z = -4,197$, $p < 0,01$) do joelho em ação concêntrica, e na flexão ($Z = -4,198$, $p < 0,01$) e na extensão ($Z = -4,198$, $p < 0,01$) do joelho em ação excêntrica, não se verificando diferenças estatisticamente significativas no rácio convencional ($Z = -0,456$, $p = 0,648$) nem no rácio funcional ($Z = -0,335$, $p = 0,738$) entre o membro D e ND. Entre adutores e abdutores não se verificaram diferenças estatisticamente significativas no momento de força para valores absolutos (N) ($Z = -0,796$, $p = 0,426$) nem com os valores relativizados pela massa corporal total (N/kg) ($Z = -0,738$, $p = 0,460$).

Conclusão: Independentemente dos valores de força obtidos pelos grupos musculares é importante que exista um equilíbrio entre os pares de músculos agonista-antagonista, para que não exista risco de aparecimento de lesões.

Palavras-chave: jovens; membro inferior; momento de força; rácios; assimetria; controlo de treino.

ABSTRACT

Introduction: In soccer, there are movements in different descriptive plans, and it is necessary to evaluate the musculature and strength production taking into account more than one of these plans, in order to obtain a better understanding of the contribution and role of each muscle group during the performance of a technical gesture.

Objective: Evaluate the knee flexion and extension strength and the hip abduction and adduction strength throughout valid instruments.

Methodology: The sample consisted of 23 male under-19 soccer players (age: 17.7 ± 0.2 years; height: 173.0 ± 1.1 cm; body mass: 66.1 ± 1.3 kg). Body composition was measured using a multiple bioelectrical impedance analyser (InBody770), and the dynamometry was performed by an isokinetic dynamometer (Biodex System 3) for knee flexion and extension, and by an isometric dynamometer (Smart Groin Trainer), for hip adduction and abduction.

Results: There were statistically significant differences in the peak torques between the dominant (D) and non-dominant (ND) members in the flexion function ($Z = -4.198$, $p < 0.01$) and in the extension function ($Z = -4.197$, $p < 0.01$) of the knee in concentric muscular action, and the flexion ($Z = -4.198$, $p < 0.01$) and in the extension ($Z = -4.198$, $p < 0.01$) of the knee in eccentric muscular action. No statistically significant differences were obtained in the conventional ratio ($Z = -0.456$, $p = 0.648$) nor the functional ratio ($Z = -0.335$, $p = 0.738$) between N and ND members. There were no statistically significant differences between adductors and abductors at the moment of strength for absolute values (N) ($Z = -0.796$, $p = 0.426$) or with the values relativized by total body mass (N/kg) ($Z = -0.738$, $p = 0.460$).

Conclusion: Regardless of the muscle groups' strength values, there must be a balance between the agonist-antagonist muscles reducing the injury risk.

Key-words: youth; lower-limb; peak torque; ratios; asymmetry; screening.

LISTA DE ABREVIATURAS

%: percentagem

° : graus

°/s: graus por segundo

bpm: batimentos por minuto

cm: centímetros

con: concêntrica

D: membro dominante

E: estatura

EJ: extensores do joelho

EJcon: Extensores do joelho em ação muscular concêntrica

EJexc: Extensores do joelho em ação excêntrica

EP: erro padrão

exc: excêntrica

FC: frequência cardíaca

FJ: flexores do joelho

FJcon/EJcon: Rácio convencional

FJcon: Flexores do joelho em ação muscular concêntrica

FJexc/EJcon: Rácio funcional

FJexc: Flexores do joelho em ação muscular excêntrica

IdCron: idade cronológica

InConf: intervalo de confiança

kg: quilogramas

km: quilometro

L: litros

m: metro

MF: momento de força

MG: massa gorda

ml/kg/min : mililitro por quilograma por minuto

MLG: massa livre de gordura

MMF: momento máximo de força

n: número

ND: membro não-dominante

N.m: Newton metro

ÍNDICE

RESUMO	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE DE TABELAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	1
1.1 - Introdução Geral	
1.2 - Objetivos do Estudo	2
CAPÍTULO II	
REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 - Exigências Fisiológicas no Futebol	3
2.2 - Força Muscular	4
2.3 - Avaliação da Força Muscular	5
2.4 - A Força no Futebol	7
2.5 - Assimetrias e Lesões	8
2.6 - Desequilíbrios Musculares	9
2.7 - Diferenças Bilaterais	10
CAPÍTULO III	
METODOLOGIA	13
3.1 - Abordagem Experimental ao Problema	13
3.2 - Amostra	13
3.3 - Procedimentos	13
3.4 - Idade Cronológica e Experiência de Treino	14
3.5 - Antropometria	14
3.6 - Volume Apendicular da Coxa	14
3.7 - Composição Corporal	14
3.8 - Avaliação Isocinética dos Músculos Flexores e Extensores da Articulação do Joelho	15
3.9 - Avaliação Isométrica dos Músculos Adutores e Abdutores da Articulação da Anca	16
3.10 - Análise Estatística	17
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	19
CAPÍTULO V	
DISCUSSÃO	31
CAPÍTULO VI	

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	37
REFERÊNCIAS	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à idade, experiência desportiva, antropometria e composição corporal.	20
Tabela 2. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à produção de força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho	22
Tabela 3. Estatística comparativa entre membros dominante e não dominante considerando os músculos extensores e flexores da articulação do joelho.	24
Tabela 4. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à produção de força isométrica dos músculos adutores e abdutores da anca.	26
Tabela 5. Estatística comparativa entre adutores e abdutores da anca.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferenças bilaterais (%) para músculos extensores (EJ) e flexores (FJ) da articulação do joelho, entre membro Dominante e Não-dominante; e entre músculos adutores e abdutores da anca. 29

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Introdução Geral

O futebol é o desporto mais popular em todo o mundo na atualidade, sendo a modalidade desportiva com maior cobertura televisiva e mais mediática a nível global (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Trata-se de um desporto coletivo intermitente com altas exigências físicas, técnicas e táticas (Moreno *et al.*, 2019), o que tem levado a um aumento do número de estudos tendo em conta estas exigências físicas de forma a prevenir lesões e permitir aos atletas estarem no máximo da sua forma física durante toda a época.

Nos diferentes gestos técnicos, na modalidade de futebol (e.g., remate, passe, receção, etc.) verifica-se a ocorrência de movimentos nos diversos planos, tomando o remate como exemplo existe flexão e extensão do joelho (plano sagital), abdução e adução da anca (plano frontal) e rotação da anca (plano transversal) (Kellis & Katis, 2007). Salienta-se a grande diversidade de movimentos durante os gestos técnicos nesta modalidade, sendo pertinente uma análise pormenorizada dos grupos musculares envolvidos durante a realização destes movimentos.

Tradicionalmente, os investigadores têm estudado o desenvolvimento e produção de força nos membros inferiores, uma vez que são estes os segmentos mais utilizados na prática da modalidade do futebol. Assim, têm procurado analisar o desenvolvimento da musculatura inferior durante o crescimento do atleta (De Ste Croix, Armstrong, & Welsman, 1999; Magalhães, Oliveira, Ascensão, & Soares, 2001; Karantratuou *et al.*, 2019) e a identificação de equilíbrios e/ou desequilíbrios para a identificação e prevenção de lesões (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1995; Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larson, & Dyhre-Poulsen, 1998; Coombs, & Garbutt, 2002; Croisier, Ganteaume, Binet, Genty & Ferret, 2008; Daneshjoo, Rahnama, Mokhtar, & Yusof, 2013; Denadai, Oliveira, Camarda, Ribeiro, & Greco, 2016; Kellis & Katis, 2007; Newton *et al.*, 2006), com recurso à dinamometria.

Com esta evolução do conhecimento é possível compreender como se desenvolve a força nos membros inferiores dos atletas durante o seu crescimento e é também possível identificar a existência de desequilíbrios musculares nos membros inferiores. No entanto, constata-se que a maior parte da literatura produzida é referente à musculatura da articulação

do joelho, existindo pouca investigação da musculatura envolvente na articulação da anca, principalmente dos músculos abdutores e adutores da anca. Algo que ainda é menos frequente encontrar na literatura é o estudo simultâneo da musculatura responsável pela flexão e extensão do joelho e da abdução e adução da anca.

Uma vez que na modalidade do futebol existem movimentos em diferentes planos descritivos faz sentido avaliar a musculatura e produção de força tendo em conta mais do que um desses planos, de forma a obter uma melhor compreensão do contributo e do papel de cada grupo muscular durante a realização de um gesto técnico. Desta forma, a avaliação da força produzida pelos músculos responsáveis pela realização de movimentos em diferentes planos pode ser um precioso auxiliar na compreensão e interpretação dos valores de força produzidos e da forma como eles se relacionam entre si.

1.2 - Objetivos do Estudo

O principal objetivo deste estudo foi avaliar a força dos músculos flexores do joelho (FJ) e extensores do joelho (EJ) e dos músculos abdutores e adutores da anca em jogadores jovens de futebol, submetidos aos testes de força em dinamómetros, tendo especial atenção à: (1) determinação de rácios convencionais e funcionais dos músculos EJ e FJ e adutores e abdutores da anca; (2) determinação das diferenças bilaterais entre o membro dominante (D) e não dominante (ND), relativamente aos músculos EJ e FJ e adutores e abdutores da anca; (3) relação e comparação dos valores de força dos músculos EJ e FJ e adutores e abdutores da anca, e; (4) verificação da existência de relações (medidas compostas) entre os músculos EJ e FJ (rácio convencional e funcional) e adutores e abdutores da anca (rácio AD/ABD).

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Exigências Fisiológicas no Futebol

Em termos fisiológicos, no futebol, existem duas vertentes que interagem entre si e do qual resulta o desempenho final do atleta, a carga interna, que se refere às respostas dadas pelo organismo durante uma certa atividade ou esforço (frequência cardíaca, consumo de oxigénio, etc.), e a carga externa, que representa o trabalho realizado pelo atleta (passes, deslocamentos, saltos, distância, etc.) (Correia, 2019).

Tendo em conta os consumos de oxigénio dos jogadores de futebol masculinos, quando se observam jogadores seniores de elite encontram-se valores médios de consumo máximo de oxigénio entre 56 e 69 ml/kg/min (Reilly *et al.*, 2000), notando-se valores um pouco inferiores na posição de guarda-redes relativamente às restantes posições. Tradicionalmente, em jogadores jovens os valores de consumo máximo de oxigénio são inferiores (menos de 60 ml/kg/min) aos dos seniores (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). No entanto, tendo em conta a intensidade dos jogos, o consumo de oxigénio durante uma partida ronda os 75 % do consumo máximo de oxigénio.

Relativamente à frequência cardíaca (FC), Soares e Rebelo (2013) verificaram que durante o jogo de futebol a FC alcança valores médios entre 160 e 170 bpm, atingindo a FC máxima em alguns momentos do jogo, notando-se ainda uma diminuição de cerca de 10 bpm nas segundas partes do jogo. Durante o jogo, os jogadores trabalham a uma intensidade média de 85 % da FC máxima (Stølen *et al.*, 2005), sendo que maior parte do tempo de jogo (63 %) seja entre 73 e 92 % da FC máxima, 26 % do tempo de jogo acima de 92 % da FC máxima e os restantes 11 % do jogo abaixo de 73 % da FC máxima (Soares & Rebelo, 2013).

Num jogo de futebol, os jogadores seniores masculinos, em média, percorrem 10 a 12 km sendo que os jogadores do meio campo são os que percorrem maiores distâncias, seguidos dos avançados e por fim os defesas, verificando-se ainda que na primeira parte se percorrem distâncias ligeiramente maiores que na segunda parte (Di Salvo *et al.*, 2007). É realizado um episódio de velocidade máxima com dois a quatro segundos de duração a cada 90 segundos e os jogadores executam, em média, 100 *sprints* por jogo, em que cerca de 65 % destes não

ultrapassam os 16 metros (Reilly *et al.*, 2000).

Sousa, Garganta e Garganta (2003), afirmam que durante os 90 minutos de um jogo as ações de curta duração duram em média 7 minutos, significando que o volume total dessas atividades é relativamente baixo. As ações que podem decidir um jogo de futebol são compostas por movimentos do tipo explosivo, em média uma equipa com sucesso realiza 16 a 30 ataques e 7 a 10 remates enquadrados com a baliza.

Existe um conjunto de atividades no decorrer de um jogo de futebol, que envolvem a mobilização de um vasto conjunto de sentidos e grupos musculares, tais como os cabeceamentos, saltos, mudanças de sentido (com e sem bola) e as travagens. Durante um jogo, cada jogador realiza cerca de 8 cabeceamentos, em média (Bangsbo, 1994). Relativamente aos saltos, são realizados em média 15,5 saltos ao longo do jogo por cada jogador e as mudanças de sentido com e sem bola em média são entre 17 e 19 vezes no jogo e ocorrem também durante o jogo 7 a 12 travagens por parte dos jogadores (Soares & Rebelo, 2013).

Todavia, a influência contextual do jogo é um fator que contribui para as estatísticas apresentadas pelos jogadores. Se o jogo for importante para a equipa os atletas tendem a esforçar-se mais, percorrendo maiores distâncias, realizando mais saltos e *sprints*, assim como a qualidade do seu oponente, dependendo sempre das considerações táticas propostas pela equipa e pelo treinador, havendo outros fatores como as condições climáticas e os níveis de treino em que a equipa é sujeita (Reilly *et al.*, 2000).

2.2. - Força Muscular

A força muscular é um dos fatores fulcrais no sucesso do desempenho desportivo, sucedendo também um importante indicador da efetividade da reabilitação de lesões em atletas. Um dos principais componentes na prevenção de lesões desportivas é a identificação de desequilíbrios na força muscular dos membros inferiores. A força muscular é crucial para a prevenção de lesões (Bangsbo, 1994).

Na Física, o termo força corresponde à capacidade que um objeto tem de alterar o seu estado (repouso ou movimento) podendo haver uma conseqüente aceleração ou deformação do mesmo (Zatsiorky & Kraemer, 2006). Nas Ciências do Desporto, a força corresponde à capacidade máxima de produzir tensão através do músculo, a uma determinada velocidade

(Barnes, 1980).

Kannus (1994), divide esta tensão que é criada através do músculo em três tipos: contração isométrica, contração concêntrica e contração excêntrica. Na contração isométrica, um músculo puxa contra uma resistência imóvel e, portanto, a unidade músculo-tendão não muda em comprimento, na contração concêntrica, que pode ser isotônica (carga fixa, velocidade angular variável) ou isocinética (velocidade angular fixa, carga variável) por natureza, envolve encurtamento da unidade músculo-tendão. Na contração excêntrica, isotônica ou isocinética por natureza, a força que é desenvolvida por um músculo em questão é superada por uma força oposta da carga de modo que o músculo apenas fornece resistência ativa conforme a força oposta o estica para uma posição mais alongada (Kannus, 1994).

A articulação do joelho é a maior articulação sinovial do corpo, onde os poderosos músculos EJ e FJ, combinados com uma forte estrutura ligamentar, fornecem um forte funcionamento da articulação na maioria dos casos (Floyd, 2015). É constituída em termos ósseos pela tíbia, o fêmur e a patela e em termos musculares pelos quadríceps (reto femoral, vasto lateral, vasto intermediário e vasto medial) na face anterior da coxa, responsáveis pela extensão do joelho, e na face posterior da coxa os músculos isquiotibiais (bíceps femoral, semimembranoso e semitendinoso) responsáveis pela extensão do joelho ainda com algum auxílio dos músculos sartório, gracilis, poplíteo e gastrocnémio (Floyd, 2015).

A articulação da anca é uma articulação sinovial esférica que consiste na cabeça do fêmur conectada com o acetábulo da cintura pélvica, a nível muscular é constituída na face lateral pelo glúteo médio, glúteo mínimo, rotadores externos e tensor da fáscia lata, responsáveis pela abdução da anca e na face medial, é constituída pelo adutor curto, adutor longo, adutor magno e gracilis, responsáveis pela adução da anca (Floyd, 2015).

2.3 - Avaliação da Força Muscular

A força muscular é avaliada sobretudo para determinar o perfil da condição muscular de um indivíduo, quantificar a importância e o significado relativo da força nas diferentes atividades desportivas, identificar as deficiências específicas da função muscular de forma a poder eliminá-las ou minimizá-las e para avaliar a eficácia e os efeitos dos vários programas de treino e intervenções ao nível da reabilitação, tendo em conta os objetivos previamente estabelecidos (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Reilly, 1996)

Os avanços tecnológicos no desenvolvimento de dinamômetros eletromecânicos para a medida da função muscular possibilitaram medições mais precisas de diversos parâmetros musculares. Aquino e colaboradores (2007) mostrou que a avaliação da performance muscular é de grande importância para fins diagnósticos, para corrigir preventivamente défices específicos, avaliar resultados da intervenção e determinar se o indivíduo tem condições de retornar às suas atividades desportivas ou ocupacionais. Os dinamômetros eletromecânicos atuais permitem a quantificação de parâmetros como capacidade de produção de torque, potência muscular, fadiga e capacidade de gerar trabalho para diversas musculaturas (Aquino *et al.*, 2007).

Dinamômetros isocinéticos fornecem resistência ao movimento articular ao longo de uma determinada amplitude, possibilitando a avaliação de parâmetros relacionados à força muscular de forma dinâmica, a resistência oferecida pelo aparelho varia de forma a ser sempre igual a força exercida pelo indivíduo (Aquino *et al.*, 2007; Baltzopoulos & Brodie, 1989). Assim o dinamômetro impede que a velocidade do movimento exceda o valor pré-determinado e faz com que essa se mantenha constante. Essa tecnologia permite que a musculatura produza força muscular máxima em todos os pontos da amplitude de movimento, tanto em contrações concêntricas como excêntricas, o que não pode ser obtido com testes isotônicos (com carga constante). Teoricamente, os valores obtidos no teste isocinético são mais realistas em relação à capacidade funcional muscular máxima.

A avaliação da força muscular com recurso a dinamômetros isocinéticos tem sido largamente divulgada e utilizada no diagnóstico de disfunções neuro-músculo-esqueléticas, desequilíbrios musculares entre o membro D e ND e os antagonistas/agonistas, e também na reabilitação, no treino e na investigação, como indicador da função e desempenho de certos grupos musculares (Magalhães *et al.*, 2001).

Para além de outros parâmetros decorrentes de uma avaliação isocinética, o momento máximo de força (MMF) é a medida usada com maior frequência nos trabalhos científicos. De acordo com a literatura, o MMF tem-se revelado como uma variável bastante precisa e altamente reprodutível, tornando-se numa medida de referência para todas as avaliações isocinéticas (Carvalho, & Cabri, 2007).

Relativamente à avaliação da força dos músculos abdutores e adutores ainda não existe um método standardizado. Embora vários métodos tenham sido descritos para avaliar a força dos músculos adutores (Gerodimos *et al.*, 2015; Karatrantou *et al.*, 2019; Thorborg, Couppé, Peterson, Magnusson & Holmich, 2011a; Thorborg, Petersen, Magnusson & Hölmich, 2010;

Thorborg *et al.*, 2011b), a popularidade do teste de compressão dos adutores aumentou em vários desportos como o futebol (Esteve *et al.*, 2018; Hanna , Fulcher, Elley, & Moyes, 2010; Moreno *et al.*, 2019; Mosler *et al.*, 2017) devido à sua simplicidade, baixo custo, praticidade, boa confiabilidade e validade (Delahunt, Kennelly, McEntee, Coughlan, & Green, 2011). Além disso, o teste de compressão é uma ferramenta de triagem popular usada para identificar mudanças na força do adutor a fim de minimizar o risco de lesão na virilha em vários desportos (Moreno *et al.* 2019)

2.4 - A Força no Futebol

A força é essencial no futebol, observada em todos os momentos, tanto no contacto com a bola, remates, passes, cruzamentos, entre outros, como sem bola, nos *sprints*, nos saltos, nas mudanças de sentido, nas fintas, nas acelerações e desacelerações, nas disputas de bola e em outras diversas situações. Habilidades como chutar, correr e controlar uma bola, requerem força muscular nos membros inferiores, portanto, cada jogador deve possuir um certo nível de força muscular e potência para desafiar a força dos jogadores adversários, bem como ser capaz de executar a habilidade com um alto nível de consistência (Reilly *et al.*, 2000).

Barbanti (1996), analisou a força em várias modalidades desportivas, verificando que nos desportos coletivos a força é utilizada num curto intervalo de tempo, sendo estes desportos caracterizados por movimentos de força rápida. O autor dividiu a força rápida em quatro subcategorias: força de lançamento, força de salto, força de *sprint* e força de resistência. No jogo de futebol todas estas manifestações da força, anteriormente mencionadas, são utilizadas. É possível notar que as posições específicas em campo tendem determinar maior ou menor recurso a diferentes manifestações de força, em função das particularidades dos movimentos destes jogadores.

Tendo a força um papel tão significativo no desempenho dos atletas na modalidade do futebol, trata-se de um fator importante a ter em conta nos treinos, de forma a esta ser desenvolvida como intuito de preparar da melhor maneira o atleta para a função que vai realizar durante o jogo (Di Salvo *et al.*, 2007; Fonseca *et al.*, 2007).

A importância da força no futebol não passa somente pela melhoria do desempenho do atleta, tendo também um papel importante na prevenção de lesões. Através do desenvolvimento bilateral e agonista-antagonista equilibrado da força muscular o risco de lesões musculares

diminui significativamente (Croisier *et al.*, 2008; Di Salvo *et al.*, 2007; Kellis, Gerodimos, Kellis, & Manou, 2001), tratando-se de um elemento fundamental a ter em conta por parte dos treinadores na prescrição do treino.

2.5 - Assimetrias e Lesões

Diversos estudos dedicados ao jogador de futebol sénior revelam que no futebol existe um alto índice de lesões, sendo que 69 a 88 % são localizadas nos membros inferiores, (Magalhães *et al.*, 2001), mais especificamente nos joelhos (26 %) e nos músculos da coxa (11 %) (Ostenberg & Roos, 2000). Esta tendência de lesões a nível do joelho deve-se ao facto de se tratar de uma articulação altamente solicitada e exposta a traumas e impactos (Reilly, 1996), sendo a rotura do ligamento cruzado anterior uma das lesões mais comuns no joelho.

Ueblacker, Haensel e Mueller-Wohlfahrt (2016), verificaram que 92 % de todas as lesões musculares afetam os quatro principais grupos musculares dos membros inferiores: isquiotibiais, adutores, quadríceps e gastrocnémios. A lesão no isquiotibial é o subtipo de lesão mais comum no futebol profissional masculino, representando 12% de todas as lesões com um aumento substancial em relação às taxas de lesões isquiotibiais relacionadas com o treino (Ekstrand, Waldén, & Hägglund, 2016; Ueblacker *et al.*, 2016).

De acordo com Massada (1989), as lesões musculares podem ser condicionadas por mecanismos crónicos ou agudos que atuam na massa muscular. É considerada como lesão crónica quando é gerada como resultado da hiperfunção de um grupo muscular em que as suas fibras musculares se fragilizam por fadiga (uso excessivo). No caso específico do futebol, são lesões que acontecem com mais frequência durante as sessões de treino. Por outro lado, consideramos que uma lesão é aguda quando o esforço se centra numa área muscular debilitada, devido a um movimento que supera a sua resistência mecânica (excesso de tensão).

Atletas que possuem maiores diferenças na força máxima de flexão do joelho entre o membro inferior preferido e o não preferido (superior a 10%) têm maior probabilidade de contrair lesões no joelho. Uma das assimetrias mais relevantes ao nível do comportamento é a preferência pedal, traduzindo-se numa assimetria de desempenho, normalmente chamada de assimetria funcional (Nunes, 2020).

Os jogadores de futebol são forçados a usar os seus membros inferiores unilateralmente

em quase todos os remates ou habilidades que façam (Reilly, 1996) isso altera a força de equilíbrio entre as duas extremidades ou grupos musculares antagonistas (Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010a). O desenvolvimento da simetria da força muscular e equilíbrio do rácio na função dos FJ e EJ, podem diminuir a taxa de incidência de lesões no futebol (Croisier *et al.*, 2008). Os jogadores de futebol possuem várias assimetrias de força muscular, principalmente atribuída à preferência na execução da maioria das habilidades unilaterais do futebol (Masuda, Kikuhara, Demura, Katsuta, & Yamanaka, 2005).

2.6 - Desequilíbrios Musculares

Défices de força entre os dois membros (assimetrias de força) ou entre grupos de músculos agonista-antagonistas é algo comum em desportos com padrões cinéticos assimétricos como o futebol. No futebol, os jogadores são forçados a usar os seus membros inferiores unilateralmente em quase todas as habilidades de chute e corte (Reilly, 1996) e isso altera o equilíbrio de força entre os dois membros ou entre grupos musculares agonistas-antagonistas que podem implicar lesões nos membros inferiores (Fousekis *et al.*, 2010a). Com a maioria das lesões no futebol ocorrendo nos membros inferiores o desenvolvimento da simetria da força muscular e proporção equilibrada na função dos FJ e EJ pode diminuir a taxa de incidência de lesões no futebol (Croisier *et al.*, 2008).

A prática e a competição de futebol no nível profissional induzem adaptações críticas de força na função da musculatura do joelho e tornozelo; as assimetrias da força isocinética e os desequilíbrios das relações de força recíprocas tendem a ser mais prevalentes em jogadores menos experientes, enquanto jogadores com alta experiência profissional adotam um uso mais simétrico dos membros inferiores; os membros inferiores de jogadores profissionais de futebol são caracterizados por assimetrias significativas de força muscular composta, substanciando a ideia de assimetria nas adaptações miodinâmicas que ocorrem na articulação durante o jogo (Fousekis *et al.*, 2010a; Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010b)

O equilíbrio muscular é fundamental para que os atletas atinjam níveis de excelência através do treino específico. No entanto, como as fibras musculares se adaptam intrinsecamente ao treino (Aagaard *et al.*, 2001), podem ocorrer pequenos desequilíbrios musculares entre os pares de músculos agonista-antagonista. Muitas das lesões em jogadores de futebol são provenientes do desequilíbrio muscular unilateral entre os músculos do quadríceps e dos

isquiotibiais e também do desequilíbrio bilateral da força entre os membros preferidos e não preferidos (Masuda *et al.*, 2005; Newton *et al.*, 2006; Ueblacker *et al.*, 2016).

No entanto, o movimento desportivo implica em muitas situações a ação agonista e antagonista e a partir daí temos os rácios funcionais (Coombs & Garbutt, 2002). O dinamómetro isocinético tem como principal objetivo avaliar o atleta, para que após essa avaliação seja determinado se o mesmo apresenta rácios considerados normais, sendo também um bom preditor de possibilidade de lesão quando o sujeito avaliado não apresenta valores de rácio normais (Fonseca *et al.*, 2007).

Aagaard *et al.* (1995) e Aagaard *et al.* (1998), introduziram os rácios musculares mais utilizados na atualidade para a verificação destas assimetrias. O rácio convencional (95/EJcon) é calculado através do pico de força de flexão do joelho dividido pelo pico de força de extensão do joelho, obtido na mesma velocidade angular e modo de contração (concêntrico ou excêntrico). O rácio funcional (FJexc/EJcon) é calculado dividindo o pico de força de flexão do joelho em ação excêntrica (FJ) pelo pico de força de extensão do joelho em ação concêntrica (EJ), obtido na mesma velocidade angular. Estes rácios permitem verificar a existência de equilíbrios e/ou desequilíbrios entre os pares de músculos agonistas/antagonistas do joelho, o rácio funcional tem ganho uma maior relevância na comunidade científica, uma vez que representa de uma forma mais real o que ocorre durante o movimento de flexão e extensão do joelho.

Para determinar se existe risco, ou não, de ocorrer uma lesão foram estabelecidos valores para os diferentes rácios que indicam o grau de probabilidade de ocorrência de lesão. No que diz respeito ao rácio convencional, para que não exista risco de lesão este valor deve ser de cerca de 0,6 (Aagaard *et al.*, 1995). Caso seja inferior ou superior indica que existem desequilíbrios entre os músculos agonistas e antagonistas da flexão do joelho, o que sugere uma possibilidade de lesão. Relativamente ao rácio funcional, para que não exista risco de lesão este valor deve ser próximo de 1 (Aagaard *et al.*, 1995), caso este valor seja inferior ou superior indica que existem desequilíbrios entre os músculos agonistas e antagonistas da flexão do joelho.

2.7 - Diferenças Bilaterais

A desigualdade entre os parâmetros cinéticos dos membros inferiores (entre membro inferior

esquerdo e membro inferior direito) é a definição de assimetria bilateral. Amato *et al.* (2001), referem que os jogadores de futebol podem apresentar diferenças bilaterais de força nos valores do momento de força máxima, da potência média e no rácio convencional (FJcon/EJcon) superiores em um membro em relação ao outro. A diferença bilateral na força muscular pode afetar o desempenho desportivo (Jones & Bampouras, 2010; Newton *et al.*, 2006). O cálculo das diferenças bilaterais do membro inferior e a relação agonista-antagonista tem sido considerada como uma possível ferramenta de triagem para o risco de lesões (Newton *et al.*, 2006). Durante a reabilitação, esses dois índices são frequentemente usados como referência para o estabelecimento de metas de tratamento da lesão.

Numa modalidade como a do futebol, em que os atletas realizam com mais frequência movimentos unilaterais tendem a ter mais eficácia em exercícios de treino de força unilateral em comparação com atletas que frequentemente realizam movimentos bilaterais, sendo uma possível causa da assimetria na flexibilidade e força das extremidades inferiores entre as duas pernas ou entre os músculos agonista e antagonista. (Daneshjoo *et al.*, 2013; Fousekis *et al.*, 2010b).

Newton *et al.* (2006), realizaram um estudo para determinar equilíbrios funcionais entre os membros inferiores, do qual resultou o rácio da diferença bilateral. A diferença bilateral ($[(D-ND)/D]*100$) é calculada através da divisão da diferença entre os picos de força do membro D (membro com o pico de força mais alto) e do membro ND (membro com o pico de força mais baixo) pelo pico de força do membro D, obtidos na mesma velocidade angular e modo de contração, e convertido em percentagem. Esta diferença permite identificar equilíbrios e/ou desequilíbrios entre os membros para a mesma ação muscular, identificando também o risco de lesão.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1 - Abordagem Experimental ao Problema

O presente estudo apresenta um *design* transversal. Devido à prevalência de lesões, é importante estudar a flexão e extensão da articulação do joelho e a adução e abdução da articulação da anca. Procedeu-se à análise dos momentos máximos de força, medidas compostas (rácio convencional, rácio funcional e diferenças bilaterais) e a relação entre os dois grupos musculares.

3.2 - Amostra

A amostra foi composta por 23 jogadores sub-19 masculinos de futebol (idade: $17,7 \pm 0,2$ anos; estatura: $173,0 \pm 1,1$ cm; massa corporal: $66,1 \pm 1,3$ kg), sendo a sua participação voluntária. O estudo segue os padrões éticos para a Medicina Desportiva com amostras humanas (Harriss, & Atkinson, 2015), incluindo consentimento informado.

3.3 - Procedimentos

Este projeto emerge da cooperação entre a Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e a Associação Académica de Coimbra. Os testes foram realizados durante o mesmo período do dia, em condições atmosféricas e climatéricas semelhantes, no mesmo equipamento do laboratório integrado de Biocinética, seguindo a mesma rotina de aquecimento, sequência de protocolos e respeito pelos mesmos tempos de repouso, sempre sob a orientação técnica da mesma equipa de avaliadores. A inclusão na amostra teve em consideração os seguintes requisitos: (1) experiência desportiva superior a dois anos de prática federada; (2) não ter histórico recente de lesões musculares nas estruturas avaliadas; (3) não ter histórico de lesões ligamentares ou tendinosas nas articulações do joelho e anca de ambos os membros. Os participantes foram informados acerca da natureza e objetivos do estudo.

3.4 - Idade Cronológica e Experiência de Treino

A idade cronológica (IdCron) foi determinada como sendo a diferença entre a data de nascimento e a data da avaliação Isocinética. A experiência de treino foi obtida por questionário.

3.5 - Antropometria

A estatura (E) foi medida com aproximação a 0,1 cm recorrendo a um estadiômetro *Harpenden* (modelo 98.603, Holtain Ltd., Crosswell, GB). A massa corporal foi obtida através de uma balança SECA (modelo 770, Hanover, MD, EUA) com redução de 0,1 kg. Todas as medições foram realizadas pelo mesmo avaliador com experiência técnica no laboratório.

3.6 - Volume Apendicular da Coxa

As estimativas antropométricas do volume total da coxa foram estimadas a partir de três circunferências e dois comprimentos parciais. A técnica dividiu a coxa em dois segmentos, que são semelhantes aos cones truncados. As circunferências foram medidas no sulco glúteo (circunferência mais proximal possível), a meio da coxa (maximal) e acima da patela (mínimo). Os comprimentos entre circunferências consecutivas também foram medidos. Duas pregas de gordura subcutâneas foram medidas com aproximação ao milímetro com um adipômetro *Lange* (Beta Technology Incorporated, Cambridge, Maryland, EUA) na região anterior da coxa no mesmo nível da circunferência maximal da coxa e também na região posterior. O cálculo do volume de cada cone truncado assumido foi baseado na equação de Jones e Pearson (1969).

3.7 - Composição Corporal

A composição corporal foi medida com recurso a um analisador de impedância bioelétrica segmentar de multifrequência válido (InBody770; Biospace, Seoul, Coreia). Este analisador processa medições de impedância usando seis frequências diferentes (1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz) com sistema de elétrodos tetrapolar com 8 elétrodos. O tempo de medição foi de aproximadamente 60 segundos; com os sujeitos em posição de pé, de acordo com as instruções do fabricante, após a remoção de calçados, casacos, camisolas e acessórios. Foram consideradas

para análise as variáveis de água corporal total (L), massa gorda (MG) (% e kg) e massa isenta de gordura (kg).

3.8 - Avaliação Isocinética dos Músculos Flexores e Extensores da Articulação do Joelho

O aquecimento para o teste foi composto por 5 minutos a pedalar num cicloergómetro (Monark 814E, Varberg, Suécia) com uma carga correspondente a 2 % da massa corporal do indivíduo avaliado, a uma velocidade de 60 rpm (rotações por minuto) e três alongamentos estáticos, um para o grupo muscular Quadríceps, um para os Isquiotibiais e outro para os Adutores, para cada membro inferior com a duração de 20 segundos cada um (Croisier *et al.*, 2008; De Lira, Mascarin, Vargas, Vancini & Andrade, 2017). Antes do participante se posicionar no dinamómetro, este foi sujeito a algumas questões, com o intuito de registar membro preferido e histórico de lesões. Cada participante foi colocado na cadeira do dinamómetro isocinético, ajustando-a consoante o indivíduo avaliado. No caso do dinamómetro isocinético *Biodex System 3* (Shirley, NI, EUA), o atleta deve sentar-se na cadeira, encostando-se, sendo ajustado o acento até a cadeira se encontrar a 2/4 cm da zona poplíteia do joelho. De seguida o atleta será fixado à cadeira, através de cintas, começando por se fixar o tronco, pedindo ao atleta que faça uma inspiração máxima antes de apertar a cinta, de forma a ficar confortável, de seguida fixa-se a coxa do membro avaliado. Antes de se fixar a perna ao braço do dinamómetro, é necessário alinhar o côndilo femoral com o eixo de rotação do dinamómetro, encontrando-se o joelho fletido e estático, e verificar um alinhamento pé-joelho-anca. Após o participante se posicionar e antes de se iniciar a realização dos testes calibrou-se o aparelho, delimitando a amplitude do movimento (90 °) e tratando-se de movimentos no plano sagital, foi considerado a ação da gravidade e o peso do braço mecânico, inserindo assim os valores da gravidade no aparelho, de forma a corrigir os dados automaticamente (Aagaard *et al.*, 1995). O protocolo utilizado, para avaliar a força isocinética durante o movimento de flexão e extensão do joelho, no dinamómetro isocinético *Biodex System 3* (Shirley, NY, EUA), consistiu em: 60 °/s concêntrico, 180 °/s concêntrico, 60 °/s excêntrico e 180 °/s excêntrico; realizando três repetições consecutivas submáximas e cinco repetições consecutivas máximas, para cada velocidade e ação muscular, com 1 minuto de intervalo entre as repetições. Após completadas todas as velocidades num dos membros realiza-se o mesmo no outro. Os dados foram analisados com o *software Acqknowledge* versão 4.1 (Biopac Systems, Inc., Goleta, CA, EUA). Cada curva individual foi inspecionada para considerar os verdadeiros torques isocinéticos dentro do intervalo de confiança (InConf) de 95 % da velocidade angular. Foram considerados 1) os valores do MMF

das 5 repetições de cada teste, 2) os momentos de força para EJ e FJ em posições específicas (30°, 45°, 60°); e 3) as medidas compostas:

$$FJcon / EJcon$$

Equação 1. Rácio convencional (Aagaard *et al.*, 1995).

$$FJexc / EJcon$$

Equação 2. Rácio funcional (Aagaard *et al.*, 1998).

As assimetrias entre membro D e ND foram calculadas através da equação 3, considerando-se o membro D o que apresenta maior valor absoluto de força:

$$((D-ND) / D) \times 100$$

Equação 3. Diferenças bilaterais (Newton *et al.*, 2006).

3.9 - Avaliação Isométrica dos Músculos Adutores e Abdutores da Articulação da Anca

Para avaliar a força isométrica durante o movimento de abdução e adução da anca, utilizou-se o dinamómetro *Smart Groin Trainer* (NeuroExcellence, Portugal), o protocolo utilizado consiste na adução e abdução por 3 contrações máximas com duração de 5 segundos com 3 minutos de recuperação passiva entre as contrações. Cada participante ficou deitado em decúbito dorsal com a articulação da anca posicionada em flexão de 45° com os joelhos fletidos a 90° e a anca em rotação neutra, com o dinamómetro posicionado entre os joelhos, especificamente localizado no ponto mais proeminente dos côndilos femorais mediais (Moreno *et al.*, 2019). Antes do jogador se posicionar no dinamómetro, este foi sujeito a algumas questões, com o intuito de registar membro preferido e histórico de lesões. O valor do melhor MF das 3 repetições foi retido para análise, tanto dos abdutores como dos adutores.

3.10 - Análise Estatística

A estatística descritiva foi composta por uma medida de tendência central, média [erro padrão (EP) da respetiva e InConf a 95 %], amplitude (valor mínimo e máximo) e o desvio-padrão como medida de dispersão. A verificação da normalidade das variáveis recorreu ao teste *Shapiro-Wilk*, e sempre que as premissas foram violadas procedeu-se à transformação logarítmica para reduzir o erro não uniformizado. Adicionalmente, realizaram-se comparações entre os membros D vs. ND e Adutores vs. Abdutores utilizando o teste de *Wilcoxon* (não paramétrico). A significância estatística foi estabelecida com valor de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas com o *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 26 (SPSS Inc., IBM Company, NY). A figura realizada na versão 9.1.0 do *software GraphPad Prism* (GraphPad Software, Inc.; La Jolla, CA, EUA).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta sumariamente a estatística descritiva e o teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativa à caracterização da amostra, nomeadamente: a amplitude (mínimo e máximo), os parâmetros de tendência central e dispersão (média e desvio padrão, respetivamente), o InConf, o EP e o teste de normalidade (teste de normalidade *Shapiro-Wilk*). Podemos observar através da Tabela 1 que, em média, os jogadores que compõem a amostra têm uma IdCron de 18 anos e uma experiência desportiva de 12 anos, com valores médios de antropometria de 173,0 cm de estatura, 66,1 kg de massa corporal e volume apendicular da coxa de 4,6 L e 4,7 L (coxa direita e coxa esquerda, respetivamente). Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade.

Tabela 1. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à idade, experiência desportiva, antropometria e composição corporal.

variáveis	unidades	amplitude		média			desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo	valor	EP	95 % InConf		valor	p
Idade cronológica	anos	15,4	18,7	17,7	0,8	(17,3 a 18,0)	0,2	0,897	0,022
Experiência desportiva	anos	8,0	14,0	11,9	1,7	(11,1 a 12,5)	0,4	0,846	<0,01
Estatura	cm	163,1	187,7	173,0	5,4	(171,0 a 175,4)	1,1	0,941	0,187
Massa corporal	kg	54,2	76,3	66,1	6,2	(63,4 a 68,6)	1,3	0,967	0,615
Água corporal total	L	34,4	48,5	41,7	3,7	(40,2 a 43,2)	0,8	0,974	0,775
Massa gorda	kg	6,0	13,7	9,0	2,2	(8,1 a 10,0)	0,5	0,889	0,015
Massa gorda	%	9,3	19,3	13,5	2,6	(12,5 a 14,6)	0,5	0,920	0,067
Massa isenta de gordura	Kg	47,3	66,4	57,1	5,0	(55,1 a 59,2)	1,0	0,971	0,721
Volume apendicular da coxa esquerda	L	3,3	5,6	4,7	0,6	(4,4 a 4,9)	0,1	0,954	0,350
Volume apendicular da coxa direita	L	3,3	6,1	4,6	0,6	(4,3 a 4,9)	0,1	0,982	0,942

Abreviaturas: EP (erro padrão); InConf (intervalo de confiança)

Relativamente à produção de força isocinética dos músculos EJ e FJ, a Tabela 2 mostra que, no que diz respeito a ação concêntrica o MMF dos EJ é de 195,5 N.m, no D e 173,7 N.m, no ND, dos FJ e 112,1 N.m, no membro D, e 98,3 N.m, no membro ND, em média. Em ação excêntrica o MMF apresenta valores médios de 239,4 N.m e 211,6 N.m para os EJ (membro D e ND, respetivamente) e 148,3 N.m e 127,6 N.m para os FJ (D e ND, respetivamente). Os rácios convencionais resultantes da força isocinética apresentam valores de 0,58 para o membro D e 0,57 para o membro ND, em média. Os rácios funcionais têm valores médios de 0,77 e 0,74 (membro D e ND, respetivamente). Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade (Tabela 2).

Tabela 2. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à produção de força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho.

variáveis	unidades	amplitude		média			desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo	valor	EP	95 % InConf		valor	p
MMFcon extensores membro dominante	N.m	116,5	276,6	195,5	36,7	(181,1 a 211,4)	7,7	0,983	0,950
MMFcon extensores membro não-dominante	N.m	108,6	220,2	173,7	33,6	(160,1 a 187,8)	7,0	0,940	0,177
MMFcon flexores membro dominante	N.m	34,4	151,2	112,1	29,2	(98,9 a 123,5)	6,1	0,933	0,125
MMFcon flexores membro não-dominante	N.m	24,8	133,7	98,3	30,8	(84,3 a 110,0)	6,4	0,896	0,021
Rácio convencional membro dominante		0,19	0,73	0,58	0,13	(0,52 a 0,62)	0,03	0,890	0,016
Rácio convencional membro não-dominante		0,13	0,81	0,57	0,15	(0,50 a 0,62)	0,03	0,893	0,018
MMFexc extensores membro dominante	N.m	145,9	356,4	239,4	55,8	(218,1 a 263,1)	11,6	0,977	0,859
MMFexc extensores membro não-dominante	N.m	130,7	314,3	211,6	51,4	(193,1 a 233,7)	10,7	0,954	0,355
MMFexc flexores membro dominante	N.m	90,9	200,6	148,3	32,4	(134,5 a 162,2)	6,8	0,959	0,450
MMFexc flexores membro não-dominante	N.m	72,3	172,3	127,6	27,4	(116,5 a 139,2)	5,7	0,969	0,663
Rácio funcional membro dominante		0,57	1,17	0,77	0,16	(0,71 a 0,83)	0,03	0,885	0,012
Rácio funcional membro não-dominante		0,53	1,18	0,74	0,15	(0,69 a 0,81)	0,03	0,923	0,077

Abreviaturas: EP (erro padrão); InConf (intervalo de confiança); MMF (momento máximo de força); con (ação muscular concêntrica); exc (ação muscular excêntrica)

A Tabela 3 apresenta a estatística comparativa entre membros D e ND considerando os músculos EJ e FJ. Relativamente à ação muscular concêntrica, nota-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre o membro D e ND, tanto entre os músculos EJ ($Z = -4,197$, $p < 0,01$) como entre os músculos FJ ($Z = -4,198$, $p < 0,01$). Em ação muscular excêntrica verifica-se também a existência de diferenças estatisticamente significativas entre membro D e ND, nos EJ ($Z = -4,198$, $p < 0,01$) e nos FJ ($Z = -4,198$, $p < 0,01$). No que diz respeito aos rácios, não são verificadas diferenças estatisticamente significativas entre membro D e ND no rácio convencional ($Z = -0,456$, $p = 0,648$) nem no rácio funcional ($Z = -0,335$, $p = 0,738$).

Tabela 3. Estatística comparativa entre membros dominante e não dominante considerando os músculos extensores e flexores da articulação do joelho.

variáveis	Dominante		Não-Dominante		Wilcoxon	
	média	DP	média	DP	Z	p
MMFcon extensores	195,5	7,7	173,7	7,0	-4,197	<0,01
MMFcon flexores	112,1	6,1	98,3	6,4	-4,198	<0,01
Rácio convencional	0,58	0,03	0,57	0,03	-0,456	0,648
MMFexc extensores	239,4	11,6	211,6	10,7	-4,198	<0,01
MMFexc flexores	200,6	6,8	172,3	5,7	-4,198	<0,01
Rácio funcional	0,77	0,03	0,74	0,03	-0,335	0,738

Abreviaturas: DP (desvio padrão); MMF (momento máximo de força); con (ação muscular concêntrica); exc (ação muscular excêntrica).

Relativamente à produção de força isométrica dos músculos adutores e abdutores da anca, a Tabela 4 mostra que, no que diz respeito aos músculos adutores o MF é de 468,2 N e 7,1 N/kg, em média. Os músculos abdutores apresentam valores médios de 473,2 N e 7,1 N/kg.

Tabela 4. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=23) relativamente à produção de força isométrica dos músculos adutores e abdutores da anca.

variáveis	unidades	amplitude		média			desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo	valor	EP	95 % InConf		valor	<i>p</i>
MF adutores	N	356,1	650,4	468,2	69,9	(435,3 s 501,9)	18,1	0,934	0,313
MF adutores	N / kg	6,1	9,8	7,1	1,1	(6,6 a 7,7)	0,3	0,793	0,003
MF abdutores	N	315,9	640,6	473,2	80,5	(429,9 a 412,4)	20,8	0,969	0,844
MF abdutores	N / kg	5,7	9,6	7,1	1,0	(6,7 s 7,7)	0,3	0,926	0,239

Abreviaturas: EP (erro padrão); InConf (intervalo de confiança); MF (momento de força).

A Tabela 5 indica a estatística comparativa entre adutores e abdutores da anca, não sendo verificadas diferenças estatisticamente significativas entre adutores e abdutores no MF para valores absolutos (N) ($Z = -0,796$, $p = 0,426$) nem no MF com os valores relativizados pela massa corporal total (N/kg) ($Z = -0,738$, $p = 0,460$).

Tabela 5. Estatística comparativa entre adutores e abdutores da anca.

variáveis	Adutores		Abdutores		Wilcoxon		
	média	DP	média	DP	Z	p	
MF	N	468,2	18,1	473,3	20,8	-0,796	0,426
MF	N / kg	7,1	0,3	7,1	0,3	-0,738	0,460

Abreviaturas: DP (desvio padrão); MF (momento de força).

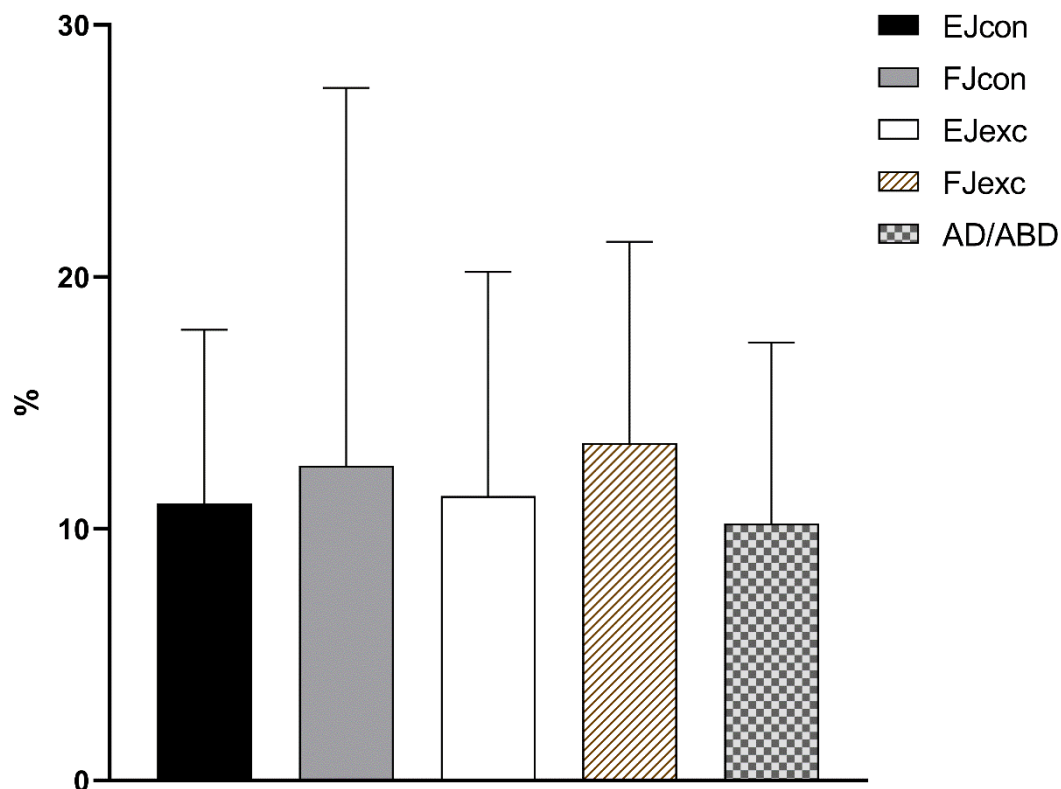


FIGURA 1. Diferenças bilaterais (%) para músculos extensores (EJ) e flexores (FJ) da articulação do joelho, entre membro Dominante e Não-dominante; e entre músculos adutores e abdutores da anca.

Na Figura 1 verifica-se que, em ação muscular concêntrica, os EJ apresentam valores de diferenças bilaterais de 11,0 % e os FJ, valores um pouco superiores, de 12,5 %, em média. Em ação excêntrica, os valores médios de diferenças bilaterais nos EJ é de 11,3 % e nos FJ de 13,4 %, notando-se valores superiores nos FJ, à semelhança do que acontece em ação concêntrica.

No que diz respeito aos músculos adutores e abdutores da anca as diferenças apresentam valores médios de 10,2 %. Através do rácio AD/ABD os valores flutuam entre 0,85 e 1,35 sendo o valor médio de $1,00 \pm 0,14$.

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO

O presente estudo focou-se no estudo da força dos músculos FJ e EJ e dos músculos abdutores e adutores da anca em jogadores sub-19 masculinos de futebol, através da utilização da dinamometria isocinética, para os FJ e EJ, e dinamometria isométrica, para os abdutores e adutores da anca. Com o desenvolver do conhecimento pela modalidade do futebol e com a subsequente melhoria da qualidade de treino, existe a necessidade de aprimorar, também, a avaliação física dos atletas de modo a prevenir e identificar lesões, neste caso, ao nível da musculatura dos membros inferiores. Com este estudo, surgem alguns valores, como o MMF dos FJ e EJ em ação concêntrica e excêntrica, os MF dos abdutores e adutores da anca e os rácios e diferenças bilaterais, que ajudam a caracterizar os níveis de força em jogadores jovens de futebol e a comparar os diferentes membros (D e ND), também nestas idades, possibilitando uma melhor compreensão do desenvolvimento da musculatura dos membros inferiores e o seu contributo para o sucesso na modalidade.

As características morfológicas e de composição corporal da presente amostra estão de acordo com as amostras de pesquisas anteriores com atletas jovens praticantes da modalidade de futebol, onde foi estudada a força dos músculos FJ e EJ e/ou a força dos músculos abdutores e adutores da anca (De Ste Croix *et al.*, 1999; Eustace, Page, & Craig, 2018; Sousa *et al.*, 2003; Gerodimos *et al.*, 2015; Kellis *et al.*, 2001; Karantratou *et al.*, 2019). Comparando com os dados obtidos no estudo de Karantratou *et al.* (2019), o estudo mais recente, em que se avaliaram 20 jogadores de futebol da *Greek Amateur Soccer Association* ao nível da força na articulação da anca, os valores de IdCron ($17,5 \pm 0,3$ anos), estatura ($175,0 \pm 5,0$ cm), massa corporal ($67,1 \pm 7,1$ kg) e experiência desportiva ($8,4 \pm 2,0$ anos) assemelham-se aos encontrados no presente estudo ($17,7 \pm 0,8$ anos, $173,0 \pm 5,4$ cm, $66,1 \pm 6,2$ kg, $11,9 \pm 1,7$ anos, respetivamente), apresentando apenas uma pequena diferença na experiência desportiva. Comparativamente aos restantes estudos, as características morfológicas e de composição corporal da amostra utilizada neste estudo apresentam valores pertencentes ao InConf de 95 % das amostras dos estudos referidos, significando que esta amostra apresenta valores de estatura e massa corporal semelhantes a amostras do mesmo etário de diferentes países do mundo.

Considerando a avaliação e comparação da força isocinética da articulação do joelho entre o membro D e ND em jovens atletas, nota-se uma concordância entre as tendências dos resultados obtidos, de forma geral, com a literatura existente (Daneshjoo *et al.*, 2013; De Lira *et al.*, 2017; Denadai *et al.*, 2016; Eustace *et al.*, 2018; Jones & Bampoura, 2010; Kellis *et al.*, 2001; Magalhães *et al.*, 2001; Masuda *et al.*, 2005), verificando-se que o membro D apresenta valores maiores que o membro ND, tanto em ação concêntrica como em ação excêntrica, que os valores de MMF são superiores nos EJ que nos FJ e que os valores de MMF em ação excêntrica são significativamente maiores que em ação concêntrica.

Num estudo recente de Eustace *et al.* (2018) 17 jogadores profissionais seniores e 17 jovens sub-19 de elite, todos do mesmo clube, da *English Football League Division 2* foram comparados. O objetivo do estudo foi comparar as características da força excêntrica dos FJ e concêntrica dos EJ em jogadores seniores e jovens através de métricas tradicionais e de ângulos específicos. Equiparando os resultados obtidos dos jogadores jovens com os do corrente estudo, os valores dos futebolistas portugueses são um pouco inferiores aos atletas ingleses em relação à produção de força tanto na função de extensão do joelho para a ação muscular concêntrica, como para flexão do joelho em ação muscular excêntrica. Apesar desta diferença entre os valores, a medida composta avaliada (rácio funcional) não apresenta diferenças entre os estudos.

Através das comparações realizadas com a literatura existente, os valores MMF dos FJ e EJ e as medidas compostas derivadas (rácio convencional e rácio funcional) encontram-se no InConf, dando assim validade e confiabilidade aos dados obtidos. Assim as principais inferências retiradas são que o membro D, independentemente do tipo de ação muscular (concêntrica ou excêntrica), apresenta valores superiores que o membro ND, que os EJ revelam obter valores de MMF significativamente superior que os FJ e que independentemente do grupo muscular (FJ ou EJ) e do membro (D ou ND) existe maior produção de força durante ações musculares excêntricas. Estas observações entram em concordância com os valores obtidos na Tabela 3, onde se verificou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre o membro D e ND em todos os grupos musculares e ações musculares, utilizando o teste de *Wilcoxon*.

Na avaliação da força da abdução e adução da anca poucos estudos têm sido realizados nesta área, não havendo ainda um método definitivamente estandardizado para

a sua avaliação. Assim, é possível encontrar estudos que realizam a avaliação da força isocinética através de dinamómetros isocinéticos (Karantratou *et al.*, 2019), outros que avaliam a força isométrica através de dinamómetros manuais (Hanna *et al.*, 2010; Mosler *et al.*, 2017; Thorborg *et al.*, 2011a; Thorborg *et al.*, 2010; Thorborg *et al.*, 2011b) e dinamómetros de pressão (Coughlan, Delahunt, Caulfield, Forde, & Green, 2014; Delahunt, Fitzpatrick, & Balke, 2017; Delahunt *et al.*, 2011; Mesquita *et al.*, 2018; Moreno *et al.*, 2019), destacando os estudos realizados por Mesquita e por Moreno por utilizarem o mesmo aparelho de medição que o presente estudo.

No estudo de Mesquita *et al.* (2018), em que se avaliou a confiabilidade entre as sessões do uso de diferentes posições corporais para medir a força bilateral de adução e abdução da anca usando um dinamómetro portátil, através de uma amostra constituída por 25 estudantes universitários (9 mulheres e 16 homens) fisicamente ativos (idade = 21,6 anos; estatura = 171,0 cm; massa corporal = 64,8 kg), os valores obtidos foram de 440,7 N e 443,6 N (primeira e segunda sessão, respetivamente) para os adutores e de 361,8 N e 351,0 N (primeira e segunda sessão, respetivamente) para os abdutores. Comparando com os valores obtidos no presente estudo, os valores de Mesquita *et al.* (2018) são inferiores aos da amostra de jovens, apesar da diferença de idades, justificáveis, provavelmente, devido ao facto da presente amostra de jovens ser constituída por jogadores de futebol com vários anos de experiência desportiva. Nota-se ainda que, ao contrário do que acontece no presente estudo, na amostra do estudo de Mesquita os músculos adutores da anca apresenta valores superiores que os abdutores, o que se verifica noutros estudos (Mosler *et al.*, 2017; Thorborg *et al.*, 2011a; Thorborg *et al.*, 2010; Thorborg *et al.*, 2011b).

A avaliação da força da abdução e adução da anca, devido ao pouco conhecimento desenvolvido nesta área, principalmente com o dinamómetro utilizado, torna a validação e confiabilidade dos dados mais complexa. No entanto, é possível verificar que os valores de MF dos abdutores são superiores aos dos adutores, em média, não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os abdutores e os adutores, com recurso ao teste de *Wilcoxon*.

Relativamente às diferenças bilaterais, encontram-se diversos estudos que estudam as diferenças entre o membro D e o ND em termos de força dos FJ e EJ (De Lira *et al.*, 2017; Jones & Bampouras, 2010; Magalhães *et al.*, 2001). Magalhães *et al.* (2001),

com uma população que continha um grupo semelhante à amostra do presente estudo (10 juniores (idade: $17,3 \pm 0,8$ anos)), teve como objetivo descrever e comparar os perfis isocinéticos da força em futebolistas e voleibolistas de diferentes, sexo e funções específicas. Neste estudo, os valores médios obtidos, pelo grupo de juniores, das diferenças bilaterais em ação concêntrica (90 °/s) foram de 14,8 % para os EJ e de 10,2 % para os FJ (Magalhães *et al.*, 2001). Colocando os valores lado a lado com os obtidos no presente estudo, é possível verificar que a relação entre os EJ e os FJ é oposto, uma vez que no estudo de Magalhães *et al.* (2001) a valor da diferença bilateral é maior nos EJ que nos FJ, este valor pode ser influenciado pelas diferentes velocidades de teste. Jones e Bampouras (2010) numa amostra composta por 13 participantes de desportos universitários do sexo masculino (idade $21,0 \pm 1,1$ anos), pretenderam comparar a dinamometria isocinética com testes de campo funcional para avaliar o desequilíbrio de força bilateral, obtendo valores de diferenças bilaterais de 10,53 % (EJcon), 10,30 % (FJcon) 12,43 % (EJexc) e 8,81 % (FJexc). Como se pode observar os valores do estudo de Jones e Bampouras (2010) tem uma melhor concordância com o presente estudo, apesar da diferença de idades.

Mosler *et al.* (2017), realizou um estudo com o objetivo de determinar os perfis normais de força da anca e amplitude de movimento numa liga profissional de futebol no Catar, e examinar o efeito da dominância da perna, idade, histórico de lesões e etnias nesses perfis, com uma amostra de 394 jogadores de futebol profissional do sexo masculino, com idades entre 18 e 40 anos, avaliando a força dos adutores e abdutores da anca com um dinamómetro manual. Com este estudo Mosler e colaboradores obtiveram um rácio adutor/abdutor de 1,17 para o membro D e 1,18 para o membro ND. Comparando com o presente estudo, os valores do rácio adutor/abdutor são inferiores aos de Mosler *et al.* (2017), podendo-se verificar que, em média, na amostra de jovens, os valores de força dos adutores da anca são semelhantes aos abdutores da anca.

Nomeadamente às medidas compostas, é possível determinar que, relativamente ao rácio convencional, não se verificam riscos de lesão no membro N e no ND uma vez que os valores são próximos de 0,6 (Aagaard *et al.*, 1995), e que em termos de rácio funcional se observa um risco de lesão, pois os valores são inferiores a 1 (Aagaard *et al.*, 1998) em ambos os membros.

Com recurso ao estudo de Newton *et al.* (2006) em que se pretendeu determinar

se existia um desequilíbrio de força significativo entre as pernas esquerda e direita ou membro D e ND e investigar possíveis correlações entre vários testes de cadeia cinética fechada unilateral e bilateral, através de um teste de campo e de dinamometria isocinética tradicional, usada para determinar o desequilíbrio de força, com recurso a uma amostra de 14 jogadoras de softball universitárias ($20,2 \pm 1,4$ anos) que participavam na *National Collegiate Athletic Association Division*. Neste estudo, concluiu-se que, no dinamómetro isocinético, não existe risco de lesão se o valor de diferença bilateral entre membro D e ND for inferior a 10 % e que existe um risco elevado de contrair uma lesão caso este valor seja superior a 16 % (Newton *et al.*, 2006). Analisando os dados da Figura 1, pode-se verificar que os valores das diferenças bilaterais retirados do dinamómetro isocinético (FJcon, FJexc, EJcon e EJexc) encontram-se todos entre os 10 % e os 16 % o que significa que o risco dos atletas desta amostra contrair uma lesão nos FJ e EJ é de baixo a moderado. Utilizando os valores de Newton *et al.* (2006) para analisar o rácio adutor/abdutor, uma vez que não existe literatura utilizando este rácio, o risco de contrair uma lesão nos abdutores e/ou adutores da anca é baixo (10,2 %).

O estudo demonstra algumas limitações, sendo uma delas a amostra ser constituída unicamente por jogadores jovens masculinos de futebol portugueses da mesma equipa, o que origina um conjunto de resultados específico para este grupo, podendo os valores diferenciarem caso o mesmo estudo seja realizado numa outra equipa do mesmo país ou de países diferentes. Outra limitação é a falta de conhecimento desenvolvido pela força dos abdutores e adutores da anca, principalmente nestas idades, o que limita as comparações realizadas e também uma exploração mais aprofundada dos valores obtidos.

Estudos futuros devem procurar tentar criar tabelas com valores estandardizados de força consoante a idade, para uma rápida interpretação dos dados durante as avaliações, para diferentes idades. Deve-se desenvolver o conhecimento pelos abdutores e adutores da anca em idades mais jovens e encontrar um método *standard* para a avaliação da força desta articulação, de forma a melhorar a sua exploração e criar medidas compostas (rácios e diferenças) que possam ser utilizadas nestes grupos musculares. Outro estudo possível, é relativizar a força produzida com a massa apendicular do membro inferior, especificamente a massa livre de gordura (MLG) apendicular, em vez da massa corporal, estabelecendo uma relação entre a musculatura e a produção de força.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O presente estudo cumpre o que inicialmente se tinha proposto, estudando a força dos músculos FJ e EJ e dos músculos abdutores e adutores da anca em jogadores jovens de futebol. Os valores obtidos são similares aos da restante literatura, o que torna a aceitação dos valores válida e confiável, contribuindo assim para uma ampliação do conhecimento pela prevenção e identificação de lesões e assimetrias musculares.

As principais conclusões deste estudo são que quando se comparam valores absolutos unilaterais verificam-se diferenças entre os membros D e ND; as medidas compostas (rácios convencional e funcional) tendem a ser semelhantes entre os membros; os valores de MF dos adutores e abdutores da anca não apresentam diferenças; funcionalmente não existem diferenças, existindo um equilíbrio entre os músculos agonistas e os músculos antagonistas.

Em suma, o que se reserva deste estudo é que independentemente dos valores de força obtidos pelos grupos musculares é importante que exista um equilíbrio entre os pares de músculos agonista-antagonista, para que não exista risco de aparecimento de lesões.

REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154(4), 421–427. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1995.tb09927.x>
- Akagi, R., Tohdoh, Y., & Takahashi, H. (2014). Strength and size ratios between reciprocal muscle groups in the thigh and lower leg of male collegiate soccer players. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(2), 121-125. doi: 10.1111/cpf.12073
- Aquino, C.F. Vaz, D. V. Brício, R. S. Silva, P.L.P. Ocarino, J.M., & Fonseca, S.T. (2007) A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 15(1): 93-100.
- Baldon, R. de M., Lobato, D. F. M., Carvalho, L. P., Wun, P. Y. L., Presotti, C. V., & Serrão, F. V. (2012). Relationships between eccentric hip isokinetic torque and functional performance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(1), 26–33. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.1.26>
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D.A. (1989). Isokinetic Dynamometry- Applications and Limitations. *Sports Medicine*, 8(2), 101–116.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer - With special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*. 15 (suppl. 619), 1-156.
- Barbanti, J. (1996). *Treinamento Desportivo: bases científicas*. 3ªed. São Paulo: CRL Balieiro.
- Barnes, W. S. (1980). The relationship of motor-unit activation to isokinetic muscular contraction at different contractile velocities. *Physical Therapy*, 60(9), 1152–1157. <https://doi.org/10.1093/ptj/60.9.1152>
- Burnett, C. N., Filusch Betts, E., & King, W. M. (1990). Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. *Physical Therapy*, 70(4), 244–

249. <https://doi.org/10.1093/ptj/70.4.244>

Carvalho, P., & Cabri, J. (2007). Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da Coxa em Futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia No Desporto*, 1(2), 1–11. <https://www.researchgate.net/publication/242093258>

Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1(3), 56–62.

Correia, C. (2019). *Monitorização da carga de treino no futebol ao longo do período competitivo*. Tese de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Desporto. Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal

Coughlan, G. F., Delahunt, E., Caulfield, B. M., Forde, C., & Green, B. S. (2014). Normative adductor squeeze test values in elite junior rugby union players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(4), 315–319. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000046>

Couto, P. (2017). *Reprodutibilidade dos momentos de força dos extensores e flexores da articulação do joelho por dinamometria isocinética: análise dos momentos máximos de força e dos índices convencionais e funcionais*. Tese de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469–1475. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>

Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 45–53. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0005>

De Lira, C. A. B., Mascarin, N. C., Vargas, V. Z., Vancini, R. L., & Andrade, M. S.

- (2017). Isokinetic Knee Muscle Strength Profile in Brazilian Male Soccer, Futsal, and Beach Soccer Players: a Cross-Sectional Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(7), 1103–1110. <https://doi.org/10.26603/ijsp20171103>
- De Ste Croix, M. B. A. Armstrong, N. Welsman, J. R. (1999). Concentric isokinetic leg strength in pre-teen, teenage and adult males and females. *Biology of Sports*, 16(2), 75-86.
- Delahunt, E., Fitzpatrick, H., & Blake, C. (2017). Pre-season adductor squeeze test and HAGOS function sport and recreation subscale scores predict groin injury in Gaelic football players. *Physical Therapy in Sport*, 23, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.07.002>
- Delahunt, E., Kennelly, C., McEntee, B. L., Coughlan, G. F., & Green, B. S. (2011). The thigh adductor squeeze test: 45° of hip flexion as the optimal test position for eliciting adductor muscle activity and maximum pressure values. *Manual Therapy*, 16(5), 476–480. <https://doi.org/10.1016/j.math.2011.02.014>
- Denadai, B. S., de Oliveira, F. B. D., Camarda, S. R. de A., Ribeiro, L., & Greco, C. C. (2016). Hamstrings-to-quadriceps strength and size ratios of male professional soccer players with muscle imbalance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(2), 159–164. <https://doi.org/10.1111/cpf.12209>
- 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>
- Donne, B., & Luckwill, R. G. (1996). Co-activation of quadriceps and hamstring muscles during concentric and eccentric isokinetic exercise. *Isokinetics and Exercise Science*, 6(1), 21–26. <https://doi.org/10.3233/ies-1996-6104>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*,

50(12), 731–737. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>

Esteve, E., Rathleff, M. S., Vicens-Bordas, J., Clausen, M. B., Hölmich, P., Sala, L., & Thorborg, K. (2018). Preseason Adductor Squeeze Strength in 303 Spanish Male Soccer Athletes: A Cross-sectional Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2325967117747275>

Eustace, S. J., Page, R. M., & Greig, M. (2020). Angle-Specific Isokinetic Metrics Highlight Strength Training Needs of Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3258–3265. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002612>

Floyd, R. T. (2015). *Manual of Structural Kinesiology* (19th Edition). New York: McGraw-Hill Education.

Fonseca, S. T., Ocarino, J. M., Da Silva, P. L. P., Bricio, R. S., Costa, C. A., & Wanner, L. L. (2007). Characterization of professional soccer players' muscle performance. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 13(3), 143–147. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922007000300003>

Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010a). Lower limb strength in professional soccer players: Profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 364–373.

Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010b). Multivariate isokinetic strength asymmetries of the knee and ankle in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 50. 465-74.

Gerodimos, V., Karatrantou, K., Paschalis, V., Zafeiridis, A., Katsareli, E., Bilios, P., & Kellis, S. (2015). Reliability of concentric and eccentric strength of hip abductor and adductor muscles in young soccer players. *Biology of Sport*, 32(4), 351–356. <https://doi.org/10.5604/20831862.1189202>

Hanna, C. M., Fulcher, M. L., Elley, C. R., & Moyes, S. A. (2010). Normative values of hip strength in adult male association football players assessed by handheld dynamometry. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 299–303.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.05.001>

- Harriss, J. & Atkinson, G. (2015). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121-1124. doi: 10.1055/s-0035-1565186
- Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (1997). Human body composition: Advances in models and methods. *Annual Review of Nutrition*, 17, 527–558. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.17.1.527>
- Ibrahim, A., Murrell, G. A., & Knapman, P. (2007). Adductor strain and hip range of movement in male professional soccer players. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 15(1), 46–49. <https://doi.org/10.1177/230949900701500111>
- Jones, A. & Bampouras, M. (2010). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1553–1558.
- Jones, R. & Pearson, J. (1969). Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *The Journal of Physiology*. 204(2), 63-66.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic Evaluation of Muscular Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 11–18. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021104>
- Karatrantou, K., Gerodimos, V., Katsareli, E., Manouras, N., Ioakimidis, P., & Famisis, K. (2019). Strength Profile of Hip Abductor and Adductor Muscles in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 31–41. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0069>
- Kellis, E., & Baltzopoulos, V. (1998). Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1616-1623.
- Kellis, E., & Katis, A. (2007). Quantification of functional knee flexor to extensor moment ratio using isokinetics and electromyography. *Journal of Athletic Training*, 42(4), 477–485. [https://doi.org/10.1016/s0162-0908\(08\)79338-3](https://doi.org/10.1016/s0162-0908(08)79338-3)

- Kellis, E., Kellis, S., Gerodimos, V., & Manou, V. (1999). Reliability of isokinetic concentric and eccentric strength in circumpubertal soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 11(3), 218–228. <https://doi.org/10.1123/pes.11.3.218>
- Kellis, S., Gerodimos, V., Kellis, E., & Manou, V. (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 9(1), 31–39. <https://doi.org/10.3233/ies-2001-0061>
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. M. C. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 1(2), 13–21. <https://doi.org/10.5628/rpcd.01.02.13>
- Massada, J. (1989). *Lesões Musculares no Desporto*. Editorial Caminho, SA. 51-75
- Masuda, K., Kikuhara, N., Takahashi, H., & Yamanaka, K. (2003). The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 21(10), 851–858. <https://doi.org/10.1080/0264041031000102042>
- Mesquita, R., Gonçalves, B., Tavares, F., Brito, J., Correia, P., Santos, P., *et al.* (2018). *Maximal strength and rate of force development of hip adduction and abduction: Reliability of measures from a portable dynamometer*. In Paper presented at the international congress of strength training, Perth, Western Australia.
- Moreno-Pérez, V., Travassos, B., Calado, A., Gonzalo-Skok, O., Del Coso, J., & Mendez-Villanueva, A. (2019). Adductor squeeze test and groin injuries in elite football players: A prospective study. *Physical Therapy in Sport*, 37, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.001>
- Mosler, A. B., Crossley, K. M., Thorborg, K., Whiteley, R. J., Weir, A., Serner, A., & Hölmich, P. (2017). Hip strength and range of motion: Normal values from a professional football league. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(4), 339–343. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.05.010>

- Newton, R. U., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. K., Doan, B. K., Robertson, M., Pearson, D. R., Craig, B. W., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 971–977. <https://doi.org/10.1519/R-5050501x.1>
- Nunes, L. (2020). *Assimetria morfológica e funcional da cadeia cinética dos membros inferiores em futebolistas: Estudo por dinamometria isocinética e volumetria apendicular*. Dissertação de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Ostenberg, A. & Roos, H. (2000). Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*; 10(5):279-85.
- Reilly, T. (1996). *Science and Soccer*. London: E & FN Spon
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Rodríguez-Lorenzo, L., Fernandez-Del-Olmo, M., & Acero, R. M. (2016). Strength and Kicking Performance in Soccer: A Review. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 106–116. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000223>
- Soares, J., & Rebelo, A. N. C. (2013). Fisiologia do treinamento no alto desempenho do atleta de futebol. *Revista USP*, 0(99), 91. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i99p91-106>
- Sousa, P., Garganta, J., & Garganta, R. (2003). Estatuto posicional, força explosiva dos membros inferiores e velocidade imprimida à bola no remate em futebol. Um estudo com jovens praticantes do escalão sub-17. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 3(3), 27–35. <https://doi.org/10.5628/rpcd.03.03.27>
- 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->

- Thorborg K, Couppé C, Petersen J, Magnusson S.P, & Hölmich, P. (2011a). Eccentric hip adduction and abduction strength in elite soccer players and matched controls: A cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 10-13.
- Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., & Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 493–501. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00958.x>
- Thorborg, K., Serner, A., Petersen, J., Moller Madsen, T., Magnusson, P., & Hölmich, P. (2011b). Hip adduction and abduction strength profiles in elite soccer players: Implications for clinical evaluation of hip adductor muscle recovery after injury. *American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 121–126. <https://doi.org/10.1177/0363546510378081>
- Ueblacker, P., Haensel, L., & Mueller-Wohlfahrt, H.-W. (2016). Treatment of muscle injuries in football. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2329–2337. doi:10.1080/02640414.2016.1252849
- Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. (2006). *Science and practice of strength* (2nd edition). Champaign, IL: Human Kinetics
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: Quadriceps muscle strength ratio. *American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231–237. <https://doi.org/10.1177/03635465980260021201>.