



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Luís Carlos Pereira Nunes

ASSIMETRIA MORFOLÓGICA E FUNCIONAL
DA CADEIA CINÉTICA DOS MEMBROS INFERIORES
EM FUTEBOLISTAS

ESTUDO POR DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA E VOLUMETRIA APENDICULAR

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

Janeiro de 2020

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

**ASSIMETRIA MORFOLÓGICA E FUNCIONAL DA
CADEIA CINÉTICA DOS MEMBROS INFERIORES EM
FUTEBOLISTAS**

Estudo por dinamometria isocinética e volumetria apendicular

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

Luís Carlos Pereira Nunes

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.

“Não deixe o ruído das opiniões dos outros abafar a sua própria voz interior”.

(Steve Jobs)

AGRADECIMENTOS

Esta grande caminhada que foi a elaboração deste trabalho de Mestrado ajudou-me na minha evolução académica, em que diversas dúvidas e dificuldades foram superadas com a ajuda de todas as pessoas que assumiram um papel crucial neste processo, sem elas não seria possível concretizar este projeto.

Dedico este trabalho em especial aos meus pais, que sem eles nada disto seria possível, por todos os valores e competências que me transmitiram, em que foram desde sempre os meus “pilares” em tudo. Não deixando de agradecer aos meus tios e toda a minha família!

Um agradecimento muito especial aos orientadores Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva, 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, que sempre me apoiaram em tudo, sempre me motivaram e alegraram os meus dias menos bons! 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 a vários níveis, tanto profissional, como académico e até mesmo pessoal.

“As pessoas não fazem amigos, reconhece-os”.

(Garth Henrichs)

RESUMO

O equilíbrio muscular é essencial para que os futebolistas atinjam níveis de excelência. O dinamómetro isocinético tem estudado as diferenças bilaterais no que ao membro inferior diz respeito, e a relação agonista-antagonista (I/Q) tem sido considerada como indicador predito de lesão. O presente estudo visa estudar a assimetria morfológica e funcional em jogadores de futebol profissionais. Trinta e um indivíduos (idade: 20-35 anos) participaram no estudo. Foram estudados o membro preferido e não preferido (auto-reportados). O volume apendicular da coxa foi estimado a partir de três circunferências e comprimentos parciais (Jones & Pearson, 1969), a composição corporal foi medida usando um analisador de impedância bioelétrica múltipla (InBody770) e a avaliação isocinética foi realizada por um dinamómetro validado (Biodex System 3). Os resultados da avaliação da morfologia externa alegam valores médios do volume apendicular da coxa preferida de 5,6 L e de 5,5 L do volume apendicular da coxa não preferida. As diferenças encontradas entre ambos são de 0,5L com maior volume apresentado pelo membro preferido. Relativamente à produção de força em ação muscular concêntrica valores das diferenças bilaterais dos quadríceps (Q) são de -0,3% e dos isquiotibiais (I) são de 3,1%. Na ação muscular excêntrica (ecc) em média os valores da diferença bilateral dos quadríceps é de 4,6% e dos isquiotibiais de 8,3%. Foi ainda estudado o comportamento da medida composta (Iecc/Qcon) em posições angulares específicas (30°, 45° e 60°). Analisando membro preferido e não preferido, os valores desta relação apresentam rácios de 1,40 e 1,34 na posição de 30 graus, 0,88 e 0,89 na posição de 45 graus e 0,64 e 0,66 nos 60 graus. Conclui-se que as diferenças bilaterais e assimétricas são normalmente díspares, muito por défice do grupo muscular Isquiotibial, uma vez que a sua capacidade em ação muscular excêntrica não acompanha o trabalho antagonista do grupo muscular anterior.

Palavras-chave: joelho, momento de força, rácio funcional, controlo de treino

ABSTRACT

Muscle balance is essential for soccer players to achieve levels of excellence. The isokinetic dynamometer has studied the bilateral differences in the lower limbs, and the agonist-antagonist relationship (H/Q) has been considered as an indicator of injury. This study aimed at studying morphological and functional asymmetry in professional soccer players. Thirty-one individuals (aged: 20 - 35 years) participated in the study. The self-reported preferred and the unpreferred members were studied. The appendicular thigh volume was estimated from three partial circumferences and lengths (Jones & Pearson, 1969), body composition was measured using a multiple bioelectric impedance analyzer (InBody770), and isokinetic evaluation performed by a validated dynamometer (Biodex System 3). The results of the evaluation of external morphology claim mean values for the preferred thigh of 5.6 L and 5.5 L for the unpreferred thigh. The differences found between both does the preferred member present 0.5L with higher volume. Regarding the strength outputs, in concentric muscle action (con) values of bilateral differences of quadriceps (Q) are -0.3% and of the hamstring (H) are 3.1%. In the eccentric muscular action (ecc), on average, the mean value for the bilateral quadriceps difference is 4,6%, and for the hamstrings is 8.3%. Also, the composite ratio (Hecc/Qcon) has been studied in specific angular positions (30, 45, and 60). Analyzing preferred and unpreferred members, the values of this functional relationship represented the ratio of 1,40 and 1,34 in the 30 degrees, 0.88 and 0.89 in the position of 45 degrees and 0.64 and 0.66 at 60 degrees. It is concluded that the bilateral and asymmetric differences are generally disparate, with a deficit induced by the hamstring muscle group since their eccentric muscle capacity does not attend the antagonist work of the previous muscle group.

Key-words: knee, functional ratio, moment, screening.

LISTA DE ABREVIATURAS

N m : Newton metro

° : graus

°/s : graus por segundo

cm : centímetros

kg : quilogramas

L : litros

IC : idade cronológica

E : estatura

AS : altura sentada

CMI : comprimento dos membros inferiores

MLG : massa livre de gordura

MG : massa gorda

% : percentagem

con : concêntrica

ecc : excêntrica

MFM : momento de força máximo

MF : momento de força

LCA : ligamento cruzado anterior

EJ : extensores do joelho

FJ : flexores do joelho

EP : erro padrão

IC : intervalo de confiança

Q : quadricípite

I : isquiotibiais

n : número

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à idade, experiência desportiva, antropometria e composição corporal.	35
Tabela 2. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI direito .	39
Tabela 3. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI esquerdo .	43
Tabela 4. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI direito .	47
Tabela 5. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI esquerdo .	51
Tabela 6. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI preferido .	55
Tabela 7. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI não preferido .	59
Tabela 8. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI preferido .	63
Tabela 9. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI não preferido .	67
Tabela 10. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais para a morfologia apendicular .	71
Tabela 11. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais entre MI preferido e MI não preferido (força concêntrica)	75
Tabela 12. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais entre MI preferido e MI não preferido (força excêntrica)	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diferenças da variável composta (rácio funcional = I_{ecc}/Q_{con}) nas posições angulares consideradas (30° , 45° e 60°), entre membro preferido e não preferido. 81

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	19
A Força no Futebol	20
Força Muscular	21
Assimetria	23
Avaliação da Força: Dinamometria Isocinética	25
Desequilíbrios Musculares (Rácios)	26
Diferenças bilaterais	27
Objetivo do estudo	28
CAPÍTULO II	
METODOLOGIA	29
Amostra	29
Procedimentos	29
Idade Cronológica e Experiência de Treino	29
Antropometria	30
Volume da Coxa	30
Composição Corporal	30
Avaliação da Força Muscular	31
Assimetria bilateral	32
CAPÍTULO III	
RESULTADOS	33
CAPÍTULO IV	
DISCUSSÃO	83
CAPÍTULO V	
CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	89
REFERÊNCIAS	91

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O futebol é um dos desportos mais praticados no mundo, sendo uma modalidade intermitente. Em que esta tem alternância em momentos acíclicos e cíclicos onde são necessárias várias fontes de energia. A velocidade, agilidade e a força são as capacidades físicas mais importante para um bom desempenho físico de um jogador de futebol profissional.

Esta modalidade é caracterizada por ações motoras intermitentes de alta intensidade e curta duração, alternadas com períodos de ações motoras de baixa intensidade e grande duração (Anastasiadis, Anogeianaki, Anogianakis, Koutsonikolas, & Koutsonikola, 2004). Durante um jogo de futebol, sénior de alto rendimento, em cada 90 segundos, em média, é realizado um episódio de velocidade máxima com dois a quatro segundos de duração (Reilly & Thomas, 1976). Os jogadores executam em média 100 “sprints” em que aproximadamente 65% destes não ultrapassam os 16 metros (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Ao longo do jogo são realizadas aproximadamente 40 mudanças de sentido, em que são exigidos contrações vigorosas para a manutenção do controlo da bola e do equilíbrio (Withers, 1982). Estas informações ressaltam a importância da potência muscular e da força para o desempenho do futebol.

Num jogo de futebol, os jogadores seniores masculinos, em média, percorrem 10 a 12 km (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003), a 80-90% da frequência cardíaca máxima (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005) e os jogadores do meio campo percorrem maiores distâncias em relação aos avançados e aos defesas (Di Salvo et al., 2007). Percorrendo uma distância superior (5%) na primeira parte em relação à segunda parte (Ekblom, 1986). A influência do jogo é deveras importante na distância percorrida pelos jogadores, se o jogo for importante para a equipa os atletas tendem a percorrer maiores distâncias, 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, 1996).

Garganta, Garganta e Sousa (2003) afirmam que durante um jogo de 90 minutos 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.

Existem atividades no decorrer de um jogo de futebol, assim como os cabeceamentos, saltos, mudanças de sentido (com e sem bola) e as travagens. Bangsbo (1994) diz-nos que em média são realizados 8 cabeceamentos durante um jogo por jogador. Relativamente aos saltos, são realizados em média 15,5 saltos ao longo do jogo por cada jogador (Reilly & Thomas, 1976). Rebelo (1993) cita que 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.

A Força no Futebol

A força é essencial no futebol, observada em todos os momentos, no contacto com a bola (remates, passes, cruzamentos, entre outros) nos sprints, nos saltos, nas mudanças de sentido, nas fintas, nas acelerações e desacelerações, nas disputas de bola e em outras diversas situações.

Barbanti (1996) estudou a força em várias modalidades desportivas, diz-nos que os desportos coletivos utilizam a força numa curta unidade de tempo, sendo estes desportos caracterizados por movimentos de força rápida. O autor subdividiu a força rápida em força de lançamento, força de salto, força de “sprint” e força de resistência. No jogo de futebol todas estas forças anteriormente mencionadas são utilizadas. Por exemplo, os laterais utilizam com mais frequência

a força de “sprint”, os avançados mais a força de salto e os médios usam mais a força de resistência.

Níveis insuficientes de força (particularmente dos isquiotibiais) podem estar associados a um risco maior de lesões dos tecidos moles (Iga, George, Less, & Reilly, 2008; Greig, 2008).

Força Muscular

Os exercícios físicos são movimentos corporais estruturados, planejados e cíclicos, concebidos para melhorar e manter as componentes do condicionamento físico (Silva & Macri, 2007). Entre esses componentes encontra-se a força muscular, que é a capacidade do músculo-esquelético produzir momentos de força máximo e tensão (criada pelo músculo pode ser isométrica, concêntrica e excêntrica). A capacidade de produzir força pode ser influenciada por inúmeros fatores, como episódios precedentes de lesão (Almeida, Santos Silva, Pedrinelli, & Hernandez, 2018), as patologias (Candeloro & Caromano, 2007; Câmara et al., 2010), o treino (Cardoso, Curtolo, Natour, & Lombardi-Júnior, 2011; Dias, Cucato, Câmara, & Wolosker, 2010) e a idade (Ernesto et al., 2009). A força muscular é uma componente das mais importantes relativamente a aptidão física estando relacionada à saúde, além de ser deveras importante para o desempenho físico em inúmeras modalidades desportivas, neste caso o futebol.

Sendo a força muscular um dos fatores-chave 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).

Segundo Zatsiorsky e Kraemer (2006) força muscular na Física é a capacidade de gerar forças externas máximas, a força é definida com uma medida

instantânea da interação entre dois corpos, manifestando-se de duas maneiras: o movimento do corpo é alterado. A força é uma quantidade vetorial sendo caracterizada pela sua magnitude, ponto de aplicação e direção. Sendo a força uma medida instantânea e todos os movimentos humanos são realizados em um certo espaço de tempo, todo o contínuo força-tempo e não apenas a força em um determinado instante de tempo é o que mais interessa aos treinadores e aos atletas.

De acordo com Gomes e Souza (2008) a força é uma capacidade física que se expõe de diferentes formas, que varia conforme a necessidade da ação motora, relacionada com a capacidade de superar uma resistência externa e de ação oposta a essa resistência, através de esforços musculares, que é a condição necessária para que a ação motora seja realizada. Os autores dividem a força de três expressões diferentes:

- Força máxima que é entendida como a maior força que o sistema neuromuscular pode desenvolver;
- Força explosiva que corresponde a capacidade de superar uma resistência no menor tempo possível;
- Força de resistência, isto é, capacidade de vencer a fadiga para realizar um grande volume de trabalho muscular.

Os autores Hamill e Knutzen (1999) falam de três tipos de contração muscular: concêntrica, excêntrica e isométrica. Em que a contração concêntrica advém quando o músculo gera uma força e ao mesmo tempo que gera a força o músculo diminui o seu comprimento (em que o músculo contrai literalmente). Relativamente a contração excêntrica sucede quando, por exemplo, o músculo esta a ser alongado por forças externas (Neumann, 2006), uma ação com um grupo muscular antagonista ou devido a gravidade e ao mesmo tempo o músculo produz força (há produção de força enquanto é alongado). Existe contração isométrica a medida que o músculo concebe força mas não há mudanças no seu comprimento muscular, nisso a posição articular continua constante.

Stanley e Jacob (1999) dizem que a articulação do joelho é tipo sinovial, sendo responsável pelos movimentos de extensão e flexão dos membros inferiores. O joelho é constituído pela patela, pela extremidade proximal da tíbia e pela extremidade distal do fémur. Devido aos meniscos e aos ligamentos há um equilíbrio da articulação.

Assimetria

Estudos dedicados ao jogador de futebol sénior revelam que no futebol existe um alto índice de lesões, ocorrendo nomeadamente nos membros inferiores, de 69 a 88% dos casos (Magalhães, Oliveira, Ascensão, & Soares, 2001). Onde é obtida a maior percentagem de lesões em jogadores de futebol, cerca de 26% é no joelho e cerca de 11% é nos músculos da coxa (Ostenberg & Roos, 2000). O joelho, sendo uma articulação de grande vulnerabilidade e suscetibilidade de lesão, pela sua condição de articulação altamente solicitada e exposta a traumas é normalmente alvo de lesão (Ekstrand & Gillquist, 1983; Engstrom, Forssblad, & Johansson, 1990; Reilly & Howe, 1996), sendo a rotura do ligamento cruzado anterior uma das lesões mais comuns no joelho. Estima-se que a incidência das lesões é aproximadamente 10-15 lesões a cada 1000 horas jogadas/treinadas (Fonseca et al., 2007).

De acordo com Massada (1989) as lesões musculares podem ser condicionadas por mecanismos crónicos (*overuse*) ou agudos (*overstress*) que atuam na massa muscular. Sendo crónica quando é gerada como resultado da hiperfunção de um grupo muscular em que as suas fibras musculares fragilizam-se por fadiga (*overuse*), relativamente ao futebol são lesões que acontecem com mais frequência durante as sessões de treino. Sendo aguda quando o esforço centra-se numa área muscular debilitada, devido a um movimento que supera a sua resistência mecânica (*overstress*).

As lesões traumáticas são acontecimentos repentinos (ocorrendo predominantemente durante os jogos), com estas lesões sentimos efeitos

imediatos como a dor, sendo elas divididas em extrínsecas e intrínsecas. Lesões traumáticas extrínsecas é devido a uma causa externa, por exemplo, uma queda e intrínsecas, quando não há uma causa perceptível, por exemplo, um estiramento súbito da musculatura flexora do joelho (Grisogono, 1989).

Relativamente as lesões sem contacto físico que afetam os ligamentos da articulação do joelho normalmente consideradas não traumáticas ocorrem maior parte das vezes nas mudanças de direção e sentido, onde existe uma desaceleração do quadríceps e uma força com a rotação externa e ligeira flexão do joelho (Zarins & Nemeth, 1985).

Atletas que possuem maiores diferenças na força máxima de flexão do joelho entre o membro inferior preferido e o não preferido (superior a 10%) tem maior probabilidade de contrair lesões no joelho (Gonçalves, 2000). Uma das assimetrias mais relevantes ao nível do comportamento é a preferência pedal, traduzindo-se numa assimetria de desempenho, normalmente chamada de assimetria funcional (Vasconcelos, 2004).

Por vezes quando falamos de membro inferior preferido o atleta diz que é aquele que ele mais usa, no caso do futebol, o membro inferior que remata a bola. No geral os jogadores de futebol tem um membro inferior preferido e um não preferido, acreditando que essa preferência pode induzir a uma assimetria na força e na flexibilidade dos membros inferiores (Rahnama, Lees, & Bambaecichi, 2005). Teixeira e Paroli (2000) definem assimetria como a diferença no desempenho de uma determinada tarefa com o membro preferido e o não preferido. No futebol, as assimetrias de força têm sido implicadas em lesões nos membros inferiores (Tsepis, Vagenas, Ristanis, & Georgulis, 2006).

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, 2009). O desenvolvimento da simetria da força muscular e equilíbrio do rácio na função dos flexores e

extensores do joelho, podem diminuir a taxa de incidência de lesões no futebol (Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 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).

Avaliação da Força: Dinamometria Isocinética

A Força é o encurtamento muscular, tende a ser confundida com a impulsão vertical/horizontal ou com o lançamento de uma bola de 2kg, sendo estas tarefas motoras. No entanto existem instrumentos que se chamam dinamômetros que permitem avaliações do movimento de extensão e flexão.

De acordo com Davies (1992) na dinamometria isocinética é utilizado o aparelho isocinético, este é um dinamômetro que possui um sistema servomotor em que o avaliado ao gerar uma força máxima ou submáxima no aparelho este adapta-se utilizando uma resistência.

Este método de avaliar a força tem várias vantagens na sua utilização, uma delas é a resistência oferecida pelo aparelho (Davies, 1992). Sendo a avaliação isocinética determinada pela realização de contrações musculares, onde o membro mantém-se em movimento sob uma velocidade angular constante e predeterminada em graus por segundo ($^{\circ}/\text{seg}$), sendo definida pelo avaliador antes de iniciar o teste (Puhl, Noack, Scharf, & Sedunko, 1988). O dinamômetro utiliza uma resistência acomodativa durante toda a amplitude de movimento. O aumento da força muscular do indivíduo avaliado gera aumento da resistência. Sendo isocinética, a força não altera a velocidade da ocorrência angular e permite observar a manifestação das taxas de força em grupos agonistas e antagonistas em diferentes velocidades, sendo nas taxas mais baixas que conseguimos produzir mais força. Este método tem como desvantagem não conseguir replicar o gesto técnico, neste caso o gesto técnico do futebol.

Dângelo e Fatini (1988) citam que os músculos que agem na articulação do joelho são biarticulares, produzindo movimentos de extensão e flexão do membro inferior. Sendo eles o vasto medial, lateral e intermédio e o reto da coxa.

Sendo neste trabalho realizada a avaliação da força dos extensores e flexores do joelho pela dinamometria isocinética adotando a velocidade angular de 60°/s (modo concêntrico e modo excêntrico), optamos por esta velocidade angular porque é nas velocidades mais lentas que produzimos mais força.

Desequilíbrios Musculares (Rácios)

As atividades que o atleta pratica no treino desportivo e no dia-a-dia geram adaptações funcionais no ser Humano (Vaz, Fração, Pressi, & Scheeren, 2004). As atividades alteram a capacidade do atleta produzir força, podendo estar relacionadas a adaptações extrínsecas e intrínsecas (Herzog, Guimarães, Anton, & Carter-Erdman, 1991). Relativamente aos músculos esqueléticos estes expõem diferentes características morfológicas, estando ou não relacionadas aos tipos de fibras musculares (Lieber & Fridén, 2000). Para responder ao treino, as fibras musculares adaptam-se intrinsecamente (Aagaard et al., 2001). Em que essas adaptações podem originar desequilíbrios musculares entre os músculos antagonistas, podendo causar lesão (Portes, Portes, Botelho, & Pinto, 2007).

O equilíbrio muscular é fundamental para que os atletas atinjam níveis de excelência através do treino específico (Hom, Steen, & Olstad, 2005; Nedeljkovic, Mirkov, Kukolj, Ugarkovic, & Jaric, 2007). Muitas das lesões em jogadores de futebol é proveniente 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 (Tourny-Chollet, Leroy, Delarue, & Beuret-Blanquart, 2003; Holcomb, Rubley, Lee, & Guadagnoli, 2007).

Poulmedis (1988) sugeriu que assimetrias musculares e desequilíbrios da coxa podem levar a lesões musculares e ao aumento da fraqueza do joelho. Fatores

etiológicos significativos para a lesão no futebol incluem deficits de força nos extensores do joelho e instabilidade articular do joelho (Eskstrand & Gillquist, 1983), desequilíbrios musculares entre extensores e flexores do joelho (Devan, Pescatello, Faghri, & Anderson, 2004) e grande assimetria de força excêntrica ($\geq 15\%$) entre os membros inferiores (Croisier et al., 2008).

O membro inferior possui a musculatura extensora e a flexora interessando saber naquilo que são as ações mais dominantes que são as ações concêntricas se os dois grupos agonistas e antagonistas se equilibrarem. Heiser, Weber, Sullivan, Clare e Jacobs (1984) dão-nos um valor de referência empírico de 0,60 em que a cadeia extensora tem mais capacidade de produção de força que a cadeia flexora (Rácio Convencional). No entanto no movimento desportivo tem muitas vezes a ação agonista e antagonista e a partir daí temos os rácios funcionais (Coombs & Garbutt, 2002). Os rácios funcionais correspondem no caso da extensão ao modo excêntrico dos flexores e ao modo concêntrico dos extensores e no caso da flexão ao modo concêntrico dos flexores acompanhados do modo excêntrico dos extensores (onde ocorre a lesão). Relativamente ao Rácio Funcional da Extensão os valores de referência tendem para 1 e o Rácio Funcional da Flexão tendem para 0,3 (Aargaard, 1993). 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.

Diferenças bilaterais

Amato e colaboradores (2001) citam que os jogadores de futebol podem apresentar diferenças bilaterais de força nos valores do Momento de Força Máximo, da Potência Média e de Rácio I/Q superiores em um membro em relação ao outro. A desigualdade entre os parâmetros cinéticos dos membros inferiores (entre membro inferior esquerdo e membro inferior direito) é uma definição de assimetria bilateral. A diferença bilateral na força muscular pode afetar o desempenho desportivo (Jones & Bampouras, 2010).

O teste isocinético da diferença da força bilateral do membro inferior e a relação I/Q tem sido considerada como uma possível ferramenta de triagem para o risco de lesões (Bennell et al., 1998). Durante a reabilitação, esses dois índices são frequentemente usados como referência para o estabelecimento de metas de tratamento da lesão.

Atletas que 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 (Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2010).

No estudo de Magalhães, Oliveira, Ascensão e Soares (2004) envolvendo 28 jogadores de elite de futebol e voleibol, foi observada a diferença bilateral de força dos isquiotibiais entre o membro inferior preferido e não preferido, durante o teste isocinético a 90°/s, sendo maior em jogadores de futebol. Este padrão é explicado pelas maiores demandas unilaterais dos músculos isquiotibiais na estabilização de ações em algumas habilidades específicas do futebol, como chutar ou passar a bola (Lees & Nolan, 1998).

Objetivo do estudo

O presente estudo examina a assimetria morfológica e funcional em jogadores de futebol federados, apreciando primeiramente variáveis morfológicas simples e compostas relativamente ao segmento proximal do membro inferior, isto é, da coxa, e, seguidamente, serão comparados os indicadores de produção de força da musculatura extensora e flexora da articulação do joelho à velocidade de 60° por segundo nas ações concêntrica e excêntrica, considerando o momento de força máximo (em N m), o ângulo em que ocorre. Complementando, serão considerados os momentos de força em posições angulares específicas (30, 45 e 60 graus) e, nas referidas posições angulares serão tida em considerações a rácio funcional.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA

Amostra

A amostra é composta por 31 jogadores masculinos de futebol profissionais, sendo a sua participação voluntária. O estudo seguiu os padrões éticos da Medicina Desportiva com amostras humanas (Harriss & Atkinson, 2015), incluindo consentimento informado.

Procedimentos

Todas as medidas e questionários foram realizados no início e no final da temporada competitiva. Este projeto emerge da cooperação entre a Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e a Escola de Tecnologia da Saúde de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra. A pesquisa seguiu os procedimentos éticos padronizados para a Medicina Desportiva (Harriss & Atkinson, 2015), incluindo permissões e consentimento informado. A participação foi voluntária.

Idade Cronológica e Experiência de Treino

A idade cronológica (IC) 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 e posteriormente confrontada com os registos das Associações de Futebol.

Antropometria

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

Volume da Coxa

As estimativas do volume total da coxa dos membros inferiores foram estimadas a partir de três circunferências e comprimentos parciais. Esta técnica dividiu a coxa em dois segmentos, semelhantes aos cones truncados. As circunferências foram mediadas no sulco glúteo (proximal), no terço proximal da coxa (máximo) e acima da patela (mínimo). Os comprimentos foram medidos entre os planos transversais das circunferências consecutivas. Duas pregas cutâneas foram medidas com precisão de 0,01 mm com uma prega cutânea Lange (Beta Technology, Santa Cruz, Califórnia, EUA) na parte frontal da coxa, e também na região posterior. O volume de cada cone truncado foi calculado com base em Jones & Pearson (1969).

Composição Corporal

A composição corporal foi medida usando um analisador de impedância bioelétrica de frequência múltipla válido, segmentado (InBody770; Biospace, Seoul, Korea). Este analisador processa 30 medições de impedância usando seis frequências diferentes (1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz) em cada um dos cinco segmentos do corpo (membro superior direito e esquerdo, membro inferior direito e esquerdo e tronco) e 15 reatância medições usando elétrodos tátil de 8 pontos tetrapolares em três frequências diferentes (5, 50 e 250 kHz) em cada um dos mesmos cinco

segmentos corporais. O valor total da impedância do corpo é calculado pela soma dos valores de impedância segmentar. Exibe automaticamente medições de massa livre de gordura (MLG), massa gorda (MG) e %MG. A MLG é estimada a partir da água total do corpo (Grygorowicz, Hojszyk, & Piontek, 2014). 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 e camisolas.

Avaliação da Força Muscular

A avaliação isocinética foi realizada nos membros inferiores num dinamômetro Biodex System 3 validado (Shirley, NY, EUA) (Knapik, Bouman, Jones, Harris & Vaughan, 1991). Os sinais mecânicos foram gravados a uma frequência de amostragem de 100 Hz. O Sistema 3 isocinético Biodex inclui conversores A/D de 12 ou 16 bits, resultando numa resolução de = 0.0244% da estala total. A resolução e precisão dos dados digitais fornecidos pelos sistemas informáticos padrão são bastante adequados para fins de pesquisa (Knapik et al. 1991). A calibração do dinamômetro foi realizada antes da sessão de avaliação, de acordo com as instruções do fabricante (Biodex Medical Systems, Inc., 2000). O posicionamento foi o seguinte: a cadeira foi inclinada para trás a 85 ° (flexão do quadril); as tiras foram cruzadas sobre o tronco, a pélvis e a coxa do membro inferior preferido (sendo previamente reportado pelo atleta); o eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado ao côndilo femoral externo do joelho; a faixa de fixação da almofada foi ajustada 2 centímetros acima da borda superior do maléolo fibular. A amplitude global de movimento foi fixada em 85°, com 5° a 90° de flexão da seguinte forma: os jogadores de futebol foram solicitados a realizar uma extensão voluntária máxima do joelho e o 0° foi estabelecido; depois, os 5 graus iniciais da flexão foram completados e o dinamômetro foi bloqueado. A redução dos ângulos iniciais de flexão foi feita para permitir que o atleta exercesse pelo menos 10% do limite de torque atribuído. A calibração individual da gravidade foi corrigida antes de cada teste na posição de 30 graus de flexão do joelho (Hiemstra, Webber, McDonald, & Kriellaars, 2004). A fim de familiarizar os jogadores de futebol e atenuar a curva de aprendizado, antes de iniciar o teste, e como recomendado, foram realizadas

repetições específicas de 3 tentativas na mesma velocidade e ação (Yeung, Suen, & Yeung, 2009). Durante o teste, os participantes foram instruídos a manter os braços cruzados com as mãos no ombro oposto (Yoon, Chai, & Shin, 2004). O ecrã do computador ligado ao dinamômetro forneceu feedback visual consistente em tempo real (Pangrazio & Forriol, 2016). O protocolo de aquecimento consistiu em 5 minutos na bicicleta ergométrica (814E Monark, Varberg, Suécia) com força de resistência correspondente a 2% da massa corporal do sujeito, pedalando entre 50 e 60 rpm (Yoon et al., 2004). As ações musculares recíprocas concêntricas (con) e excêntricas (ecc) foram testadas considerando 5 repetições para cada movimento a 60°/s (1,05rad / s). Um intervalo de 60 segundos foi estabelecido entre a familiarização de 3 repetições e o teste (Tis, Perrin, Weltman, Ball, & Gieck, 1993). Os dados foram analisadas 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 de 95% da velocidade angular de 60°/s. O ângulo de obtenção do momento de força máximo (MFM) e o valor do MFM do melhor das cinco repetições foram retidos para análise (melhor curva realizada pelos extensores de joelho (EJ) e flexores de joelho (FJ) tanto concêntrico (con) quanto excêntrico (ecc) acções: EJcon, EJecc, FJcon, FJecc). A proporção composta utilizada foi derivada da seguinte forma:

Rácio Funcional:

$$\frac{MFM_{FJecc}}{MFM_{EJcon}}$$

Assimetria bilateral

Obtivemos a assimetria bilateral fazendo a diferença entre o membro inferior preferido (MIP) e o membro inferior não preferido (MINP) a dividir pelo MIP sendo este resultado multiplicado por 100%.

$$\frac{MIP - MINP}{MIP} \times 100\%$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS

A **Tabela 1** apresenta sumariamente a estatística descritiva e o teste de normalidade para a totalidade da amostra ($n=31$), nomeadamente: a amplitude (mínimo e máximo), os parâmetros de tendência central e dispersão (média e desvio padrão, respetivamente), o IC (intervalo de confiança), o EP (erro padrão) e o teste de normalidade (teste de normalidade Shapiro-Wilk). Podemos observar através da **Tabela 1**, que em média a amostra têm uma idade cronológica de 27 anos, assim como uma experiência desportiva de 19 anos. Relativamente ao valor apendicular da coxa direita e esquerda apresentam uma média de 5,6L. 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=31) relativamente à idade, experiência desportiva, antropometria e composição corporal.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		valor	p	
Idade cronológica	anos	19,94	35,01	26,5	0,82	(25,04 a 28,10)	4,55	0,911	0,014
Experiência desportiva	anos	9,0	28,0	18,6	0,87	(16,9 a 20,2)	4,9	0,971	0,535
Estatura	cm	165,3	191,3	180,7	1,2	(178,4 a 183,1)	6,9	0,954	0,205
Altura sentado	cm	87,7	104,0	94,6	0,6	(93,4 a 95,7)	3,5	0,959	0,282
Comprimento estimado dos membros inferiores	cm	75,9	94,5	86,1	0,9	(84,5 a 87,7)	4,9	0,948	0,134
Massa corporal	kg	57,8	85,6	76,0	1,2	(73,9 a 78,2)	6,5	0,923	0,029
Água corporal total	L	37,0	56,3	47,6	0,9	(46,1 a 49,2)	5,0	0,939	0,078
% massa gorda	%	7,3	19,8	13,5	0,6	(12,4 a 14,6)	3,2	0,973	0,595
Ângulo de fase	°	6,1	7,6	6,8	0,1	(6,7 a 6,9)	0,3	0,977	0,716
Volume apendicular da coxa direita	L	4,1	7,1	5,6	0,1	(5,3 a 5,8)	0,7	0,947	0,129
Volume apendicular da coxa esquerda	L	4,4	7,0	5,6	0,1	(5,3 a 5,8)	0,6	0,974	0,642

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

Relativamente à produção de força concêntrica do membro inferior (MI) direito, o momento de força máximo (MFM), em média, os extensores tem um valor de 237,4 N m e os flexores um valor de 140,7 N m. A medida que o ângulo aumenta, no caso dos extensores o valor aumenta e nos flexores vai diminuindo. 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=31) relativamente à produção de **força concêntrica do MI direito**.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão		Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo	valor	EP	valor	95% IC	valor	p
MFm extensores	N m	176,4	317,0	237,4	6,7	(225,0 a 251,2)	37,0	0,965	0,399
30° MF extensores	N m	70,8	184,9	124,1	5,4	(113,5 a 134,7)	30,0	0,975	0,672
45° MF extensores	N m	115,7	264,3	175,2	6,7	(162,2 a 187,9)	37,1	0,963	0,341
60° MF extensores	N m	101,7	307,8	219,9	8,2	(203,7 a 235,1)	45,5	0,983	0,897
MFm flexores	N m	105,6	190,5	140,7	4,0	(132,9 a 149,0)	22,2	0,956	0,224
30° MF flexores	N m	95,5	172,3	132,6	4,0	(124,8 a 140,5)	22,3	0,934	0,055
45° MF flexores	N m	89,6	164,2	123,8	3,9	(116,7 a 131,5)	21,5	0,936	0,063
60° MF flexores	N m	79,3	152,0	112,3	3,7	(105,5 a 119,8)	20,7	0,957	0,249

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

A **Tabela 3** diz respeito à produção de força concêntrica do MI esquerdo, o MFM, em média, os extensores tem um valor de 231,7 N m e os flexores um valor de 131,8 N m. Acontecendo o mesmo que o MI direito, à medida que o ângulo aumenta no caso dos extensores o valor aumenta e nos flexores vai diminuindo. Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade.

.

Tabela 3. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI esquerdo.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	média	EP		value	p	
MFm extensores	N m	141,6	308,2	231,7	8,3	(215,0 a 247,7)	46,4	0,955	0,212
30° MF extensores	N m	58,8	167,6	110,8	5,2	(100,2 a 121,1)	28,8	0,969	0,487
45° MF extensores	N m	61,2	248,8	163,9	8,3	(147,5 a 179,1)	46,4	0,977	0,738
60° MF extensores	N m	77,7	305,5	209,6	10,0	(190,2 a 227,6)	55,8	0,954	0,207
MFm flexores	N m	79,2	165,2	131,8	3,7	(124,3 a 139,4)	20,8	0,972	0,581
30° MF flexores	N m	63,7	155,3	123,7	3,9	(115,8 a 131,1)	21,6	0,932	0,051
45° MF flexores	N m	52,3	151,3	113,2	3,5	(106,4 a 120,2)	19,4	0,949	0,143
60° MF flexores	N m	47,1	139,4	102,2	3,3	(95,5 a 109,1)	18,4	0,962	0,326

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

Passando agora para à produção de força excêntrica do MI direito, o MFM (**Tabela 4**), em média, os extensores tem um valor de 310,0 N m e os flexores um valor de 186,9 N m. Estes valores são superiores em comparação com à produção de força concêntrica do MI direito. Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade.

Tabela 4. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI direito.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		95% IC	valor	p
MFm extensores	N m	176,1	442,1	310,0	12,1	(286,0 a 334,4)	67,6	0,982	0,866
30° MF extensores	N m	48,0	292,6	151,7	9,6	(134,3 a 171,0)	53,3	0,919	0,022
45° MF extensores	N m	82,8	404,4	214,2	12,3	(192,8 a 239,0)	68,6	0,971	0,556
60° MF extensores	N m	110,5	416,6	267,7	12,4	(245,9 a 292,3)	69,3	0,988	0,971
MFm flexores	N m	108,8	253,2	186,9	5,9	(174,4 a 198,2)	32,7	0,964	0,370
30° MF flexores	N m	96,3	237,3	168,0	6,3	(155,7 a 181,0)	35,2	0,987	0,957
45° MF flexores	N m	94,4	213,6	151,6	5,5	(141,8 a 162,6)	30,7	0,978	0,748
60° MF flexores	N m	82,6	177,9	134,4	4,6	(125,4 a 142,9)	25,4	0,975	0,658

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

A **Tabela 5** apresenta a produção de força excêntrica do MI esquerdo, o MFM, em média, apresenta valores de 293,5 N m e 165,6 N m, extensores e flexores, respetivamente. Nota-se que há variáveis que apresentam uma distribuição que violam os pressupostos da normalidade, no que diz respeito aos 30° do momento de força (MF) dos extensores e dos flexores.

Tabela 5. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI esquerdo.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		95% IC	valor	p
MFm extensores	N m	163,1	429,3	293,5	13,8	(268,4 a 319,9)	76,8	0,955	0,211
30° MF extensores	N m	86,2	320,8	147,8	9,0	(131,7 a 166,0)	50,2	0,886	0,003
45° MF extensores	N m	111,1	334,3	204,0	10,5	(185,4 a 224,6)	58,5	0,952	0,183
60° MF extensores	N m	83,8	413,3	244,7	13,7	(220,9 a 271,1)	76,3	0,970	0,530
MFm flexores	N m	96,0	216,0	165,6	5,2	(155,2 a 175,8)	29,1	0,966	0,407
30° MF flexores	N m	78,1	187,9	144,2	5,7	(133,3 a 155,2)	32,0	0,921	0,026
45° MF flexores	N m	64,4	183,6	136,2	4,8	(126,0 a 145,5)	27,0	0,960	0,298
60° MF flexores	N m	80,1	179,4	128,5	4,1	(120,8 a 136,2)	22,6	0,967	0,444

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

Nas tabelas anteriores falamos de MI direito e MI esquerdo, na **Tabela 6** apresentamos os valores que diz respeito à produção de força concêntrica do MI preferido. O MFM, em média, apresenta valores dos extensores de 235,0 N m e dos flexores de 138,8 N m. Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade.

Tabela 6. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI preferido.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão		Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo	valor	EP	95% IC	valor	p	
MFm extensores	N m	176,4	317,0	235,0	6,4	(223,3 a 248,1)	35,6	0,966	0,423
30° MF extensores	N m	70,8	170,3	121,0	5,2	(111,0 a 131,2)	29,0	0,963	0,340
45° MF extensores	N m	115,7	238,3	172,3	6,3	(160,5 a 184,9)	34,9	0,962	0,337
60° MF extensores	N m	101,7	297,8	215,7	7,8	(200,6 a 230,7)	43,4	0,977	0,716
MFm flexores	N m	105,6	173,6	138,8	3,5	(132,3 a 146,0)	19,7	0,951	0,163
30° MF flexores	N m	95,7	171,4	130,6	3,6	(123,9 a 137,9)	20,0	0,958	0,256
45° MF flexores	N m	89,6	160,6	122,0	3,5	(115,5 a 129,1)	19,5	0,955	0,213
60° MF flexores	N m	79,3	152,0	111,2	3,5	(104,4 a 118,2)	19,4	0,969	0,482

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

Relativamente à produção de força concêntrica do MI não preferido. O MFM, em média, apresenta valores de 234,1 N m e 133,7 N m, extensores e flexores, respetivamente. Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade (**Tabela 7**).

Tabela 7. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força concêntrica do MI não preferido.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		95% IC	valor	p
MFm extensores	N m	141,6	308,2	234,1	8,6	(218,2 a 250,4)	47,7	0,947	0,133
30° MF extensores	N m	58,8	184,9	113,9	5,6	(10282 a 125,2)	30,9	0,971	0,558
45° MF extensores	N m	61,2	264,3	166,9	8,7	(150,2 a 184,1)	48,5	0,988	0,971
60° MF extensores	N m	77,7	307,8	213,8	10,4	(193,4 a 233,6)	58,0	0,947	0,125
MFm flexores	N m	79,2	190,5	133,7	4,3	(125,2 a 142,1)	23,8	0,993	0,999
30° MF flexores	N m	63,7	172,3	125,6	4,4	(116,6 a 133,7)	24,3	0,970	0,506
45° MF flexores	N m	52,3	164,2	115,0	4,0	(106,7 a 122,8)	22,2	0,965	0,388
60° MF flexores	N m	47,1	147,4	103,3	3,7	(96,0 a 110,5)	20,4	0,971	0,548

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

É exposto nesta **Tabela 8** os valores que diz respeito à produção de força excêntrica do MI preferido. O MFM, em média, apresenta valores dos extensores de 309,8 N m e dos flexores de 184,7 N m. Nota-se que todas as variáveis apresentam uma distribuição sem violar os pressupostos da normalidade.

Tabela 8. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI preferido.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		95% IC	valor	p
MFm extensores	N m	176,1	442,1	309,8	12,4	(287,3 a 332,9)	68,9	0,984	0,901
30° MF extensores	N m	48,0	270,2	148,2	8,7	(132,2 a 165,7)	48,5	0,933	0,052
45° MF extensores	N m	82,8	334,3	210,2	11,3	(189,0 a 231,7)	62,9	0,972	0,565
60° MF extensores	N m	110,5	416,6	265,9	12,6	(242,5 a 289,3)	70,4	0,985	0,935
MFm flexores	N m	108,8	229,4	184,7	5,5	(174,1 a 195,5)	30,7	0,941	0,091
30° MF flexores	N m	96,3	226,6	164,9	5,8	(153,7 a 176,0)	32,5	0,982	0,872
45° MF flexores	N m	94,4	200,6	148,2	5,0	(138,8 a 157,8)	27,8	0,976	0,692
60° MF flexores	N m	82,6	177,9	132,9	4,3	(124,7 a 141,2)	24,1	0,980	0,820

Abreviaturas: MFm (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

A **Tabela 9** exibe a produção de força excêntrica do MI não preferido. O MFM, em média, apresenta valores 293,6 N m e 167,8 N m, extensores e flexores, respetivamente. Nota-se que há uma das variáveis que apresenta uma distribuição que viola os pressupostos da normalidade, esta variável diz respeito aos 30° MF dos extensores.

Tabela 9. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente à produção de força excêntrica do MI não preferido.

variáveis	unidades	amplitude		média		desvio padrão	Shapiro-Wilk		
		mínimo	máximo	valor	EP		95% IC	valor	p
MFM extensores	N m	163,1	424,2	293,6	13,6	(267,5 a 321,7)	75,6	0,947	0,126
30° MF extensores	N m	86,2	320,8	151,3	9,9	(131,9 a 173,3)	54,9	0,868	0,002
45° MF extensores	N m	111,1	404,4	208,0	11,7	(185,5 a 232,4)	65,0	0,934	0,057
60° MF extensores	N m	83,8	400,2	247,0	13,6	(219,8 a 273,2)	75,8	0,963	0,349
MFM flexores	N m	96,0	253,2	167,8	5,8	(155,0 a 179,1)	32,6	0,976	0,688
30° MF flexores	N m	78,1	237,3	147,3	6,6	(134,4 a 160,5)	36,6	0,965	0,401
45° MF flexores	N m	64,4	213,6	139,5	5,6	(128,2 a 150,5)	31,3	0,980	0,818
60° MF flexores	N m	80,1	179,4	130,0	4,4	(121,7 a 138,6)	24,3	0,958	0,260

Abreviaturas: MFM (momento de força máximo); MF (momento de força); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

Relativamente às diferenças bilaterais para a morfologia apendicular que são apresentadas na **Tabela 10**, alegam valores médios do volume apendicular da coxa preferida de 5,6 L e de 5,5 L do volume apendicular da coxa não preferida. As diferenças entre ambos são mínimas ($<0,5L$) com tendência para o membro preferido ter mais volume.

Tabela 10. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais para a morfologia apendicular.

variáveis	unidades	amplitude		valor	média		desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		mínimo	máximo		EP	95% IC		valor	p
Volume apendicular da coxa preferida	L	4,1	7,1	5,6	0,1	(5,3 a 5,8)	0,7	0,957	0,249
Volume apendicular da coxa não preferida	L	4,1	7,1	5,5	0,1	(5,3 a 5,8)	0,6	0,981	0,832
Diferença volume apendicular da coxa	L	-0,4	0,6	0,1	0,1	(-0,1 a 0,1)	0,2	0,961	0,305
Diferença volume apendicular da coxa	%	-8,9	8,4	0,4	0,9	(-1,1 a 2,2)	4,7	0,969	0,502

Abreviaturas: EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

A **Tabela 11** apresenta-nos os valores relativamente às diferenças bilaterais entre o MI preferido e o MI não preferido (força concêntrica). Em média os valores das diferenças bilaterais dos quadricípites (Q) são de -0,3% e dos isquiotibiais (I) são de 3,1%. Em que o valor por vezes é negativo porque há mais produção de força no MI não preferido em comparação com o MI preferido.

Tabela 11. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais entre MI preferido e MI não preferido (força concêntrica).

variáveis	unidades	média			desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		valor	EP	95% IC		valor	p
Diferenças bilaterais Qcon							
30° diferenças bilaterais Qcon	%	-0,3	3,3	(-6,4 a 6,1)	18,3	0,938	0,071
45° diferenças bilaterais Qcon	%	3,2	4,7	(-6,1 a 11,8)	26,4	0,966	0,423
60° diferenças bilaterais Qcon	%	2,2	4,3	(-5,8 a 10,7)	23,7	0,949	0,145
	%	-1,4	5,1	(-11,1 a 8,9)	28,4	0,978	0,746
Diferenças bilaterais Icon							
30° diferenças bilaterais Icon	%	3,1	2,8	(-2,4 a 8,8)	15,6	0,961	0,315
45° diferenças bilaterais Icon	%	3,1	3,2	(-3,1 a 9,5)	17,9	0,991	0,995
60° diferenças bilaterais Icon	%	4,5	3,4	(-1,7 a 11,6)	18,9	0,960	0,293
	%	5,5	3,6	(-1,8 a 12,9)	19,9	0,967	0,437

Abreviaturas: Q (quadrícipite); con (ação muscular concêntrica); I (isquiotibiais); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

A **Tabela 12** mostra-nos os valores relativamente às diferenças bilaterais entre o MI preferido e o MI não preferido na ação muscular excêntrica (ecc). Em média os valores das diferenças bilaterais dos quadricípites são de 4,6% e dos isquiotibiais são de 8,3%. Nota-se que há variáveis que apresentam uma distribuição que violam os pressupostos da normalidade, no que diz respeito aos 30 e aos 45° nos Qecc e nos 60° nos Iecc.

Tabela 12. Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra (n=31) relativamente às diferenças bilaterais entre MI preferido e MI não preferido (força excêntrica).

variáveis	unidades	média		desvio padrão	Shapiro-Wilk	
		valor	EP		valor	p
Diferenças bilaterais Qecc						
30° diferenças bilaterais Qecc	%	4,6	3,3	18,1	0,943	0,098
45° diferenças bilaterais Qecc	%	-12,0	11,1	61,7	0,644	<0,001
60° diferenças bilaterais Qecc	%	-4,6	7,8	43,5	0,604	<0,001
	%	6,4	3,7	20,6	0,974	0,648
Diferenças bilaterais lecc						
30° diferenças bilaterais lecc	%	8,3	2,9	15,9	0,946	0,123
45° diferenças bilaterais lecc	%	10,3	3,0	16,6	0,968	0,470
60° diferenças bilaterais lecc	%	5,3	3,1	17,4	0,940	0,085
	%	-0,3	4,6	25,7	0,734	<0,001

Abreviaturas: Q (quadrícipite); I (isquiotibiais); ecc (ação muscular excêntrica); EP (erro padrão); IC (intervalo de confiança).

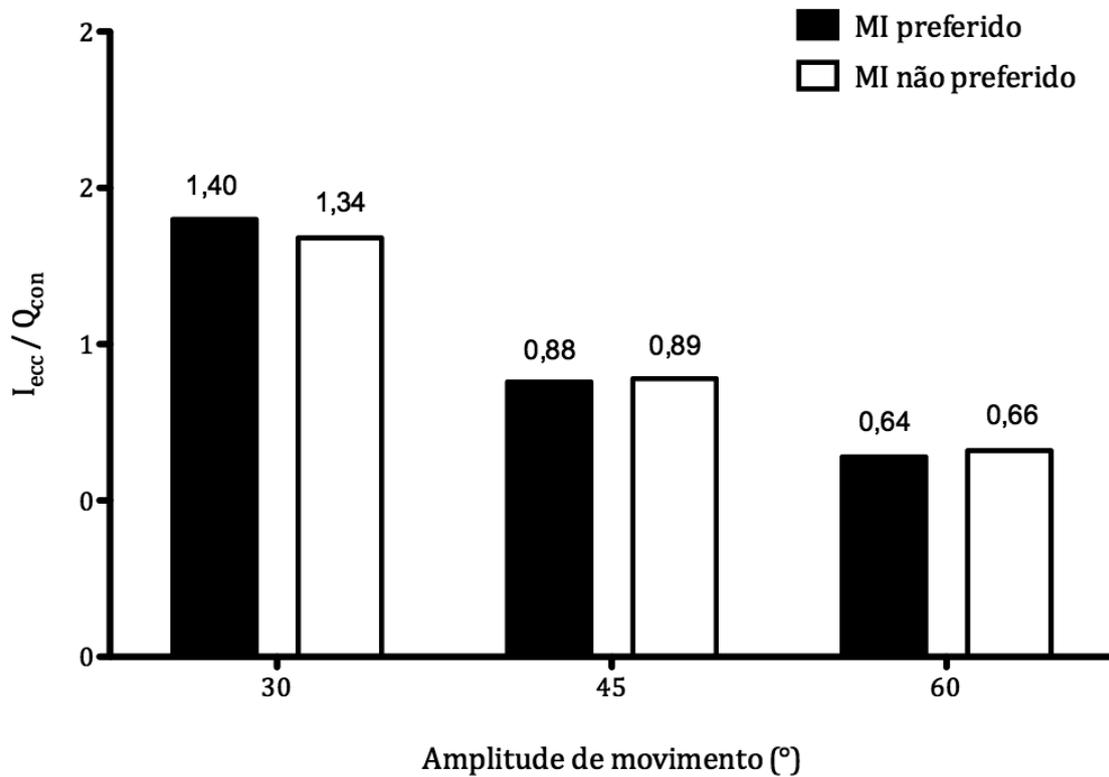


Gráfico 1. Diferenças da variável composta (rácio funcional = I_{ecc}/Q_{con}) nas posições angulares consideradas (30°, 45° e 60°), entre membro preferido e não preferido.

Através da demonstração gráfica pode observar-se que ambos os membros revelam o mesmo padrão de relação entre músculos agonistas e antagonistas no movimento de extensão (90° - 0°) do joelho. Os valores desta relação (rácio funcional) apresentam valores mais díspares nas posições de 30° e 60°, e de maior equilíbrio (1:1) na posição central de 45°.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO

O presente estudo propôs-se a estudar a assimetria funcional e morfológica em jogadores profissionais de futebol. Inicialmente os indicadores avaliados consideraram dimensões de morfologia apendicular externa (volume da coxa) e ainda medidas simples e compostas de produção de força isocinética. Medidas estas resultantes da avaliação da extensão e flexão da articulação do joelho de ambos os membros inferiores, na mesma velocidade isocinética (i.e., 60°/s) em diferentes ações musculares (i.e., concêntrica e excêntrica). A velocidade angular foi selecionada tendo em conta estudos anteriores considerando jogadores de futebol (de Lira, Mascarin, Vargas, Vancini, & Andrade, 2017; Denadai, de Oliveira, Camarda, Ribeiro, & Greco, 2016; Eustace, Page, & Greig, 2018; Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010). A opção pela velocidade lenta deve-se ao facto de ser principalmente usada para avaliar valores máximas de resistência muscular (Chena, Kurth, Thomas, & Mayhew, 1991). O presente estudo inova na extração dos dados tendo em conta a taxa de aquisição e registo dos valores no dinamómetro, análise angular, considerando o MFM.

As características morfológicas e de composição corporal da presente amostra estão de acordo com pesquisas anteriores com atletas profissionais brasileiros, onde foi estudada a rutura do ligamento cruzado anterior (LCA) (Almeida et al., 2018). A amostra brasileira de jogadores de futebol (n=29, idade: 18-34 anos) apresentou valores de massa gorda entre os 12,8 e os 14,7%, avaliados por bioimpedância (InBody 230, Seoul, Coreia). Comparando com os dados da presente amostra, os atletas profissionais portugueses, apresentam valores médios dentro do referido intervalo (i.e, 13,5%). Relativamente ao tamanho, os jogadores portugueses estão em consonância com os seus pares brasileiros para a massa corporal (74,8 - 79,2kg) e estatura (179,0 - 182,0cm).

Em 2016, Denadai, de Oliveira, Camarda, Ribeiro e Greco, estudaram 9 atletas profissionais de futebol tendo como objetivo determinar a correlação entre

a área transversal muscular da coxa (do inglês *cross-sectional area*) e os desequilíbrios musculares do membro inferior. Este estudo apenas considerou a ação muscular concêntrica (60°/s) nos membros preferido e não preferido. Os valores para a função de extensão do joelho foram de 297,4 e de 297,6 N m para membro preferido e não preferido, respetivamente. No presente estudo os valores encontrados foram relativamente menores (i.e., 235,0 N m para MI preferido e 234,1 para o MI não preferido). Já para o movimento de flexão do joelho Denadai e colaboradores (2016) reportam valores de 160,0 e 155,6 N m no MI preferido e não preferido, respetivamente. Também, valores esses que são superiores aos encontrados na amostra portuguesa do presente trabalho (i.e., 138,8 e 133,7 N m, respetivamente para preferido e não preferido). O grupo muscular posterior é constantemente referido como sendo mais frágil do que o anterior, e conseqüentemente suscetível a lesão (*strain* = rutura muscular ver prevalência), sendo a 3ª causa mais comum de ferimento no Futebol, precedida apenas pela entorse do tornozelo e rutura ligamentar no joelho (LCA) (Ekstrand, Walden, & Hagglund, 2016). A rutura dos Isquiotibiais é o subtipo de lesão mais comum no Futebol, representando 12% de todos os casos; uma equipa que em média tenha 25 jogadores, normalmente sofre entre 5 a 6 ruturas dos Isquiotibiais durante a época, o equivalente a mais de 80 dias perdidos (Ekstrand et al., 2016).

Considerando apenas o membro preferido, Fousekis, Tsepis e Vagenas (2010), examinaram os efeitos da prática desportiva profissional específica (prática deliberada de futebol) nos indicadores de produção de força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho, nomeadamente nos valores simples e compostos (i.e., rácio funcional). Este grupo de autores acrescentou assim dados relativamente à produção de força em ação muscular excêntrica, estudando 36 futebolistas com mais de 11 anos de prática desportiva. Confrontando com os valores do presente estudo, observa-se uma semelhança dos mesmos para extensores (309,8 vs. 311,7 N m) e ligeiramente inferiores para flexores (184,7 vs. 201,3). Quanto ao valor composto, os autores (Fousekis, et al., 2010) reportam 0,85 para a razão funcional. Valor esse que está em linha com o encontrado no presente estudo, considerando a posição angular de 45° (i.e., 0,88 e 0,89 para preferido e não preferido, respetivamente).

As razões (I/Q) tradicionais consideram que a ação muscular medida (concêntrica, excêntrica ou isométrica) ocorre simultaneamente tanto para agonista quanto para antagonista independentemente da posição angular (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Os movimentos fisiológicos da articulação do joelho (flexão e extensão) combinam contrações musculares excêntricas com concêntricas manifestando a relação agonista-antagonista. Esta razão I_{ecc}/Q_{con} está reportada com tendência de 1,00, representando uma relação de 1:1 (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1996).

Mais recentemente, Eustace e colegas (2018) confrontaram 17 jogadores profissionais seniores com 17 jovens sub-19 de elite, todos do mesmo clube, Inglês, da *English Football League Division 2*. O objetivo do estudo foi avaliar bilateralmente os futebolistas, calculando posteriormente as diferenças bilaterais e ainda tendo em conta os rácios tradicionais, e posições angulares específicas (40° e 60°). Equiparando os resultados obtidos com os do corrente estudo, em relação à produção de força na função de extensão do joelho para a ação muscular concêntrica, os valores dos futebolistas português são mais elevados em ambas as posições e em ambos os membros. Já, no que diz respeito ao grupo muscular posterior, para o mesmo movimento (extensão) em ação muscular excêntrica, os valores apresentados pelos seniores ingleses são superiores em todas as variáveis. Ora esta disparidade irá ter repercussões no valor composto (rácio funcional).

O **Gráfico 1** confrontou a variação angular de ambos os membros no que á razão I_{ecc}/Q_{con} diz respeito. Eustace e colaboradores (2018) apresentam valores de 1,32 e 1,18 na posição de 40°, para membro preferido e não preferido, respetivamente. No presente estudo foram encontrado valores inferiores (i.e., 0,88 e 0,89, respetivamente), mas próximos do estabelecido pela literatura internacional (1,00). Esta desigualdade pode dever-se ao facto de serem posições angulares próximas 40° e 45° e também ao facto de os jogadores ingleses apresentarem uma maior produção de força na musculatura posterior. Quanto à posição angular de 60° os jogadores profissionais da *English Football League Division 2* exibiram valores de 0,83 e 0,72 para membro preferido e não preferido, respetivamente. Mais uma vez os jogadores do atual estudo demonstraram razões

inferiores (i.e., 0,64 e 0,66). Também esta diferença estará associada ao facto de já nas medidas simples o grupo muscular posterior ter apresentado um défice em relação ao anterior, bem como ao grupo Inglês.

Durante as ações musculares concêntrica e excêntrica, os valores de MFM para os Isquiotibiais e Quadríceps ocorrem no meio da amplitude articular (De Ste Croix, ElNagar, Iga, Ayala, & James, 2017), e a capacidade de produção de força é alterada nos extremos da amplitude do movimento devido às fases de aceleração e desaceleração (Komi, Linnamo, Silventoinen, & Sillanpaa, 2000). É assim possível assumir-se que a musculatura excêntrica em posições extremas da amplitude do movimento de extensão da articulação do joelho representa um local de risco de lesão (De Ste Croix et al., 2017).

O vigente estudo tentou ainda estudar a diferença morfológica externa das coxas do MI preferido e não preferido, respetivamente. É comum os jogadores de futebol terem um MI preferido por realizar atividades específicas relacionadas com a modalidade tais como: rematar, passar, cruzar, driblar, e controlar a bola (Capranica, Cama, Fanton, Tessitore, & Figura, 1992). Essas ações podem alterar a morfologia externa da coxa (i.e., hipertrofia muscular) (Akagi, Tohdoh, & Takahashi, 2014). De acordo com o mesmo grupo de autores, uma maior produção de força muscular parece ser uma vantagem nas ações de remate. Mais, para os grupos musculares recíprocos da coxa, as proporções de força não dependem das proporções dimensionais dos jogadores de futebol (Akagi, et al., 2014).

Assim, no presente estudo decidiu-se questionar os atletas tendo em conta a sua preferência nas referidas ações técnicas. Essa é uma das forças do estudo. A variedade de resultados de desempenho associada à avaliação da articulação do joelho é fortemente determinada pelo volume da coxa do membro inferior. A investigação relativa à composição corporal é frequentemente focada na quantidade absoluta. No contexto do futebol, a componente muscular regional constitui um fator determinante no desempenho das ações técnico-táticas (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). Futuras investigações devem considerar a composição da coxa, relativizando os outputs extraídos da dinamómetro com a

distribuição de massa muscular (i.e., avaliações por absorciometria de Raios-X de dupla energia). Pretendendo saber também se em futuros estudos estes dados se manteriam aos 90 e aos 180 graus por segundo, colocando a hipótese de nas velocidades mais rápidas poder existir assimetria, ou seja, a assimetria funcional é específica do gesto técnico que caracteriza a modalidade, a modalidade tem gestos a 180 graus por segundo e se calhar é nessas velocidades que ocorre assimetria.

O estudo demonstra algumas limitações, uma delas referente à amostra, que neste estudo é de jogadores profissionais de futebol da segunda liga portuguesa, podendo os resultados ser diferenciados se fosse utilizada uma amostra de jogadores profissionais de futebol da primeira liga portuguesa, ou de outras ligas de outros países, assim como apenas analisamos atletas masculinos e optamos apenas pela velocidade de 60 graus por segundo. A medida morfológica apendicular apenas considera o volume, não diferenciando a sua composição.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O presente trabalho cumpre o que inicialmente se tinha proposto, concluindo que não existe uma assimetria funcional e morfológica nos jogadores profissionais de futebol deste estudo. Os rácios deste estudo vão de encontro à restante literatura porque eles normalmente são díspares, em que a força excêntrica dos isquiotibiais não acompanha o trabalho concêntrico dos músculos anteriores. Confrontando o nosso estudo, isto acontece, em termos de produção de força concêntrica, específica do ângulo em que os atletas do estudo produzem mais força.

A implicação prática está na ação muscular excêntrica, em que os atletas produzem menos força, ou seja, os rácios do estudo estão díspares, estão confrontados com grandes diferenças porque a força excêntrica dos posteriores não acompanha a força concêntrica. Para que não aconteça isto, tem que haver um reforço unilateral e do grupo muscular posterior (nomeadamente em ação muscular excêntrica) que acompanhe a musculatura anterior, para termos uma relação de (1:1) no que diz respeito ao rácio funcional.

Em suma, depois de analisados os dados obtidos que o valor menor do rácio esta relacionado com a maior capacidade de gerar força em movimentos excêntricos, os valores na ação excêntrica foram sempre superiores aos valores em ação concêntrica. Relativamente ao rácio do ângulo aos 30° é de 1,40 em que tem que haver um reforço do valor que está em défice, neste caso os Quadrícipites, o mesmo acontece aos 60° em que o valor do rácio é de 0,66, tendo que haver um reforço nos Isquiotibiais que são o que estão em défice. Assim sendo, os jogadores portugueses demonstram valores inferiores aos seus pares da *English League 2*, nas posições de 40° e 60°. A força é dependente do ângulo, uma vez que na posição de 30° parece evidente este desequilíbrio com prejuízo para o grupo de flexores.

REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1996). *Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength. Acta Physiol Scand*, 156(2), 123-129. doi: 10.1046/j.1365-201X.1996.438162000.
- Aagaard, P., Andersen, L., Dyhre-Poulsen, D., Leffers, M., Wagner, A., & Magnusson, P. (2001). *A mechanism for increased contractile strength of human pinnate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. J Appl Physiol*. 534(2):613-23.
- Almeida, M., Santos Silva, R., Pedrinelli, A., & Hernandez, J. (2018). *Aerobic fitness in professional soccer players after anterior cruciate ligament reconstruction. PLoS One*, 13(3), e0194432. doi: 10.1371/journal.pone.0194432.
- 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. Clin Physiol Funct Imaging*, 34(2), 121-125. doi: 10.1111/cpf.12073
- Amato, M., Lemoine, F., Gonzales, J., Schmidt, C., Afriat, P., & Bernard, P. (2001). *Influence de l'âge et de l'activité sportive sur le profil isocinétique des muscles quadriceps et ischio-jambiers de jeunes sportifs gymnastes et footballeurs. Ann Réadaptation Méd Phys*, 44, pp. 581-590.
- Anastasiadis, S., Anogeianaki, A., Anogianakis, G., Koutsonikolas, D., & Koutsonikola, P. (2004). *Real time estimation of physical activity and physiological performance reserves of players during a game of soccer. Stud Health Technol Inform*;98:13-5.
- Baltzopoulos, V. & Brodie, A. (1989). *Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. Sports Med*, 8(2), 101-116.

- Barbanti, J. (1996). *Treinamento Desportivo: bases científicas*. 3ªed. São Paulo: CRL Brasileiro.
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., Plant, D., & Cirone, J. (1998). *Isokinetic strength testing does not predict hamstrings injury in Australian Rules footballers*. Br J Sports Med,; 32: 309-314
- Câmara, C., Ritti-Dias, M., Forjaz, M., Greve, M., Santarém, M., & Jacob-Filho, W. (2010). *Respostas Cardiovasculares durante Avaliação Muscular Isocinética em Claudicantes*. Arq Bras Cardiol;95(5):571-6.
- Candeloro, M. & Caromano, A. (2007). *Efeito de um Programa de Hidroterapia na Flexibilidade e na Força Muscular de Idosas*. Rev Bras Fisioter;11(4):303-9.
- Capranica, L., Cama, G., Fanton, F., Tessitore, A., & Figura, F. (1992). *Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players*. J Sports Med Phys Fitness, 32(4), 358-363.
- Cardoso, S., Curtolo, M., Natour, J., & Lombardi-Júnior, I. (2011). *Avaliação da qualidade de vida, força muscular e capacidade funcional em mulheres com fibromialgia*. Rev Bras Reumatol;51(4):338-50.
- Coombs, R. & Garbutt, G. (2002). *Developments in the use of the hamstring/quadricepsratio for the assessment of muscle balance*. J Sport Sci Med, 56-62.
- Croisier, L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, M. (2008). *Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study*. American Journal of Sports Medicine 36, 1469-1475.
- Dângelo, G. & Fatini, A. (1988). *Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar: para o estudante de medicina*. 2ed. Rio de Janeiro: Atheneu.

- Davies, J. (1992). *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*, 4th ed. Onalaska, WI S & Publishers.
- De Lira, C., Mascarin, N., Vargas, V., Vancini, L., & Andrade, S. (2017). *Isokinetic Knee Muscle Strength Profile in Brazilian Male Soccer, Futsal, and Beach Soccer Players: A Cross-Sectional Study*. *Int J Sports Phys Ther*, 12(7), 1103-1110. doi: 10.26603/ijspt20171103.
- De Ste Croix, M., ElNagar, O., Iga, J., Ayala, F., & James, D. (2017). *The impact of joint angle and movement velocity on sex differences in the functional hamstring/quadriceps ratio*. *Knee*. doi: 10.1016/j.knee.2017.03.012
- Denadai, S., de Oliveira, B., Camarda, R., Ribeiro, L., & Greco, C. (2016). *Hamstrings-to-quadriceps strength and size ratios of male professional soccer players with muscle imbalance*. *Clin Physiol Funct Imaging*, 36(2), 159-164. doi: 10.1111/cpf.12209
- Devan, R., Pescatello, S., Faghri, P., & Anderson, J. (2004). *A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities*. *Journal of Athletic Training* 39, 263-267.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon, M., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). *Performance characteristics according to playing position in elite soccer*. *International Journal of Sports Medicine*, v.28, n.3, p.222.
- Dias, R., Cucato, G., Câmara, C., & Wolosker, N. (2010). *Reprodutibilidade do teste de RM em indivíduos com Doença Arterial Obstrutiva Periférica*. *Rev Bras Med Esporte*;16(3):201-4.
- Ekblom, B. (1986). *Applied physiology of soccer*. *Sports Medicine*, v. 3, p.50-60.
- Ekstrand, J. & Gillquist, J. (1983). *The Avoidability of Soccer Injuries*. *Sports Med*. 4:124- 128.

- Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, 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*. Br J Sports Med, 50(12), 731-737. doi: 10.1136/bjsports-2015-095359
- Engstrom, B., Forssblad, M., & Johansson, C. (1990). *Does a Major Knee Injury Definitely Sideline an Elite Soccer Player?* Sports Med. 18: 101-105.
- Ernesto, C., Bottaro, M., Silva, M., Sales, M., Celes, S., & Oliveira, J. (2009). *Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos*. Rev Bras Fisioter;13(1):65-72.
- Eustace, J., Page, M., & Greig, M. (2018). *Angle-Specific Isokinetic Metrics Highlight Strength Training Needs of Elite Youth Soccer Players*. J Strength Cond Res. doi: 10.1519/JSC.0000000000002612
- Fonseca, T., Ocarino, M., Silva, P., Bricio, S., Costa, A., & Wanner, L. (2007). *Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol*. Bras Med Esporte; 13:143-7.
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2009) *Knee and ankle isokinetic strength asymmetries in professional soccer players with right footedness*. Journal of Sports Science and Medicine 8(Supl. 8), 200.
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). *Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age*. J Sports Sci Med, 9(3), 364-373.
- Garganta, R., Garganta, J., & Sousa, P. (2003). *Estatuto posicional, força explosiva dos membros inferiores e velocidade imprimida à bola no remate me futebol. Um Estudo com jovens praticantes do escalão sub-17*. In: Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, FCDEF-UP, Porto. Vol. 3. nº3 27-35.

- Ghena, R., Kurth, L., Thomas, M., & Mayhew, J. (1991). *Torque Characteristics of the Quadriceps and Hamstring Muscles during Concentric and Eccentric Loading*. *J Orthop Sports Phys Ther*, 14(4), 149-154. doi: 10.2519/jospt.1991.14.4.149
- Gonçalves, J. (2000). *Lesões no Futebol: os desequilíbrios musculares no aparecimento de lesões*. Dissertação de Mestrado em Treino de Alto Rendimento, FCDEF-UP.
- Grisogono, V. (1989). *Lesões no esporte*. São Paulo: Martins Fontes.
- Grygorowicz, M., Hojszyk, R., & Piontek, T. (2014). *Isokinetic relative strength profile of polish elite and sub-elite female and male soccer players - a cross sectional study*. *Br J Sports Med* 2014;4:602-603.
- Hamill, J. & Knutzen, M. (1999). *Bases biomecânicas do movimento humano*. 1. Ed. Barueri: Manole, cap.3,p.71-102.
- Harriss, J. & Atkinson, G. (2015). *Ethical Standards in Sport and Exercise Science*. Research: 2016 Update. *Int J Sports Med*, 36(14), 1121-1124. doi: 10.1055/s-0035-1565186
- Heiser, M., Weber, J., Sullivan, G., Clare, P., & Jacobs, R. (1984). *Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players*. *AM J Sport Med*, 12, 368-370.
- Herzog, W., Guimarães, C., Anton, G., & Carter-Erdman, A. (1991). *Moment length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners*. *Med Sci Sports Exerc*.23:1289-96.
- Heyward, H. (2004). *Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas*. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed. 319 P.

- Hiemstra, A., Webber, S., MacDonald, B., & Kriellaars, J. (2004). *Hamstring and quadriceps strength balance in normal and hamstring anterior cruciate ligament-reconstructed subjects*. Clin J Sport Med. 14:274-280.
- Holcomb, R., Rubley, D., Lee, J., & Guadagnoli, A. (2007). *Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring:quadriceps strength ratios*. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol 21. Num. 1. p. 41-47.
- Hom, I., Steen, H., & Olstad, M. (2005). *Isokinetic muscle performance in growing boys from preteen to maturity. An eleven-year longitudinal study*. Isokinetics and Exercise Science. Vol. 13 Num. 4. p. 153-158.
- Iga, J., George, K., Less, A., & Reilly, T. (2008). *Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals*. Scand J Med Sci Sports; 1-6.
- 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.
- Jones, A. & Bampouras, M. (2010). *A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance*. Journal of Strength and Conditioning. Research, n.6, p.1553-1557.
- Knapik, J., Bauman, L., Jones, H., Harris, M., & Vaughan, L. (1991). *Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes*. Am J Sports Med. 19:76-81.
- Komi, V., Linnamo, V., Silventoinen, P., & Sillanpaa, M. (2000). *Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions*. Med Sci Sports Exerc, 32(10), 1757-1762.

- Lees, A. & Nolan, L. (1998). *The biomechanics of soccer: a review*. J Sports Sci; 16: 211-234.
- Lieber, L. & Fridén, J. (2000). *Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture*. Muscle Nerve. 23:1647-66.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. (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.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. (2004). *Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players*. J Sports Med Phys Fitness; 44: 119-125.
- Massada, J. (1989). *Lesões Musculares no Desporto*. Editorial Caminho, SA. 51-75.
- Masuda, K., Kikuhara, N., Demura, S., Katsuta, S., & Yamanaka, K. (2005) *Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 45, 44-52.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). *Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue*. Journal of Sports Sciences, v. 21, n. 7, p. 519-528.
- Nedeljkovic, A., Mirkov, M., Kukolj, M., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2007). *Effect of maturation on the relationship between physical performance and body size*. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol 21. Num. 1. p. 245-250.
- Neumann, A. (2006). *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física*. 1. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.1, p.3-24.

- Ostenberg, A. & Roos, H. (2000). *Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season*. Scand J Med Sci Sports; 10(5):279-85.
- Pangrazio, O. & Forriol, F. (2016). *Epidemiology of injuries sustained by players during the 16th Under-17 South American Soccer Championship*. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 60:192-199.
- Portes, E., Portes, A., Botelho, G., & Pinto, S. (2007). *Isokinetic torque peak and hamstrings/ quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity*. Clinics. 62(2):127-32.
- Poulmedis, P. (1988) *Muscular imbalance and strains in soccer*. In: *Sports injuries and their prevention*. Eds: Van der Togt, C.R., Kemper, A.B. Proceedings 3rd meeting council of Europe:. Oosterbeek; National Institute for Sports Health Care. 53-57.
- Puhl, W., Noack, W., Scharf, P., & Sedunko, F. (1988). *Isokinetisches Muskeltraining in Sport and Rehabilitation*. Perimed Fachbuch – Verlagsgesellschaft mbdH. Erlangen.
- Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. (2005). *A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players*. Ergonomics , 48 (11-14), 1568-1575.
- Rebelo, A. (1993). *Caracterização da actividade física do futebolista em competição*. Provas de Aptidão Pedagógica e de Capacidade Científica. ISEF-UP.
- Reilly, T. (1996) *Motion analysis and physiological demands*. In: *Science and Soccer*. Ed :Reilly, T. London: E. and F.N. Spon. 65-81.

- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). *Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer*. Journal of Sports Sciences, London, v.18, p.669- 83.
- Reilly, T. & Howe, T. (1996). *Injury Prevention and Rehabilitation. Science and Soccer*. Reilly, T. (ed). E & FN Spon. 10: 151-163.
- Reilly, T. & Thomas, V. (1976). *A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football matchplay*. J Hum Mov Stud;2(1):87-97.
- Silva, A. & Macri, S. (2007). *Avaliação da qualidade de vida e flexibilidade de mulheres climatéricas após alongamento muscular*. Revista PIBIC;4(1):71-80.
- Stanley, W. & Jacob, D. (1999). *Anatomia e Fisiologia Humana*, Editora Guanabara Koogan S.A, Rio de Janeiro.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). *Physiology of soccer*. Sports Medicine, v.35, n.6, p.501-536.
- Tis, L., Perrin, H., Weltman, A., Ball, W., & Gieck, H. (1993). *Effect of preload and range of motion on isokinetic torque in women*. Med Sci Sports Exerc. 25:1038-1043.
- Tourny-Chollet, C., Leroy, D., Delarue, Y., & Beuret-Blanquart, F. (2003). *Isokinetic-based comparison of hamstrings-quadriceps ratio between soccer players and sedentary subjects*. Isokinetics and Exercise Science. Vol. 11. Num. 1. p. 85-86.
- Tsepis, E., Vagenas, G., Ristanis, S., & Georgulis, A. (2006). *Thigh muscle weakness in ACL deficient knees persist without structural rehabilitation*. Clinical Orthopaedics and Related Research 450, 211-218

- Vaz, A., Fração, B., Pressi, S., & Scheeren, M. (2004). *Adaptação funcional do sistema músculo-esquelético a demandas funcionais específicas: o caso dos movimentos repetitivos no trabalho*. In: Merlo ARC, organizador. Saúde e trabalho no Rio Grande do Sul: realidade, pesquisa e intervenção. Porto Alegre: Ed. UFRGS, p.215-67.
- Withers, T. (1982). *Match analyses of Australian professional soccer players*. J Hum Mov Studies; 8:159-76.
- Wong, L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). *Effect of pre-season concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players*. J Strength Cond Res; 24: 653-660.
- Yeung, S., Suen, M., & Yeung, W. (2009). *A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor*. Br J Sports Med. 43:589-594.
- Yoon, S., Chai, M., & Shin, W. (2004). *Football injuries at Asian tournaments*. Am J Sports Med. 32:36S-42S.
- Zarins, B. & Nemeth, V. (1985). *Acute Knee Injuries in Athletes*. Orthop. Clin. N. Am. 16(2): 285-30.
- Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. (2006). *Task Specific Strength. Science and practice of strength (2nd ed.)* pp. 17-46.

