

MIGUEL GODINHO SOARES

Determinantes morfológicos corporais e apendiculares da força dos membros inferiores avaliada em diferentes ergómetros – estudo realizado em futebolistas adultos jovens



Universidade de Coimbra

Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física

2009

MIGUEL GODINHO SOARES

Determinantes morfológicos corporais e apendiculares da força dos membros inferiores avaliada em diferentes ergómetros – estudo realizado em futebolistas adultos jovens



Universidade de Coimbra

Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física

2009

Universidade de Coimbra
Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física

Determinantes morfológicos corporais e apendiculares da força dos membros inferiores avaliada em diferentes ergómetros – estudo realizado em futebolistas adultos jovens

Dissertação de Mestrado em Biocinética do Desenvolvimento na Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, orientada pelo Prof. Doutor António José Barata Figueiredo e pelo Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva.

MIGUEL GODINHO SOARES

Agradecimentos

Para a realização desta tese de mestrado concorreram diversos factores, entre elas a generosa contribuição de algumas pessoas, sem as quais não seria possível concretizar este projecto. A todas elas gostaria de deixar aqui expresso o meu agradecimento e prestar a minha homenagem:

Ao Professor Doutor António José Barata Figueiredo pela sua competência, permanente disponibilidade e contínuo acompanhamento em todas as etapas da construção desta tese. Muito obrigado por tudo.

Ao Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva pelo rigor científico que emprestou a este trabalho, pela dedicação e contributo precioso que deu no esclarecimento das dúvidas. A sua orientação e estímulo facilitaram a conclusão desta tese. Bem-haja.

Ao Mestre Rui Soles Gonçalves, meu colega de profissão, pela disponibilidade que demonstrou desde a primeira hora para colaborar nesta tese na qualidade de consultor e pela criação das condições fundamentais para a avaliação isocinética. Obrigado.

Ao Mestre Humberto Moreira de Carvalho pelo apoio incondicional e disponibilidade na realização das provas isocinéticas. O meu agradecimento.

Aos atletas envolvidos nos testes pela disponibilidade e empenho com que participaram nos testes. Sem eles não seria possível fazer este trabalho. Muito obrigado.

Aos meus pais e irmãos por serem sempre o porto de abrigo a que podemos recorrer e por me terem dado a possibilidade de ser quem sou. Os meus profundos agradecimentos.

À minha esposa, Clara, e ao meu filho, Diogo, pelo estímulo constante, pela paciência e pelo apoio que me proporcionaram nos momentos mais difíceis. Muitíssimo obrigado.

Resumo

Introdução: Uma das preocupações no treino desportivo com futebolistas prende-se com a prevalência e reincidência de lesões sendo os níveis de força e flexibilidade tidos como importantes preditores.

Revisão da Literatura: O futebol requer actividade física caracterizada por uma variedade de actividades musculares. Os estudos no domínio da aptidão física considerando o efeito da idade, do crescimento, da maturação e ainda, o efeito do treino apontam para diferenças da força muscular entre jovens e atletas adultos. A flexibilidade é considerada um elemento essencial no normal funcionamento biomecânico no desporto.

Metodologia: Na amostra deste estudo foram considerados 22 atletas do estudo longitudinal que, na altura das medições tinham 18,9 ($\pm 0,21$) anos, finalizando a sua formação desportiva no escalão de juniores. Na avaliação destes futebolistas foram recolhidos dados antropométricos. A avaliação da composição corporal foi feita com um pletismógrafo *Bod Pod*. Para avaliar a sua flexibilidade foram realizados os testes *sit-and-reach*, *active knee extension* e *Ely*. Para determinar a potência muscular dos membros inferiores recorreu-se a provas de impulsão vertical avaliadas em *ergojump* portátil. Para avaliar a força muscular da coxa foi utilizado um dinamómetro isocinético *Biodex System 3*, na velocidade angular de 60°s^{-1} nos modos concêntrico e excêntrico.

Resultados: Os indicadores de flexibilidade dos membros inferiores parecem ser morfológicamente independentes. A potência muscular dos membros inferiores parece ser independente da estatura e da composição corporal mas dependente da massa. As provas isocinéticas parecem ser mais dependentes do tamanho corporal dado pelo comprimento e massa do que pelas medidas de composição, embora se estabeleça uma relação positiva e significativa entre a prova isocinética dos extensores do joelho no membro dominante e a percentagem de massa gorda. As provas de flexibilidade parecem ser independentes das provas de força realizadas com recurso a um dinamómetro isocinético, a uma velocidade angular de 60°s^{-1} . As medidas apendiculares de volume e comprimento e a massa corporal total são variáveis que influenciam a capacidade de produção de força muscular, com excepção do protocolo para os flexores do joelho em modo excêntrico. As provas de potência muscular são sobretudo preditas por indicadores de tamanho e volume apendiculares, sendo a força de variância superior no protocolo sem contra movimento relativamente ao protocolo que implica um salto após uma fase inicial excêntrica, isto é, com contra movimento.

Discussão e Conclusões: Os resultados obtidos parecem confirmar que, em muitos aspectos, os guarda-redes devem ser considerados de forma diferente dos restantes futebolistas. As provas isocinéticas parecem ser mais dependentes do tamanho corporal dado pelo comprimento e massa do que pelas medidas de composição. Futuros estudos são necessários, com amostras de maior dimensão e que cubram o período desde o início da adolescência até à idade adulta, procurando avaliar os efeitos da idade e maturação no desenvolvimento da força muscular.

Abstract

Introduction: One of the concerns in sports training with soccer players is the prevalence of injuries and reinjury rate, and the levels of strength and flexibility are considered important predictors.

Review: Soccer demands physical activity with several muscle activities. The studies in the domain of physical performance considering the effects of age, growth, maturation and training are pointing to differences of muscle strength between young and older athletes. Flexibility is considered one essential element in normal biomechanical function in sports.

Methods: In the sample of this study were considered 22 athletes of the longitudinal study, the mean (SD) age of the subjects was 18,9 ($\pm 0,21$) years old by the timing of the testing procedures and they were ending their sports formation in junior grade. In the assessment of these soccer players we collected anthropometric data. The body composition was assessed with Bod Pod plethysmography by air displacement. To assess flexibility the subjects performed the *sit-and-reach test*, the *active knee extension test* and the *Ely's test*. To determinate muscle power we used vertical jumping tests assessed in portable *ergojump*. To assess the thigh muscle strength we used a Biodex System 3 isokinetic dynamometer, at the angular velocity of 60°s^{-1} , in *concentric and eccentric mode*.

Results: The lower limbs flexibility indicators seem to be morphologically independents. The lower limb muscle power seems to be independent of height and body composition but dependent of weight. The isokinetic proofs seem more related to body size given by length and mass then the body composition measures, although there is a significant and positive relation between the isokinetic tests of knee extensors in the dominant limb with the relative fat mass. The flexibility proofs seems to be independent of the strength measures made with the isokinetic dynamometer, at angular velocity of 60°s^{-1} . The volume and length limb measures and total body mass are variables that influence the ability of muscle strength production with exception of the protocol test of the knee flexors in eccentric mode. The proofs of muscle power are mostly predicted by measures of limb size and volume, and the variation force is superior in the protocol without countermovement relatively to the protocol that implies the jumps after a eccentric initial phase, this means, with countermovement.

Discussion and Conclusions: The results seem to confirm that, in many aspects, goalkeepers should be considered differently of other soccer players. The isokinetic proofs seem more dependent of body size given by length and mass then the one given by composition measures. Further studies are needed, with greater samples and with a longitudinal design that covers the adolescence to adulthood, looking for age and maturation effects in muscle strength development.

Índice Geral

| | |
|---|----|
| Agradecimentos | IV |
| Resumo | V |
| Abstract | VI |
| Índice de Tabelas | IX |
| Lista de Abreviaturas..... | X |
| CAPÍTULO I | 11 |
| Introdução | 11 |
| CAPÍTULO II | 14 |
| Revisão da literatura | 14 |
| 2.1. O jogo de futebol | 14 |
| 2.2. Força | 14 |
| 2.2.1. Definição de Força | 14 |
| 2.2.2. As manifestações da força muscular | 15 |
| 2.2.3. Influência da força nas habilidades específicas do jogo | 16 |
| 2.2.4. A importância da força muscular no futebol | 16 |
| 2.3. Avaliação Isocinética da Força Muscular | 18 |
| 2.3.1. O Rácio Isquio-tibiais: <i>Quadriceps</i> | 19 |
| 2.3.2. As diferenças bilaterais da força em futebolistas | 21 |
| 2.4. Flexibilidade..... | 21 |
| 2.4.1. Definição de flexibilidade..... | 21 |
| 2.4.2. A importância da flexibilidade no desporto..... | 22 |
| 2.4.3. O défice de flexibilidade nos futebolistas | 23 |
| 2.4.4. A avaliação da flexibilidade | 24 |
| 2.5. A influência da força muscular e da flexibilidade na etiologia da lesão desportiva | 25 |
| 2.5.1. As lesões desportivas..... | 25 |
| 2.5.2. Factores de risco de lesão | 26 |
| CAPÍTULO III | 28 |
| Metodologia..... | 28 |
| 1. Amostra | 28 |
| 2. Variáveis | 28 |
| 3. Tratamento dos dados | 36 |
| CAPÍTULO IV | 37 |
| Apresentação de Resultados | 37 |
| 4.1 Estatística Descritiva | 37 |
| 4.2 Ensaio sobre a variação por posição | 38 |
| 4.3 Correlação entre as dimensões morfológica e funcional | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Agregação concorrente de preditores morfológicos para explicar cada uma das variáveis funcionais | 42 |
| CAPÍTULO V | 44 |
| Discussão dos resultados | 44 |
| 5.1. Estado de crescimento para a idade | 44 |
| 5.2. Estudo comparativo da estatura e da massa corporal com atletas jovens de outras modalidades | 44 |
| 5.4. Análise do tamanho corporal dos futebolistas do presente estudo face a outros estudos com futebolistas..... | 45 |
| 5.5. Estudo da composição corporal | 45 |
| 5.6. Variação da estatura, massa corporal e composição corporal por posição no campo ... | 46 |
| 5.7. Variação das medidas de flexibilidade por posição no campo | 47 |
| 5.8. Estudo comparativo dos dados isocinéticos | 47 |
| 5.9. Estudo comparativo das impulsões verticais | 48 |
| 5.10. Estudo comparativo da flexibilidade..... | 48 |
| 5.11. Associação entre a morfologia e as medidas funcionais | 49 |
| 5.12. A associação entre tamanho e medida isocinética | 49 |
| 5.13. Sugestões para futuros estudos | 50 |
| Conclusões..... | 51 |
| Referências Bibliográficas..... | 53 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Estatística Descritiva das Variáveis Morfológicas da Totalidade da Amostra | 37 |
| Tabela 2 - Estatística Descritiva das Variáveis Funcionais de flexibilidade da Totalidade da Amostra | 38 |
| Tabela 3 - Estatística descritiva das variáveis funcionais de força e potência muscular da totalidade da amostra..... | 38 |
| Tabela 4 – Estatística descritiva das variáveis morfológicas por posição no campo | 39 |
| Tabela 5 – Estatística descritiva das variáveis funcionais de flexibilidade por posição no campo. | 39 |
| Tabela 6 – Estatística descritiva das medidas funcionais de potência e força muscular por posição no campo | 40 |
| Tabela 7- Correlações bivariadas entre as variáveis morfológicas e as variáveis funcionais de flexibilidade, força e potência muscular. | 41 |
| Tabela 8 - Correlações bivariadas entre as medidas de força e as variáveis de flexibilidade e da potência muscular. | 42 |
| Tabela 9 - Coeficientes de regressão linear múltipla (método backward) e valor de R ² ajustado para os vários protocolos utilizados no dinamómetro isocinético, complementado com os indicadores selccionados para o modelo explicativo e respectivos valores Beta estandardizados | 43 |
| Tabela 10 - Estudo comparativo da estatura e massa corporal com atletas jovens de outras modalidades | 44 |
| Tabela 11 - Estudo comparativo da estatura e da massa corporal com outros estudos com futebolistas | 45 |
| Tabela 12 - Estudo comparativo da composição corporal face a outros estudos com futebolistas | 45 |
| Tabela 13 - Variação da estatura e massa corporal por posição no campo | 46 |
| Tabela 14 - Variação das medidas funcionais por posição no campo..... | 47 |
| Tabela 15 - Estudo comparativo dos momentos máximos dos extensores e flexores do joelho dos membros inferiores dominante e não dominante na velocidade angular de 60°s ⁻¹ | 48 |

Lista de Abreviaturas

AKE – Teste *Active Knee Extension*

ET – Teste de *Ely*

SAR – Teste *Sit-and-reach*

N.m – Newton.metro

Razão IQ – Razão Isquio-tibiais/ Quadriceps

CAPÍTULO I

Introdução

A força é toda a causa capaz de modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, representada pela fórmula ($F=m.a$), ou seja, é o produto da massa desse corpo pela aceleração. Se pretendermos transferir este conceito mecânico de força para definir a força produzida por um músculo, ele não nos serve para incluir numa mesma definição as diferentes formas de manifestação da força muscular (Mil-Homens, 1994).

O termo "força muscular " refere-se geralmente a uma medida que descreve a capacidade de um indivíduo exercer estática ou dinamicamente a força muscular máxima (Magnusson, Geismar, Gleim, & Nicholas, 1993). Tradicionalmente, a força muscular é medida por três métodos diferentes: isométrico, isotónico, e isocinético. Todos os três métodos determinam a quantidade de carga externa que é superada enquanto o músculo tenta se contrair de encontro à resistência. No teste da força isométrica, o músculo age de encontro a uma resistência inamovível em um ângulo específico. O exercício isotónico permite uma amplitude completa do movimento, embora o desempenho máximo do músculo ocorra somente durante uma parcela pequena do movimento. Testar a força de forma isocinética permite a tensão total do músculo durante toda a amplitude do movimento, ao manter constante a velocidade do movimento (Moss & Wright, 1993) e permite quantificar objectivamente diversos parâmetros da actividade muscular (Pinheiro, 1999).

A força muscular aumenta linearmente com a idade, desde a primeira fase da infância nos indivíduos do sexo masculino. Sabe-se que a força está relacionada à área de secção transversal fisiológica do músculo (Hansen, Bangsbo, Twisk, & Klausen, 1999). A força máxima refere-se à força mais elevada que pode ser executada durante uma contracção voluntária máxima, e é considerada importante para o desempenho em futebol (Cometi, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001).

Em indivíduos vivos, em vez de força, que é um constructo linear, o termo apropriado é torque, o qual é definido como o efeito rotacional da força, gerada por um único músculo ou um grupo muscular em relação à articulação considerada, sendo também designado de momento máximo (Dvir, 2002).

Está bem documentado que o torque voluntário, produzido pelos músculos humanos, é mais baixo durante contracções concêntricas máximas e igual ou mais elevado, dependendo do estado do treino, durante as contracções excêntricas máximas comparadas com as contracções isométricas (Babault, Pousson, Ballay, & Van Hoecke, 2001).

O equipamento para testes isocinéticos é usado frequentemente obter medições da força (Magnusson et al, 1993; Özçakar, Kunduracyoolu, Cetin, Ülkar, Guner, & Hascelik, 2003) nomeadamente para obter o momento máximo do músculo gerado em articulações específicas. No entanto, se os músculos antagonistas forem coactivados, a medida revela somente o momento líquido gerado na articulação isto é, o momento gerado pelos músculos agonistas menos aquele dos músculos antagonistas (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, Bojsen-Møller & Dyhre-Poulsen, 2000). Embora os métodos de testes isométricos e isotónicos estejam a ser usados, o procedimento isocinético é agora a técnica de avaliação mais extensamente aceite (Moss & Wright, 1993).

Apesar do corpo extensivo da literatura sobre isocinética, poucos estudos foram específicos a jovens - atletas ou não atletas - e ainda menos tiveram recursos para comparações da força muscular entre os dois sexos. Comparar os dados existentes é difícil porque os procedimentos dos estudos variaram nas velocidades de teste, na normalização para a massa do corpo e em ajustes para a influência da gravidade (Buchanan & Vardaxis, 2003).

Uma das preocupações no treino desportivo com futebolistas prende-se com a prevalência e reincidência de lesões sendo os níveis de força e flexibilidade tidos como importantes preditores. Por outro lado, o futebolista é apontado como deficitário em traços como a flexibilidade.

No seguimento do estudo longitudinal com jovens futebolistas decidiu-se aditar medidas específicas de força em dinamómetro isocinético e ainda de flexibilidade para, dispondo de dados relativos ao volume de preparação desportiva, responder à questão sobre a associação que se estabelece entre a expressão de força e de flexibilidade, por um lado, e de composição apendicular de massa bem como o volume de treino nos anos pretéritos à transição para o escalão sénior?

Desde já se assume um desenho associativo para explicar a variância partilhada entre dois domínios de variáveis, sendo possível desdobrar o problema em sub-questões ou objectivos de segunda ordem.

1. Qual é o nível de potência e de força muscular do futebolistas aquando da transição para o escalão sénior, tendo como referência os dados existentes na literatura sobre os jogadores seniores e também de jovens atletas no mesmo escalão etário e de outras modalidades:
 - a. *Serão os futebolistas do presente estudo ainda deficitários para integrarem o escalão sénior?*

- b. *Serão os futebolistas mais ou menos desenvolvidos no traço de força do membro inferior relativamente aos seus pares de outras modalidades?*
2. Os valores encontrados para os futebolistas do presente estudo podem ser explicados à luz de uma equação com os seguintes domínios de preditores:
- a. *Medida de tamanho corporal total*
- b. *Medida de composição apendicular*
- c. *Medida de flexibilidade*
3. Será a equação explicativa da potência muscular distinta da que vier a ser encontrada para os *outputs* do dinamómetro isocinético?

Pretende-se, assim, proceder ao estudo da musculatura do membro inferior em jovens futebolistas, numa perspectiva multidimensional e com um duplo objectivo:

- Determinar os parâmetros morfológicos e funcionais da força e da flexibilidade em idade correspondente ao final da formação desportiva.
- Determinar o grau de associação entre os parâmetros funcionais e morfológicos.

CAPÍTULO II

Revisão da literatura

2.1. O jogo de futebol

O Futebol é um dos desportos mais populares do Mundo (Goulart, Dias, & Altimari, 2007; Carvalho & Cabri, 2007) sendo um dos que é mais extensamente praticados (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2004). O futebol requer actividade física intermitente (Cometi et al, 2001; Svensson & Drust, 2005; Goulart et al, 2007; Reilly, 2005) caracterizada por uma variedade de actividades musculares (Rahnama, Lees, & Reilly, 2006) tais como sprints curtos, acelerações ou desacelerações rápidas, rotações, saltos, remates e *tackles* (Arnason et al, 2004; Cometi et al, 2001) e ainda mudanças rápidas de direcção e habilidades técnicas específicas do jogo (Svensson & Drust, 2005).

Os movimentos que constituem a maioria das actividades de um jogo de futebol são relacionados com a locomoção, tais como correr, sprintar e caminhar. Estes movimentos envolvem o uso dos flexores e extensores das principais articulações dos membros inferiores (Rahnama et al, 2006). Está demonstrado que as forças desenvolvidas pela contracção da musculatura são importantes para a deambulação; contudo, não é claro que a contracção dos músculos, avaliada em termos da força, do desequilíbrio dos flexores relativamente aos extensores, ou do tempo de reacção, é um factor de risco para a lesão (Murphy, Connolly, & Beynnon, 2003).

2.2. Força

2.2.1. Definição de Força

Formular com rigor uma definição de “força” que englobe, simultaneamente, os seus aspectos físicos e psíquicos apresenta dificuldades consideráveis (Weineck, 2002).

Força é toda a causa capaz de modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, é traduzida por um vector (vector força). Como todos os vectores tem direcção, sentido e intensidade própria. Interessa compreender que a força de um corpo é o produto da sua massa pela sua aceleração (Mil-Homens, 1994).

Nas ciências humanas estes factores não aparecem isolados e se pretendermos transferir este conceito mecânico de força, como entidade física, para definir a força produzida por um músculo, ele não nos serve para incluir numa mesma definição as diferentes componentes (formas de manifestação) da força muscular. Assim, é necessário em primeiro lugar efectuar uma análise estrutural das diferentes formas de manifestação da força e dos factores que condicionam a capacidade de a produzir (Mil-Homens, 1994).

2.2.2. As manifestações da força muscular

Existem três tipos principais de formas de força: força máxima, força-velocidade e força-resistência (Weineck, 2002).

A força máxima é, talvez, de entre as diferentes formas de manifestação da força, a expressão que com maior unanimidade entre os diferentes autores, podemos encontrar na literatura. Por força máxima devemos entender o valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir, independentemente do factor tempo, e contra uma resistência inamovível (Mil-Homens, 1994; Weineck, 2002; Cometi et al, 2001). A força máxima depende da secção transversal do músculo, da coordenação intermuscular e da coordenação intramuscular (Weineck, 2002).

A força-velocidade designa a capacidade que o sistema neuromuscular tem de movimentar o corpo, partes do corpo ou objectos com o máximo de velocidade e superar resistências com a maior velocidade de contracção possível (Weineck, 2002). A força de resistência traduz a capacidade do sistema neuromuscular em retardar o aparecimento da fadiga em exercícios de força (Mil-Homens, 1994; Weineck, 2002). Resumindo, a força muscular é a capacidade que uma pessoa possui de gerar a tensão voluntária máxima em um músculo ou em um grupo de músculos (Magnusson et al, 1993).

A força aumenta linearmente com a idade, desde a 1ª infância nos indivíduos do sexo masculino. Como já foi referido acima, sabe-se que a força está relacionada à área da secção transversal fisiológica do músculo e, de acordo com uma análise dimensional, relacionada com a altura do indivíduo (Hansen et al, 1999). A força, nas suas diferentes manifestações, constitui em quase todos os desportos um factor da determinação da performance (Weineck, 2002; Magalhães, Oliveira, Ascensão, & Soares, 2001).

A força muscular dos membros inferiores é considerada um importante factor da prestação no futebol, como suporte de habilidades e acções motoras específicas (Magalhães et al, 2001). Os futebolistas de elite gastam uma quantidade substancial de tempo a tentar melhorar capacidades físicas, incluindo a força e suas derivadas da força de velocidade e da potência (Hoff, 2005).

Os estudos no domínio da aptidão física considerando o efeito da idade, do crescimento, da maturação e ainda, o efeito do treino apontam para diferenças da força muscular entre jovens e atletas adultos (Magalhães et al, 2001).

Está bem documentado que o torque voluntário, produzido pelos músculos humanos, é mais baixo durante contracções concêntricas máximas e igual ou mais elevado, dependendo

do estado do treino, durante as contracções excêntricas máximas comparadas com as contracções isométricas (Babault et al, 2001).

2.2.3. Influência da força nas habilidades específicas do jogo

Os jogadores de futebol devem possuir habilidades técnicas, táticas e físicas para ter sucesso. A técnica individual, a disciplina tática e os recursos físicos são todos importantes ao avaliar diferenças do desempenho no futebol (Hoff, 2005). O desenvolvimento da força isométrica e o desempenho no salto foram relacionados às mudanças em concentrações séricas da testosterona mas influenciados também pelo tamanho de corpo. No entanto, os jogadores do elite eram mais fortes do que os não atletas independentemente da concentração da testosterona com correcção para o tamanho de corpo, indicando que ser um jogador do elite afecta, *per se*, o desenvolvimento da força (Hansen et al, 1999).

Quando a força dos futebolistas aumenta, diminui o seu tempo de passe e aumentam os seus valores de salto (Özçakar et al, 2003).

O remate é uma das habilidades mais fundamentais e mais frequentemente usadas no futebol. A velocidade do membro inferior e força máxima dos músculos extensores do joelho são importantes determinantes do desempenho do remate e a força muscular é directamente responsável para aumentar a velocidade do membro inferior (Masuda, Kikuhara, Takahashi, & Yamanaka, 2003; Masuda, Kikuhara, Demura, Katsuta, & Yamanaka, 2005), além de que a força muscular pode determinar a velocidade máxima da bola entre jogadores hábeis, mas pode ter um efeito menor no desempenho de jogadores com menor capacidade (Masuda et al, 2005).

A maioria dos jogadores de futebol tem um membro inferior dominante e acredita-se que esta dominância pode conduzir a uma assimetria na força e na flexibilidade dos membros inferiores. A menor força dos músculos flexores do joelho do lado preferido pode ser associada com o uso diferencial destes músculos durante a acção do remate e constitui assim um efeito único do treino associado com o futebol. Isto, por sua vez, pode conduzir ao desequilíbrio muscular que é considerado geralmente como um factor de risco de lesão (Rahnama, Lees, & Bambaecchi, 2005).

2.2.4. A importância da força muscular no futebol

O futebol solicita intensamente os membros inferiores e influencia o desenvolvimento muscular de um dos membros (Amato, Lemoine, Gonzales, Schmidt, Afriat, & Bernard, 2001). A dominância de um membro foi definida como sendo a demonstração de que um membro possui um aumento do controlo dinâmico em consequência de um desequilíbrio na força muscular e nos padrões de recrutamentos. Ambos os membros podem ser negativamente

afectados por esta assimetria. A dependência no membro dominante pode aumentar o stress nas articulações dessa extremidade e pode também resultar na fraqueza do membro contralateral, que pode diminuir a capacidade da extremidade não dominante de absorver as grandes forças associadas com as actividades atléticas (Jacobs, Uhl, Seeley, Sterling, & Goodrich, 2005).

A força muscular dos membros inferiores é uma preocupação óbvia no futebol. Os grupos musculares *quadriceps*, isquio-tibiais e tricípete sural têm que produzir forças elevadas para as acções de rematar, saltar, mudar de direcção e de velocidade e fazer *tackles* (Reilly & Doran, 2003; Magalhães, 2001; Özçakar et al, 2003). A capacidade para manter contracções fortes também é importante para a manutenção do equilíbrio, principalmente em terrenos escorregadios, e o controlo da bola, sobretudo nas disputas corpo a corpo (Reilly & Doran, 2003; Wisløff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004).

Os grupos musculares que envolvem a articulação do joelho desempenham, igualmente, um importante papel na estabilidade desta articulação assim como na prevenção de lesões (Magalhães et al, 2001; Özçakar et al, 2003).

O Futebol de Elite é um desporto complexo, e o desempenho depende de um número factores, tais como a aptidão física, factores psicológicos, técnica do jogador, e de táticas da equipa. As lesões e as sequelas precedentes também podem afectar a capacidade de execução dos jogadores (Arnason et al, 2004). Os futebolistas de elite gastam uma quantidade substancial de tempo a tentar melhorar capacidades físicas, incluindo a força e suas derivadas da força de velocidade e da potência (Hoff, 2005). As habilidades técnicas e táticas no futebol são altamente dependentes da capacidade física do jogador (Chamari, et al., 2004).

Estudos demonstraram uma correlação forte entre a força muscular máxima, o desempenho vertical do salto, e os tempos de Sprints de 30 m em jogadores masculinos bem treinados do futebol de elite (Özçakar et al, 2003; Wisløff et al, 2004). Se esta relação existe também em atletas mais novos ou em jogadores menos bem treinados do futebol não é conhecido (Chamari, et al., 2004; Wisløff et al, 2004).

Os esforços exigidos ao jogador de futebol dependem da força máxima e da potência anaeróbica do sistema neuromuscular, em particular dos membros inferiores, ressaltando a importância da força e potência musculares para o desempenho do futebol, sobretudo em alto nível, em todas as acções específicas do jogo (Goulart et al, 2007; Reilly & Doran, 2003). Ao aumentar a força disponível da contracção muscular nos músculos ou em grupos musculares apropriados, a aceleração e a velocidade nas habilidades críticas ao futebol tal como as rotações, os *sprints*, saltar, e as mudanças de ritmo podem melhorar (Cometi et al, 2001).

2.3. Avaliação Isocinética da Força Muscular

O termo “contração isocinética” define-se como sendo uma contração muscular dinâmica em que a velocidade do movimento é controlada e mantida por um equipamento apropriado, o qual aplica uma resistência igual ao torque muscular aplicado ao longo da amplitude do movimento (Baltzopoulos & Brodie, 1989).

Os testes isocinéticos são usados frequentemente avaliar a força muscular na medicina desportiva, tanto em ambientes de pesquisa como clínicos. Uma grande variedade de dados objectivos e reprodutíveis pode ser facilmente obtida a partir de medições convenientes. Quando interpretados prontamente, estes dados podem ser usados para avaliar o desempenho funcional (Özçakar et al, 2003).

O estudo das características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho baseia-se na análise de indicadores como o momento máximo, a diferença bilateral de força e a razão isquiotibiais/*quadriceps* (I/Q) (Dvir, 2002). No estudo dos perfis da força dos membros inferiores de atletas, de que são exemplo os futebolistas, a apreciação destes indicadores isocinéticos parecem ser particularmente relevante, uma vez que tem sido sugerido que os valores alcançados estão relacionados com as exigências específicas das diferentes modalidades desportivas (Gonçalves, 2003).

A força muscular dos membros inferiores é reconhecida como um elemento importante no desempenho do futebolista, como base de habilidades e acções motoras específicas, de que são exemplo a corrida, o salto, o passe ou o remate (Magalhães et al, 2001). Por essa razão, a dinamometria isocinética tem sido utilizada extensivamente para estudar os perfis de força dos membros inferiores destes atletas. Na maioria dos estudos, a informação resultante da avaliação da força foi fornecida através dos indicadores isocinéticos momento máximo, diferença bilateral de força e/ou razão I/Q (Gonçalves, 2003; Carvalho & Cabri, 2007).

Existe uma riqueza de informação que suporta a superioridade dos futebolistas em relação aos seus pares ajustados pela idade nas medidas de força muscular determinadas usando dinamómetro isocinético. Os futebolistas profissionais obtiveram um desempenho significativamente melhor em todas as velocidades angulares e também nos modos concêntrico e excêntrico do que os atletas de níveis inferiores (Reilly, 2005).

O joelho foi a primeira articulação avaliada em dinamometria isocinética. Trata-se de uma articulação que permite uma boa reprodutibilidade das medidas, sobre um movimento simples de flexão-extensão. Com efeito, este movimento efectua-se sobre uma grande amplitude, permite poucas compensações, e a força desenvolvida pelos músculos efectores do movimento é importante e facilmente analisável tanto no plano quantitativo como qualitativo. Inicialmente só a força concêntrica do *quadriceps* e dos isquio-tibiais pôde ser explorada mas progressivamente a evolução dos materiais permitiu a avaliação da força excêntrica (Pocholle, 2001).

Nos procedimentos do teste isocinético para o joelho, a posição de sentado é a mais comum. A estabilização do tronco e das mãos é fundamental, bem como a estabilização pélvica e femural, para permitir a produção máxima do torque (Magnusson et al, 1993). As mãos devem agarrar as pegas laterais da cadeira do dinamómetro (Dvir, 2002).

Quanto à velocidade angular, considera-se que uma amplitude razoável e confortável de teste seria entre 60 e 180^ºs⁻¹. Estudos demonstraram que mesmo a uma velocidade tão baixa como os 90^ºs⁻¹, as condições não isocinéticas podem prevalecer durante os primeiros e os últimos 15^º dos 90^º testados da amplitude de movimento do joelho (Dvir, 2002). Durante o arco inicial do movimento testado, os braços de alavanca dos dinamómetros aceleram para alcançar a velocidade angular pré-ajustada (Keating & Matyas, 1996) e com o aumento das velocidades angulares de teste, as fases de aceleração e desaceleração ocupam uma grande proporção da amplitude de movimento, tornando o esforço basicamente isotónico (Dvir, 2002). A velocidade de 60^ºs⁻¹ apresenta uma fiabilidade aumentada em relação a velocidades superiores (Magnusson et al, 1993) permitindo a obtenção de medições fiáveis da extensão concêntrica recíproca do joelho e do peak torque da flexão em atletas do sexo masculino não lesionados, particularmente com a utilização de dinamómetros Biodex[®] (McCleary & Andersen, 1992). Por outro lado, os testes realizados a velocidades angulares baixas obtêm valores mais exactos da resistência e do estado funcional dos músculos (Sahin, Baskent, & Ugurlu, 2007).

A força dos membros inferiores dos futebolistas tem sido avaliada através de dinamómetros isocinéticos, essencialmente com o objectivo de detectar assimetrias entre os membros ou um desequilíbrio entre os flexores e os extensores do joelho que podem predispor o atleta a lesões músculo-esqueléticas (Reilly, 2005).

Rahnama et al (2003) citados por Reilly (2005) demonstraram que futebolistas da *Premier League* inglesa apresentam maiores níveis de força relativamente a futebolistas com idêntico tamanho corporal mas de níveis competitivos inferiores, numa amplitude de velocidades angulares, para o membro dominante e para o não dominante, tanto no modo concêntrico como no modo excêntrico.

2.3.1. O Rácio Isquio-tibiais: *Quadriceps*

Tal como já foi referido, a dinamometria isocinética foi usada extensamente para obter o momento máximo do músculo gerado em articulações específicas. Entretanto, se os músculos antagonistas forem coactivados a medida revela somente o momento líquido gerado na articulação isto é, o momento gerado pelos músculos agonistas menos aquele dos músculos antagonistas (Aagaard et al, 2000).

Durante a extensão isocinética do joelho, as forças contrácteis do músculo *quadriceps* podem criar um deslizamento anterior da tíbia relativamente ao fémur, especialmente em ângulos mais próximos da extensão da articulação do joelho e em níveis elevados da força do músculo. A coactivação dos antagonistas, flexores do joelho (isquio-tibiais), foi sugerida para

neutralizar este deslizamento, fornecendo desse modo a estabilidade à articulação do joelho (Aagaard et al, 2000).

A relação da força muscular isocinética máxima dos isquio-tibiais relativa à da força muscular isocinética máxima do quadríceps (o rácio H:Q) é um parâmetro usado geralmente para descrever as propriedades da força do músculo sobre a articulação do joelho. Convencionalmente, o rácio da força isquio-tibiais: quadríceps é calculado dividindo o momento máximo dos flexores do joelho (isquio-tibiais) pelo momento máximo do extensor do joelho (quadríceps) medido em idênticas velocidades angulares e modalidades de contracção (Aagaard P. , Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998). Um rácio isquio-tibiais:*quadriceps* diminuído pode colocar os isquio-tibiais e o ligamento cruzado anterior (LCA) em risco aumentado de lesão (Holcomb, Rubley, Lee, & Guadagnoli, 2007).

A relação da força agonista-antagonista para a extensão e a flexão do joelho pode, entretanto, ser melhor descrita pelas relações mais funcionais do momento excêntrico dos isquio-tibiais ao momento concêntrico do quadríceps (extensão), e do momento concêntrico dos isquio-tibiais ao momento excêntrico do quadríceps (flexão). Em termos conceptuais, o rácio convencional H:Q implica que a contracção concêntrica (ou excêntrica) ocorreria para os extensores e os flexores do joelho simultaneamente. Entretanto, o movimento verdadeiro da articulação do joelho permite somente que a contracção excêntrica dos isquio-tibiais seja combinada com a contracção concêntrica do músculo quadríceps (durante a extensão) ou vice-versa (durante a flexão). Como tal, a relação convencional H:Q foi sugerida para indicar meramente se existe uma similaridade qualitativa entre os testes padrões do momento-velocidade dos isquio-tibiais e o músculo quadríceps, como sugerido por uma constância em relações convencionais H:Q através das modalidades e das velocidades da contracção (Aagaard et al, 1998).

A relação funcional Hexc:Qcon, que utiliza o momento excêntrico dos isquio-tibiais e o momento concêntrico do *quadriceps*, foi sugerida para reflectir o potencial para fornecer a estabilização muscular na articulação do joelho durante a extensão activa do joelho. Um deslizamento dirigido anteriormente da tibia relativamente ao fémur é produzido pela força da contracção do quadríceps durante a extensão do joelho em ângulos mais próximos da extensão completa. O deslizamento é provável ser neutralizado não somente pelo ligamento cruzado anterior mas também pela coactivação dos isquio-tibiais. A relação de Hexc:Qcon indica a capacidade dos músculos isquio-tibiais em neutralizar este deslizamento (Aagaard P. , Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1996). A realização de testes isocinéticos avalia a capacidade de co-contracção da musculatura agonista-antagonista durante movimentos recíprocos de extensão-flexão. Tal procura medir a capacidade dos antagonistas (isquio-tibiais) para “travar” o movimento do agonista (*quadriceps*) (Hewett, Myer, & Zazulak, 2007).

2.3.2. As diferenças bilaterais da força em futebolistas

Na realização das tarefas específicas do futebol com uma clara componente de lateralidade como o remate, o passe ou o desarme (Carvalho & Cabri, 2007), o futebolista pode apresentar diferenças bilaterais de força traduzidas em valores de peak torque, de Potência Média, de rácio IT/Q e de Potência Média, significativamente superiores de um membro em relação ao outro (Amato et al, 2001). Diversos grupos não relataram nenhuma diferença significativa entre os dois lados na força isocinética dos flexores e dos extensores do joelho. Inversamente, os estudos epidemiológicos mostraram não somente que os desequilíbrios da força existem e podem resultar em taxas aumentadas de lesão para atletas com diferenciais maiores de 10% da força entre os dois lados (Jacobs et al, 2005).

Tem sido sugerido que as diferenças bilaterais de força e a razão dos torques máximos antagonista/agonista estão relacionadas com as exigências específicas dos diversos desportos (Magalhães et al, 2001).

2.4. Flexibilidade

2.4.1. Definição de flexibilidade

A palavra “flexibilidade” pode ser definida de diversas maneiras, podendo ser aplicada tanto a objectos animados como inanimados e pouco consenso pode ser encontrado sobre a denominada “flexibilidade normal” (Alter, 2004)

Na educação física, no desporto e em Medicina, talvez a definição mais simples de flexibilidade seja a amplitude máxima de movimento disponível em uma articulação ou grupo de articulações (Barlow, Clarke, Johnson, Seabourne, Thomas, & Gal, 2004; McHugh, Kremenec, Fox, & Gleim, 1998; Bandy & Irion, 1994; Zakas, Balaska, Grammatikopoulou, Zakas, & Vergou, 2005; Alter, 2004; Reilly & Eston, 2001) que é influenciada pelos músculos, pelos tendões, pelos ligamentos e pelos ossos (Bandy & Irion, 1994). Esta definição não é consensual. A flexibilidade também implica liberdade de movimento podendo ser definida como a integração de uma parte ou partes do corpo em uma variedade de movimentos objectivos a uma velocidade correcta, ou ainda, a excursão total alcançável de uma parte do corpo através da sua potencial amplitude de movimento, ou a amplitude de movimento normal de uma articulação e tecidos moles em resposta a estiramento activo e passivo, entre outras definições (Alter, 2004).

A Flexibilidade pode ser definida de forma operacional como uma “... *qualidade motriz que depende da elasticidade muscular e da mobilidade articular, expressa pela máxima amplitude de movimentos necessária para a perfeita execução de qualquer actividade física electiva, sem que ocorram lesões anátomo-patológicas*” (Farinatti, 2000). Outra definição associa a flexibilidade a muscular com a capacidade de um músculo se alongar, permitindo que

uma articulação (ou mais de uma articulação em uma série) se mova através de uma amplitude do movimento (Decoster, Scanlon, Horn, & Cleland, 2004).

Foram realizadas tentativas para relacionar a flexibilidade com factores como a área da superfície corporal, as proporções corporais, as dimensões das pregas cutâneas e o peso mas os resultados obtidos revelaram-se inconsistentes. A flexibilidade é não só específica de cada articulação como também é específica para cada movimento articular por envolver diferentes músculos, estruturas ósseas e ligamentares nos diferentes movimentos de uma articulação (Alter, 2004).

A amplitude de movimento reflecte as possibilidades cinemáticas da articulação em análise que também dependem da capacidade dos músculos e tecido conjuntivo periarticulares serem alongados dentro das suas limitações estruturais (Reilly & Eston, 2001). A medida da amplitude de movimento articular (ADM) é um componente importante na avaliação física e o instrumento mais utilizado para medir a ADM é o goniómetro universal.

A goniometria, descrita na literatura desde 1914, é amplamente usada, tanto na prática clínica quanto em pesquisas científicas, com a finalidade de medir a ADM de diversas articulações (Batista, Camargo, Aiello, Oishi, & Salvini, 2006) permitindo a quantificação do movimento usando as unidades lineares ou angulares (Peeler & Anderson, 2007).

Várias experiências examinaram o grau de fiabilidade das medidas goniométricas utilizando diferentes procedimentos de medida e demonstraram que a ADM do joelho, medida com goniómetro universal, obteve um nível de fiabilidade de bom a excelente. Outros trabalhos concluíram serem válidas as medidas realizadas com o goniómetro universal, após terem sido correlacionadas às medidas da ADM obtidas a partir de radiografia, considerada um padrão de medida bem estabelecido. Sendo assim, o goniómetro universal é um instrumento com o qual se obtém medidas da ADM do joelho confiáveis e válidas, sendo que as medições goniométricas da ADM do joelho são mais confiáveis quando realizadas pelo mesmo avaliador (Batista, et al, 2006).

Pesquisa sugere que a flexibilidade tende a diminuir com a idade (Zakas, et al 2005).

2.4.2. A importância da flexibilidade no desporto

Acredita-se que a flexibilidade é um elemento importante da aptidão física (Beedle, Leydig, & Carnucci, 2007; Farinatti, 2000; Magnusson, Aagaard, Simonsen, & Bojsen-Møller, 2000; Magnusson, 1998).

Os músculos que cruzam as articulações e que efectuam as acções que ocorrem nessas articulações desempenham um importante papel na estabilização e na mobilização das

estruturas esqueléticas. Um músculo deve ser suficientemente curto para fornecer a estabilidade à articulação e comprido quanto baste para permitira normal mobilidade (Palmer & Epler, 1998).

Os clínicos consideraram o treino da flexibilidade como um componente integrante na prevenção e reabilitação das lesões, bem como um método para melhorar o desempenho em actividades da vida diária e no desporto (DePino, Webright, & Arnold, 2000).

Existem poucas dúvidas de que é necessário possuir uma boa flexibilidade, particularmente no desporto onde uma máxima ADM é exigida para uma óptima execução técnica (Reilly & Eston, 2001).

A flexibilidade aumentada é desejável em articulações do aparelho locomotor por um número de razões. Estes incluem o aumento do alcance e da passada e, assim, durante uma actividade repetida sobre uma distância ou deslocamento fixo dá uma potencial diminuição do número de ciclos de contracção. Deste modo, a flexibilidade aumentada é associada à melhoria da economia do movimento e o risco reduzido de lesão (Barlow, et al, 2004). Este último aspecto é tido como certo pela sabedoria convencional que afirma existir uma relação entre a flexibilidade aumentada a a diminuição da incidência de lesões (Murphy, et al, 2003; Stewart & Burden, 2004) contribuindo ainda para a diminuição da intensidade e duração das lesões miotendinosas e articulares, sendo os exercícios de flexibilidade vistos como uma das melhores formas para evitar este tipo de lesões (Stewart & Burden, 2004).

A flexibilidade é considerada um elemento essencial no normal funcionamento biomecânico no desporto. A literatura relata um número de benefícios associados à flexibilidade incluindo desempenho atlético melhorado, risco reduzido de lesão, prevenção ou redução das dores musculares derivadas do exercício e melhoria da coordenação (Hopper, et al., 2005).

2.4.3. O défice de flexibilidade nos futebolistas

A crença de que os futebolistas são deficitários no que respeita à flexibilidade tem sido confirmada por diversos estudos e desmentida por outros.

Recentemente, foi comparada a flexibilidade de 211 atletas de elite (162 homens e 49 mulheres), com idades compreendidas entre os 15 e os 35 anos e praticantes de 11 modalidades masculinas e 7 femininas, com a flexibilidade de um grupo controle de idade similar, composto por indivíduos não atletas (286 homens e 284 mulheres). Os resultados indicaram que, nas modalidades masculinas, atletas do basquetebol, judo e futebol eram menos flexíveis que os indivíduos não atletas (Araújo, 1999 citado por Farinatti, 2000). Também se investigou o efeito de uma única sessão de treino de futebol sobre a flexibilidade

das articulações da anca, joelho e tornozelo, acusando uma redução significativa que perdurou até 24 horas (Möller, Oberg & Gillquist, 1985 citado por Farinatti, 2000). Numa outra perspectiva, foi comparada a mobilidade articular de jogadores de diversas posições, chegando-se à conclusão de que não havia associação significativa (Ekstrand & Gillquist, 1982 e Oberg et al, 1984 citados por Farinatti). Em todos os casos, porém, a comparação com grupos controle revelou que existiria um declínio progressivo da flexibilidade com a prática continuada do futebol (Farinatti, 2000).

Estes resultados foram confirmados mais recentemente por outro estudo (McHugh, Magnusson, Gleim & Nicholas, 1993, citado por Farinatti, 2000) em que jogadores de futebol de mais de 30 anos possuíam perfis inferiores de flexibilidade estática de tronco, bacia e membros inferiores, quando comparados com jogadores mais jovens.

Outro grupo investigou a flexibilidade de jogadores semiprofissionais e profissionais de futebol e não encontraram nenhuma diferença entre os grupos; a falta da flexibilidade foi atribuída ao facto que a flexibilidade não é vista geralmente como um componente importante da aptidão para o futebol (Dunbar & Power, 1995) o que é contrariado por outros estudos que consideram que maiores níveis de flexibilidade encontrados em futebolistas indicam tratar-se de um pré-requisito para a participação neste desporto (McIntyre, 2005). No entanto, há uma tendência a considerar-se que a prática do futebol tende a reduzir a flexibilidade (Farinatti, 2000).

A restrição da flexibilidade músculo-esquelética pode estar relacionada com lesão. O encurtamento músculo-esquelético em jogadores de futebol pode ser associada com uma probabilidade aumentada de lesões musculares (Magnusson, Simonsen, Aagaard, Boesen, Johannsen, & Kjaer, 1997). Quando um músculo perde ou falta a flexibilidade, a sua capacidade para se deformar é diminuída, tendo por resultado a diminuição da amplitude de movimento em torno de uma articulação (Decoster, et al, 2004).

Alguns estudos mostraram que a flexibilidade diminuída dos isquio-tibiais é um factor de risco para o desenvolvimento da dor patelofemural e tendinopatia do rotuliano, de lesões dos isquio-tibiais e dos sintomas de dano muscular após exercício excêntrico (Hopper, et al., 2005).

2.4.4. A avaliação da flexibilidade

Embora o termo flexibilidade seja geralmente associada à extensibilidade dos músculos, as medições também são afectadas pela frouxidão ligamentar ou laxidão da articulação, e os atletas em qualquer um dos extremos da flexibilidade possuem, provavelmente, risco aumentado de lesão. A laxidão ou a tensão ligamentar generalizada são um componente da

flexibilidade total geneticamente determinado e não podem ser alterados facilmente através da prática de alongamentos (Stewart & Burden, 2004).

A medida exacta da flexibilidade não é conseguida facilmente. Os mecanismos que controlam a flexibilidade são complexos e abrangem factores como a qualidade do tecido conjuntivo, a qualidade do controle neuromuscular e a exposição à actividade física (Burton, 1991).

2.5. A influência da força muscular e da flexibilidade na etiologia da lesão desportiva

2.5.1. As lesões desportivas

As lesões decorrentes da prática desportiva são acontecimentos comuns, inerentes às exigências do gesto técnico dominante e às características próprias de uma determinada actividade (Pinheiro J. , 2006).

As lesões do membro inferior representam 60 a 85% do total das lesões em que incorrem os futebolistas de ambos os sexos, sendo o joelho a articulação mais susceptível seguido do tornozelo (Rahnama, Reilly, & Lees, 2002). As lesões do joelho e do tornozelo são comuns em atletas de hoje e são as mais prevalentes em desportos como o voleibol, o futebol e o basquetebol. Embora estas lesões sejam frequentemente o resultado do contacto directo, mecanismos sem contacto, tais como aterrar de um salto, também ocorrem frequentemente. A aterragem bem sucedida de um salto requer a força, a estabilidade, e o equilíbrio, que são também críticos para fornecer a protecção inerente contra a lesão articular. Assim, é possível que as taxas elevadas de lesão mencionadas acima sejam o resultado de défices da força ou de deficiente estabilidade e equilíbrio (Wikstrom, Powers, & Tollman, 2004).

As lesões músculo-tendinosas são das mais prevalentes, bem como dos mais frustrantes, grupos de lesões para atletas e profissionais de saúde. Em particular, as lesões dos isquio-tibiais são a lesão músculo-tendinosa mais comum no membro inferior (Cross & Worrel, 1999).

Em geral, os factores de risco podem ser amplamente categorizados em factores de risco do músculo e em factores de risco clínicos. Os factores de risco do músculo que foram estudados incluem a fraqueza do músculo, a falta da flexibilidade, aquecimento deficiente, aumento da rigidez muscular, postura lombar incorrecta e fadiga muscular (Verral, Slavotinek, Barnes, Fon, & Spriggins, 2001; Dadebo, White, & George, 2004; Funk, Swank, Adams, & Treolo, 2001; Cross & Worrel, 1999; Pull & Ranson, 2007). Foram propostas muitas explicações para a produção das lesões musculares, porém é provável que uma variedade de factores esteja envolvida (Pull & Ranson, 2007).

A lesão desportiva aguda mais significativa é a lesão do joelho, frequentemente causando a incapacidade permanente e conduzindo ao desenvolvimento da osteoartrose. Alguns desportos, tais como o futebol, predis põe o jogador a lesões do joelho, mas não se sabe se algumas características da aptidão têm um papel protector ou predisponente para a lesão do joelho (Mikkelsen, Nupponen, Kaprio, Kautiainen, Mikkelsen, & Kujala, 2006).

2.5.2. Factores de risco de lesão

A Força Muscular desempenha um papel importante na prevenção de lesão através da estabilização articular dinâmica. Além da força individual dos músculos, um factor adicional na prevenção de lesões é a relação da força entre os músculos agonistas e antagonistas (Holcomb, et al, 2007).

A relação da força que recebeu maior atenção na literatura é o rácio isquio-tibiais: quadríceps e existe uma boa razão para isto. Se a força do quadríceps exceder significativamente a força dos isquio-tibiais, então tanto os isquio-tibiais como o ligamento cruzado anterior (LCA) tornam-se mais susceptíveis à lesão. A razão para isto é directa. Os isquio-tibiais devem alongar durante a extensão do joelho, e se for relativamente mais fraco do que o quadríceps, pode ocorrer um estiramento. Com auxílio dos isquio-tibiais, o LCA estabiliza o joelho impedindo a translação anterior da tibia sobre o fémur. A relação da força pode ser expressa de forma convencional, que compara acções concêntricas do músculo quadríceps às contracções concêntricas dos isquio-tibiais. Contudo, dado que dois músculos oponentes não são capazes de executar acções concêntricas simultâneas, o valor da relação convencional foi questionado (Holcomb, et al, 2007).

Para finalidades de prevenção de lesões, parece que a força excêntrica relativa dos flexores do joelho comparada com a força concêntrica dos extensores do joelho é um factor determinante (Reilly, 2005) já que avalia as acções que ocorrem simultaneamente (Holcomb, et al, 2007). Este índice foi denominado “rácio de controlo dinâmico” (Aagaard, et al, 1998).

As lesões dos isquio-tibiais são um problema comum em muitos desportos, especialmente naqueles que envolvem sprints e acelerações máximas, como no futebol (Petersen & Hölmich, 2005; Gabbe, Finch, Bennell, & Wajswelner, 2005; Mjøltnes, Arnason, Østhaugen, Raastad, & Bahr, 2004). Estas lesões são frequentemente recorrentes (Gabbe, et al, 2005; DePino et al, 2000) e resultam em custos consideráveis tais como o tempo de treino perdido, a indisponibilidade para a competição e o tratamento (Gabbe, et al, 2005).

Os factores identificados como potenciais causas por diversos incluem inadequada força muscular dos isquio-tibiais, desequilíbrio da força entre os isquio-tibiais e o quadríceps e/ou défice bilateral de força dos isquio-tibiais. Também foram sugeridos como factores

predisponentes de lesão dos isquio-tibiais a diminuição da flexibilidade, a fadiga, aquecimento inadequado (Mjølshes, et al, 2004) e lesão precedente (Dadebo, et al, 2004).

A flexibilidade inadequada da musculatura da coxa também é sugerida como estando associada à tendinopatia patelar morfológica (Cook, Kiss, Khan, Purdam, & Webster, 2004; Crossley, Thancanamootoo, Metcalf, Cook, Purdam, & Warden, 2007).

Estudos indicam que é possível identificar, através de testes de flexibilidade, os futebolistas masculinos em risco de sofrer lesões dos isquio-tibiais. Desse modo, pode ser possível impedir algumas destas lesões (Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have, & Cambier, 2003).

CAPÍTULO III

Metodologia

1. Amostra

Na amostra deste estudo foram considerados 22 atletas do estudo longitudinal que, no *baseline* (2003/2004) tinham 14 anos e que na altura das medições tinham 18,9 ($\pm 0,21$) anos, finalizando a sua formação desportiva no escalão de juniores.

2. Variáveis

a) *Massa corporal*

Apesar de na medição da massa corporal ser desejável que os sujeitos se apresentem desprovidos de vestuário, decidimos restringir a roupa a peças leves, ficando os observados em fato de banho ou em calções e camisola de manga curta e descalços. Foi aferida a massa corporal utilizando uma balança electrónica da marca “Seca” modelo 770.

b) *Estatuta*

Com a mesma roupa, permitida na medição da massa corporal, o observado foi avaliado recorrendo ao estadiómetro portátil Harpender sendo a cabeça ajustada pelo observador de forma a orientar correctamente o *Plano Horizontal de Frankfort*.

c) *Altura sentado*

Utilizando um estadiómetro com banco acoplado (Sitting Height Table Harpender), o observado senta-se de modo a permitir a medição da altura sentado.

d) *Diâmetros*

- *Biacromial*

O sujeito é medido na posição antropométrica de referência, com a mesma postura adoptada para a medição da altura, tendo os membros superiores caídos ao lado do tronco. A região superior do tronco está desprovida de qualquer vestuário, permitindo a identificação dos pontos acromiais direito e esquerdo. O antropometrista coloca-se atrás do observado, sendo a medição efectuada com o antropómetro de ponteiros rectos (Rosscraft Campbell Caliper 20).

- *Bicristal*

O sujeito mantém-se na posição de referência frontalmente posicionado relativamente ao antropometrista, que aplica as hastes do antropómetro (Rosscraft Campbell Caliper 20) aos pontos mais laterais da crista ilíaca ao nível da linha midaxilar. A avaliação deste diâmetro pode requerer o exercício de alguma pressão sobre os tecidos moles subcutâneos.

- Bicôndilo-umeral

O observado eleva o membro superior direito com a articulação do cotovelo flectida em ângulo recto. Posicionado de frente para o sujeito, o antropometrista usa o compasso de pontas redondas (Rosscraft Campbell Caliper 10) para medir a distância entre os pontos laterais dos côndilos da epífise inferior do úmero.

- Bicôndilo-femoral

Virado para o antropometrista, o sujeito senta-se de modo a ficar com o joelho direito flectido em ângulo recto. Nesta posição, o antropometrista procede à palpação dos pontos laterais extremos dos côndilos da epífise inferior do fémur para aí aplicar as hastes do compasso de pontas redondas (Rosscraft Campbell Caliper 10). Nalguns casos, foi necessária uma ligeira força compressiva para remover a porção da largura atribuível aos tecidos moles.

e) *Circunferências*

- Braquial em contracção máxima

Esta circunferência foi medida com o membro superior direito flectido em ângulo recto ao nível da articulação do cotovelo. A fita métrica (fita métrica metálica Rosscraft) envolve a maior circunferência do braço em contracção máxima.

- Geminal

O observado permanece na posição antropométrica de referência com o peso do corpo distribuído sobre os dois apoios. A medida, através de uma fita métrica metálica Rosscraft, foi obtida perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna direita, ao nível da sua máxima circunferência.

f) *Pregas*

Na recolha de todas as pregas de gordura subcutâneas recorreu-se a um *Slim Guide Skinfold Caliper*.

- Tricipital

A prega de gordura assume uma orientação vertical na face posterior do braço direito, a meia distância entre os pontos acromial e olecraneano.

- Subescapular

Esta prega assume uma orientação oblíqua (olha para baixo e para fora) e foi medida na região posterior do tronco, mesmo abaixo do vértice inferior da omoplata.

- Suprailíaca

Como o próprio nome indica, a prega suprailíaca foi medida imediatamente acima da crista ilíaca, ao nível da linha midaxilar.

- Crural Anterior

Com o sujeito na posição de sentado, esta prega foi avaliada no $\frac{1}{3}$ médio da face anterior da coxa direita.

- Crural Posterior

Esta prega foi avaliada com o sujeito na mesma posição da prega crural anterior. A medida foi obtida ao nível do $\frac{1}{3}$ médio da face posterior da coxa direita.

- Geminal Lateral

Esta prega vertical foi medida com a articulação do joelho flectida em ângulo recto. A dobra de gordura subcutânea foi destacada na face externa, aproximadamente ao mesmo nível do plano horizontal onde foi medida a circunferência geminal.

- Geminal Medial

Esta prega foi obtida de modo similar à prega geminal lateral, sendo destacada na face interna da perna ao mesmo nível da anterior.

g) Volume do membro inferior

Foi utilizado o método proposto por Jones & Pearson (1969) para a estimativa do volume do membro inferior descrito por Sobral, Coelho e Silva, & Figueiredo, (2007). A coxa e a perna são “segmentadas” em 6 estruturas cónicas que serão analisadas do seguinte modo:

1º Passo - para cada uma das estruturas cónicas calcula-se o volume total (VT) a partir da seguinte fórmula:

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

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

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

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

2º Passo - Para cada uma das estruturas cónicas, calcula-se o volume magro.

Começa-se por determinar os perímetros livres de gordura, com recurso às seguintes fórmulas:

$$P'_A = [P_A - [\pi \cdot ((S_{K1})/10) + (S_{K2})/10)]/2]$$

$$P'_B = [P_B - [\pi \cdot ((S_{K1})/10) + (S_{K2})/10)]/2]$$

Depois estima-se a área livre de gordura para cada um dos casos, ou seja:

$$A' = [1/(4 \cdot \pi)]/P'^2_A$$

$$B' = [1/(4 \cdot \pi)]/P'^2_B$$

Por fim, calcula-se o volume livre de gordura (VM em cm³):

$$VM = (1/3) \cdot h \cdot [A' + (A' \cdot B')^{1/2} + B']$$

Para os segmentos V3 (porção proximal do joelho) e V4 (porção distal do joelho) não se determina o volume magro, uma vez que se negligencia a porção não magra destes segmentos, ou seja, o volume total corresponde ao volume magro.

3º Passo: Para cada uma das seis estruturas cónicas, calcula-se o volume gordo (VG em cm³):

$$VG = Volume\ Total - Volume\ Magro$$

Quadro 1 - Resumo dos indicadores necessários para a estimativa do volume da coxa e da perna segundo a proposta de Jones & Pearson

| COMPONENTE | Comprimentos (h) | Perímetro Proximal [P _A] | Perímetro Distal [P _B] | S _{K1} + S _{K2} |
|------------|---|---|---|------------------------------------|
| V1 | Da linha subglútea ao plano transversal do 1/3 proximal da coxa | Linha Sub-glútea (mínimo) | 1/3 proximal da coxa (máximo) | Crural Anterior + Crural Posterior |
| V2 | Do 1/3 proximal da coxa até ao plano onde é efectuada a medida do perímetro suprapatelar | 1/3 proximal da coxa (máximo) | Suprapatelar (mínimo) | Crural Anterior + Crural Posterior |
| V3 | Do plano onde é efectuada a medida do perímetro suprapatelar até ao plano que passa pela interlinha articular do joelho | Suprapatelar (mínimo) | Ao nível da interlinha articular do joelho (máximo) | |
| V4 | Do plano que passa pela interlinha articular do joelho até ao plano onde é efectuada a medida do perímetro subpatelar | Ao nível da interlinha articular do joelho (máximo) | Subpatelar (mínimo) | |
| V5 | Do plano onde é efectuada a medida do perímetro subpatelar até ao plano do 1/3 proximal da perna | Subpatelar (mínimo) | 1/3 proximal da perna (máximo) | Geminal medial + Geminal Lateral |
| V6 | Do plano do 1/3 proximal da perna até ao plano onde é medido o perímetro do tornozelo | 1/3 proximal da perna (máximo) | Tornozelo, i.e. superior ao plano bimaleolar (mínimo) | Geminal medial + Geminal Lateral |

Para uma melhor visualização dos indicadores necessários inserimos a Figura 1 para a estimativa dos volumes da coxa e da perna segundo a proposta de Jones & Pearson.

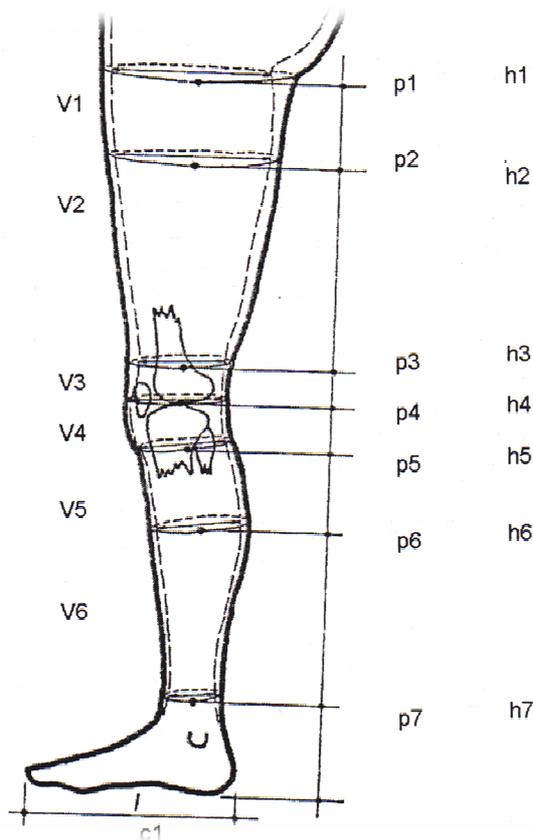


Figura 1 - Indicadores necessários à estimativa do volume da coxa e perna

h) Composição Corporal

Os sujeitos da amostra foram avaliados quanto à sua composição corporal no pletismógrafo Bod Pod® (Life Measurement, Inc., Concord, USA). Os *outputs* fornecidos por este equipamento e que utilizámos neste estudo foram as percentagens de massa gorda e massa não gorda, os valores absolutos da massa gorda e da massa não gorda (ambos expressos em quilogramas) e ainda o volume corporal total e o volume de gás torácico (ambos expressos em litros).

i) Flexibilidade: Prova Sit-and-reach

Antes da aplicação dos testes de flexibilidade, os sujeitos realizaram um período de aquecimento, com 5 minutos de marcha.

O teste *sit-and-reach* avalia a flexibilidade dos músculos isquio-tibiais e da região lombar. Foi necessária a utilização de uma estrutura apropriada (banco de *sit-and-reach*) que possui uma fita métrica acoplada e a medição foi feita através da diferença entre a posição inicial e a posição final. O sujeito colocou-se na posição de sentado com os membros inferiores em extensão completa e a anca a 90º de flexão em relação ao tronco.

- Posição inicial - Foi solicitado ao sujeito que esticasse os membros superiores mantendo o tronco direito e as mãos sobrepostas. Foi registado o valor atingido, em centímetros, na fita métrica.
- Posição final – o sujeito executou a flexão do tronco com os membros superiores em extensão e sendo controlada a extensão completa dos joelhos. As mãos também devem manter-se sobrepostas e foi registado o valor atingido na fita métrica, com a ponta do 3º dedo.

Também foi realizado o teste *sit-and-reach modificado* para avaliação da flexibilidade de forma unilateral. Para a realização deste teste o sujeito flectiu o joelho contralateral ao membro em teste e realizou a flexão do tronco mantendo a extensão completa do joelho do membro em teste. A medição foi realizada da mesma forma que no teste *sit-and-reach* original.

j) Flexibilidade: Teste da Extensão Activa do Joelho (Active Knee Extension – AKE)

Este teste avalia a flexibilidade dos músculos isquio-tibiais e possui elevada validade (Gajdosik & Lusin, 1983). O teste *Active Knee Extension* (AKE) fornece uma medida de um “comprimento inicial do músculo” dos isquio-tibiais com relação ao músculo *quadriceps* activado. O teste não fornece uma medida do comprimento máximo a que os isquio-tibiais podem ser esticados, como foi demonstrado quando se compara o teste AKE com o teste *Passive Knee Extension* (Gajdosik, 1997).

A medição foi realizada com recurso a um goniómetro universal de 37cm (Homecraft Rolyan, Nottinghamshire, UK) cuja escala apresenta incrementos de 1º e os pontos de referência anatómicos são os seguintes:

- Fulcro – alinhado visualmente com o côndilo femoral lateral.
- Braço fixo – alinhado com o Grande Trocanter (GT) do fémur.
- Braço móvel – alinhado com o Maléolo Peronial.

O sujeito é colocado em decúbito dorsal com a articulação coxo-femural do membro em teste flectida a 90º. O joelho homolateral também é colocado a 90º de flexão e foi solicitado ao sujeito que realize a extensão activa desta articulação e foi feita a medição da amplitude de movimento activa máxima alcançada. O resultado foi expresso em graus de um ângulo comum (xº).

k) Flexibilidade: Teste de Ely

Neste teste avaliar-se-á a flexibilidade do músculo *quadriceps*, principalmente do *rectus femoris*, sendo utilizado, para o efeito, um goniómetro universal e o resultado expressa-se em graus de um ângulo comum. O sujeito posiciona-se em decúbito ventral, com os membros inferiores em extensão. Posteriormente, foi realizada a flexão do joelho até ser sentida uma

resistência. Os pontos anatómicos de referência para a colocação do goniómetro são os mesmos descritos acima para o teste AKE.

l) Força muscular

A força muscular foi avaliada com recurso a dinamómetro isocinético *Biodex System 3* (Biodex Medical Systems Inc., Shirley, New York).

Os atletas realizaram um período de activação geral em cicloergómetro (*Monark E-824*, Vansbro, Suécia) com uma resistência correspondente a 2% do peso corporal durante um período de 5 minutos. Em seguida os sujeitos foram sentados na cadeira do dinamómetro e estabilizado o seu posicionamento com recurso a cintos colocados ao nível do tronco, do abdómen e da coxa, no sentido de prevenir movimentos acessórios. Estabilização adicional foi obtida pedindo ao sujeito que agarrasse as pegadas laterais da cadeira do dinamómetro. O joelho a avaliar foi posicionado a 90° da flexão (0° = extensão completa) e o eixo de rotação do braço da alavanca do dinamómetro alinhado com a parte lateral do côndilo femoral. Cada sujeito realizou uma sessão de aprendizagem para promover a familiarização com o equipamento e com o teste e uma sessão de teste. Cada uma das sessões compreendeu a realização de 5 contracções unilaterais concêntricas para os extensores do joelho (quadríceps), 5 contracções concêntricas para os flexores do joelho (isquio-tibiais), 5 contracções excêntricas para os extensores do joelho e 5 contracções excêntricas para os flexores do joelho. Foram testados os dois membros inferiores de cada sujeito, com um período de repouso de 5 minutos entre testes.

Também foi avaliada a força explosiva dos músculos dos membros inferiores em um ergojump portátil (Globus Ergo Tester Pro). Foram utilizados dois protocolos de impulsão vertical (Bosco, 1994 citado por Figueiredo, 2007). Na impulsão vertical a partir da posição estática (SE – também denominado *squat jump*, *SJ*) o executante posicionou-se com os membros inferiores semi-flectidos, tronco ligeiramente inclinado à frente, mãos na cintura pélvica, apoios afastados à largura dos ombros e sem levantar os calcanhares, saltou à altura máxima sem tirar as mãos da cintura (Figueiredo, 2007).

Na impulsão vertical com contra-movimento (SCM ou *counter movement jump*, *CMJ*) o executante colocado na posição de pé, com as mãos na cintura pélvica, passando pela posição de semi-flectido, saltou à máxima altura sem retirar as mãos da cintura. Desde o seu início até ao final, o movimento é contínuo, assumindo uma fase excêntrica e outra concêntrica antes da trajectória aérea. Realizaram-se duas impulsões em ambos os protocolos sendo utilizada a melhor das duas tentativas.

3. Tratamento dos dados

Numa primeira análise procedeu-se à estatística descritiva dos futebolistas, com a identificação da posição no campo (guarda-redes, defesas, médios, avançados).

Num segundo tratamento, adoptou-se a estatística correlativa para determinar o grau de associação entre a morfologia e as provas funcionais. Por fim, recorrendo às regressões lineares múltiplas, procurou-se estabelecer medidas preditivas da força, a partir das variáveis morfológicas corporais e apendiculares, e de flexibilidade.

CAPÍTULO IV

Apresentação de Resultados

4.1 Estatística Descritiva

O primeiro tratamento dos dados obtidos nas diferentes avaliações realizadas aos sujeitos da amostra foi a análise descritiva. Na Tabela 1 foram incorporados os valores mínimos, máximos, as médias e o desvio padrão para as variáveis morfológicas.

Tabela 1 - Estatística Descritiva das Variáveis Morfológicas da Totalidade da Amostra

| Variáveis | Mínimo | Máximo | Média | Dp |
|--|--------|--------|--------|-------|
| Idade, anos | 18,3 | 19,3 | 18,9 | 0,2 |
| Estatura, cm | 167,9 | 190,4 | 177,1 | 5,9 |
| Altura Sentado, cm | 89,3 | 96,9 | 93,6 | 2,2 |
| CMI, cm | 73,2 | 93,7 | 83,3 | 5,1 |
| Massa corporal, Kg | 58,2 | 90,8 | 71,9 | 8,0 |
| Prega Tricipital, mm | 5 | 21 | 8,3 | 3,7 |
| Prega sub-escapular, mm | 6 | 17 | 9,7 | 2,7 |
| Volume Gás Torácico, L | 3,4 | 4,4 | 3,8 | 0,3 |
| Volume corporal, L | 53,3 | 85,1 | 66,6 | 7,9 |
| Densidade corporal, Kg/L | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 0,0 |
| Massa gorda absoluta, Kg | 2,8 | 18,7 | 7,0 | 3,7 |
| Massa não gorda absoluta, Kg | 52,5 | 76,3 | 64,8 | 5,6 |
| Massa gorda relativa, % | 4,3 | 21,4 | 9,4 | 3,9 |
| Massa não gorda relativa, % | 78,6 | 95,7 | 90,5 | 3,9 |
| Volume apendicular total, cm ³ | 6954,4 | 9842,5 | 8446,2 | 752,6 |
| Volume apendicular gordo absoluto, cm ³ | 84,2 | 398,5 | 151,3 | 66,6 |
| Volume apendicular não gordo absoluto, cm ³ | 6857,2 | 9674,2 | 8294,9 | 720,5 |
| Volume apendicular gordo relativo, % | 1,0 | 4,3 | 1,7 | 0,6 |
| Volume apendicular não gordo relativo, % | 95,7 | 99,0 | 98,2 | 0,6 |

Na Tabela 2 estão os dados referentes a este mesmo tipo de análise estatística para as variáveis funcionais da flexibilidade, essencialmente dos membros inferiores, através das provas descritas no capítulo da metodologia.

Tabela 2 - Estatística Descritiva das Variáveis Funcionais de flexibilidade da Totalidade da Amostra

| Variáveis | Mínimo | Máximo | Média | Dp |
|---|--------|--------|-------|-----|
| <i>Sit-and-Reach</i> inicial, cm | -15 | 8 | -1,4 | 5,7 |
| <i>Sit-and-Reach</i> final, cm | 13 | 41 | 24,9 | 7,8 |
| <i>Sit-and-Reach</i> final – <i>Sit-and-Reach</i> inicial, cm | 16 | 40 | 26,4 | 6,6 |
| <i>Sit-and-Reach</i> dominante, cm | 12 | 40 | 25,7 | 6,7 |
| <i>Sit-and-Reach</i> não dominante, cm | 11 | 40 | 24,6 | 7,6 |
| Active Knee Extension dominante, graus | 148 | 180 | 164,1 | 9,4 |
| Active Knee Extension não dominante, graus | 145 | 180 | 163,7 | 9,5 |
| <i>Ely's Test</i> dominante, graus | 118 | 135 | 127,1 | 4,6 |
| <i>Ely's Test</i> não dominante, graus | 114 | 140 | 126,6 | 6,3 |

Na Tabela 3 foram inscritos os valores mínimo, máximo, média e desvio padrão para as variáveis funcionais de força e potência muscular para a totalidade dos sujeitos que constituem a amostra.

Tabela 3 - Estatística descritiva das variáveis funcionais de força e potência muscular da totalidade da amostra

| Variáveis | | Unidades | Mínimo | Máximo | Média | Dp | | |
|---|---------------------|---------------------------|-------------|--------|-------|-------|-------|------|
| Ergo Jump Impulsão vertical | Sem contramovimento | cm | 26,6 | 43,4 | 33 | 4,4 | | |
| | Com contramovimento | cm | 28,8 | 45 | 37,4 | 4,2 | | |
| Dinam. Isocinético Membro dominante | Peak Torque | Extensores | Concêntrico | N.m | 177,5 | 318,9 | 219,3 | 32,7 |
| | | | Excêntrico | N.m | 117,7 | 267,9 | 185,9 | 34,9 |
| | | Flexores | Concêntrico | N.m | 79,8 | 180,2 | 126,2 | 26,6 |
| | | | Excêntrico | N.m | 131,5 | 432,5 | 277,1 | 65,3 |
| | Razão IQ | Concêntrico / concêntrico | | % | 39,4 | 70,9 | 57,6 | 9 |
| | | Excêntrico / excêntrico | | % | 72,7 | 181,6 | 150,0 | 26,5 |
| Dinam. Isocinético Membro não dominante | Peak Torque | Extensores | Concêntrico | N.m | 135,9 | 259,5 | 208,6 | 39,2 |
| | | | Excêntrico | N.m | 106,7 | 274,2 | 185,5 | 37,6 |
| | | Flexores | Concêntrico | N.m | 76,2 | 156,4 | 117,2 | 20,7 |
| | | | Excêntrico | N.m | 170,4 | 431,8 | 285,8 | 69,2 |
| | Razão IQ | Concêntrico / concêntrico | | % | 41,8 | 70,1 | 57,0 | 8,5 |
| | | Excêntrico / excêntrico | | % | 92,9 | 220,9 | 156,5 | 33,1 |

4.2 Ensaio sobre a variação por posição

Numa segunda análise estatística aos dados obtidos, procedeu-se à verificação da variação por posição no campo dos sujeitos, os quais foram distinguidos em quatro categorias: guarda-

redes (GR), defesas (D), médios (M) e avançados (A).

Tabela 4 – Estatística descritiva das variáveis morfológicas por posição no campo

| Variáveis | Guarda-redes n=3 | | Defesas n=9 | | Médios n=5 | | Avançados n=5 | |
|--------------------------|---------------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|------------------|-----|
| | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| Estatutura | 179,0 | 2,5 | 177,0 | 7,2 | 176,0 | 5,4 | 177,0 | 6,3 |
| Altura sentado | 94,9 | 0,1 | 93,9 | 2,3 | 93,4 | 2,4 | 92,5 | 2,1 |
| CMI | 84,1 | 2,5 | 83,1 | 6,0 | 82,0 | 4,7 | 84,4 | 5,8 |
| Massa corporal | 80,5 | 6,5 | 70,9 | 9,9 | 71,0 | 4,4 | 69,5 | 5,7 |
| Prega tricipital | 15,0 | 6,0 | 7,1 | 1,6 | 8,8 | 2,5 | 6,2 | 0,8 |
| Prega sub-escapular | 13,3 | 3,5 | 9,5 | 2,1 | 8,6 | 3,1 | 9,0 | 1,4 |
| Volume corporal | 79,4 | 7,3 | 65,7 | 9,7 | 65,2 | 3,5 | 64,3 | 5,3 |
| Volume gás torácico | 3,9 | 0,1 | 3,8 | 0,3 | 3,7 | 0,2 | 3,8 | 0,3 |
| Densidade corporal | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 |
| Massa gorda absoluta | 11,3 | 7,1 | 7,3 | 3,1 | 6,0 | 1,7 | 4,7 | 1,5 |
| Massa não gorda absoluta | 69,2 | 1,4 | 63,4 | 7,2 | 64,4 | 4,9 | 64,9 | 4,6 |
| Massa gorda relativa | 13,6 | 7,7 | 10,0 | 2,8 | 8,6 | 2,6 | 6,7 | 1,9 |
| Massa não gorda relativa | 86,3 | 7,7 | 89,8 | 2,8 | 91,3 | 2,6 | 93,2 | 1,9 |

Nas tabelas seguintes reproduzem-se os resultados da média e desvio padrão verificados para cada posição no campo, das variáveis funcionais de flexibilidade (Tabela 5) e de força e potência muscular (tabela 6).

As unidades de medida das variáveis de flexibilidade são as que se encontram definidas na Tabela 2 e para as medidas de potência e força muscular as unidades são as mesmas da Tabela 3.

Tabela 5 – Estatística descritiva das variáveis funcionais de flexibilidade por posição no campo.

| Variáveis | Guarda-redes n=3 | | Defesas n=9 | | Médios n=5 | | Avançados n=5 | |
|--------------------------|---------------------|-----|----------------|------|---------------|-----|------------------|------|
| | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| SAR inicial | 0,3 | 1,5 | -0,1 | 6,3 | -2,2 | 4,9 | -4,2 | 7,0 |
| SAR final | 26,0 | 8,8 | 28,5 | 9,1 | 24,0 | 4,8 | 18,8 | 3,7 |
| SAR final-SAR inicial | 25,6 | 7,3 | 28,6 | 8,5 | 26,2 | 4,0 | 23,0 | 3,3 |
| SAR dominante | 25,6 | 6,4 | 29,3 | 7,5 | 23,2 | 3,7 | 21,8 | 5,9 |
| SAR não dominante | 26,3 | 8,3 | 28,2 | 8,3 | 21,2 | 5,4 | 20,8 | 6,0 |
| AKE dominante | 165,6 | 3,2 | 166,1 | 10,3 | 156,0 | 5,3 | 168,0 | 10,4 |
| AKE não dominante | 167,0 | 9,1 | 166,4 | 11,2 | 156,0 | 4,7 | 164,6 | 8,0 |
| Ely's test dominante | 124,3 | 7,0 | 127,5 | 5,9 | 127,2 | 2,7 | 128,2 | 1,3 |
| Ely's test não dominante | 123,3 | 6,6 | 126,7 | 7,9 | 127,4 | 6,6 | 127,8 | 2,6 |

Como podemos verificar através dos dados da tabela anterior, em média, os avançados obtiveram os piores resultados na prova sit-and-reach, que avalia a flexibilidade dos músculos

isquio-tibiais e da região lombar, enquanto na prova Active Knee Extension, que avalia a flexibilidade dos isquio-tibiais, os piores resultados foram registados no sub-grupo dos médios.

Na avaliação da flexibilidade do quadríceps, realizada através do teste de Ely, os futebolistas da amostra que obtiveram valores mais elevados foram os avançados, quer para o membro inferior dominante como para o membro inferior não dominante.

Os guarda-redes apresentaram o melhor resultado para a flexibilidade dos isquio-tibiais no membro inferior não dominante e o pior resultado na flexibilidade do quadríceps, também no membro inferior não dominante.

Como já referimos, na tabela seguinte encontram-se os valores da análise da variação por posição no campo nas medidas de força e potência muscular.

Tabela 6 – Estatística descritiva das medidas funcionais de potência e força muscular por posição no campo

| Variáveis | Guarda-redes n=3 | | Defesas n=9 | | Médios n=5 | | Avançados n=5 | |
|--|---------------------|------|----------------|------|---------------|------|------------------|------|
| | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| Salto sem contramovimento | 31,3 | 4,1 | 32,5 | 3,9 | 32,0 | 4,9 | 36,1 | 4,8 |
| Salto com contramovimento | 33,6 | 4,4 | 37,3 | 3,2 | 37,8 | 3,8 | 39,3 | 5,5 |
| Peak torque extensores dominante concêntrico | 225,0 | 38,4 | 216,0 | 44,6 | 227,6 | 20,3 | 213,5 | 17,1 |
| Peak torque extensores dominante excêntrico | 192,0 | 10,2 | 176,7 | 42,6 | 194,0 | 38,0 | 190,2 | 30,8 |
| Peak torque flexores dominante concêntrico | 124,8 | 15,5 | 123,2 | 31,6 | 131,7 | 34,6 | 126,8 | 18,1 |
| Peak torque flexores dominante excêntrico | 282,2 | 41,8 | 259,3 | 82,1 | 307,3 | 74,4 | 275,4 | 25,0 |
| Razão IQ dominante concêntrico/concêntrico | 55,8 | 2,9 | 57,1 | 9,8 | 57,6 | 13,3 | 59,3 | 6,7 |
| Razão IQ dominante excêntrico/excêntrico | 147,9 | 29,7 | 147,4 | 33,2 | 159,0 | 24,5 | 146,6 | 17,4 |
| Peak torque extensores não dominante concêntrico | 220,1 | 44,4 | 197,1 | 39,2 | 220,5 | 48,0 | 210,3 | 33,7 |
| Peak torque extensores não dominante excêntrico | 196,9 | 33,1 | 165,9 | 37,4 | 192,8 | 30,0 | 206,5 | 39,6 |
| Peak torque flexores não dominante concêntrico | 121,9 | 32,7 | 115,6 | 21,3 | 117,9 | 25,7 | 116,5 | 10,5 |
| Peak torque flexores não dominante excêntrico | 273,7 | 53,3 | 265,1 | 54,4 | 320,8 | 98,9 | 295,2 | 72,9 |
| Razão IQ não dominante concêntrico/concêntrico | 55,3 | 8,9 | 59,1 | 7,2 | 54,6 | 10,6 | 56,5 | 10,1 |
| Razão IQ não dominante excêntrico/excêntrico | 141,1 | 35,0 | 163,6 | 32,2 | 166,5 | 45,4 | 142,7 | 18,4 |

4.3 Correlação entre as dimensões morfológica e funcional.

Na tabela 7 estão inscritos os valores do coeficiente de correlação (r) para as correlações bivariadas entre as variáveis morfológicas e funcionais.

Tabela 7- Correlações bivariadas entre as variáveis morfológicas e as variáveis funcionais de flexibilidade, força e potência muscular.

| Variáveis | Estatura | Massa corporal | % Massa gorda | CMI | Volume apendicular | % Volume apendicular não gordo |
|------------------------|----------|----------------|---------------|--------|--------------------|--------------------------------|
| SAR dom. | -0,08 | 0,10 | 0,17 | -0,13 | 0,21 | -0,19 |
| AKE dom. | -0,13 | 0,05 | 0,0 | -0,15 | 0,07 | 0,05 |
| Ely's test dom. | 0,05 | -0,89 | -0,28 | 0,10 | -0,02 | 0,58** |
| SSCM | 0,05 | -0,44* | -0,27 | 0,12 | -0,57** | 0,12 |
| SCCM | 0,26 | -0,16 | -0,27 | 0,37 | -0,18 | 0,20 |
| PT Ext Dom Conc | 0,46* | 0,56** | 0,50** | 0,38 | 0,49* | -0,24 |
| PT Ext Dom Exc | 0,50* | 0,46* | 0,14 | 0,56** | 0,54** | -0,11 |
| PT Flex Dom Conc | 0,47* | 0,46* | 0,15 | 0,41 | 0,50* | -0,06 |
| PT Flex Dom Exc | 0,02 | 0,11 | 0,08 | 0,13 | 0,27 | -0,03 |
| Razão IQ Dom Conc/conc | 0,21 | 0,13 | -0,24 | 0,21 | 0,24 | 0,13 |
| Razão IQ Dom Exc/exc | -0,50* | -0,32 | -0,04 | -0,43* | -0,20 | 0,06 |

Legenda - * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$

De acordo com os valores obtidos, existem alguns pontos que gostaríamos de salientar.

1. Os indicadores de flexibilidade dos membros inferiores parecem ser morfológicamente independentes, com exceção da relação que se estabelece entre a prova de flexibilidade dos extensores do joelho (Ely's test) e a percentagem de volume apendicular não gordo.
2. A potência muscular dos membros inferiores parece ser independente da estatura e da composição corporal mas dependente da massa, com a qual se verifica uma relação inversa na prova de impulsão vertical sem contra-movimento.
3. Quando se analisa a associação entre a potência muscular dos membros inferiores e as medidas morfológicas apendiculares, apenas se regista uma associação inversa ($r = -0,57$; $p = 0,00$) entre o salto sem contra-movimento e o volume total dos membros inferiores.
4. Entre as provas de dinamometria isocinética, não foi possível identificar variáveis morfológicas correlatas com o protocolo excêntrico dos flexores do joelho.

5. Para as restantes provas isocinéticas, isto é, para os extensores do joelho (modos concêntrico e excêntrico) e flexores (apenas modo concêntrico), parecem ser mais dependentes do tamanho corporal dado pelo comprimento e massa do que pelas medidas de composição, embora se estabeleça uma relação positiva e significativa entre a prova isocinética dos extensores do joelho no membro dominante e a percentagem de massa gorda.

Na tabela seguinte pode observar-se o comportamento das correlações entre as variáveis de força muscular avaliadas no dinamómetro isocinético e as medidas de flexibilidade e as de potência muscular.

Tabela 8 - Correlações bivariadas entre as medidas de força e as variáveis de flexibilidade e da potência muscular.

| Variáveis | SAR dominante | AKE dominante | Ely's test dominante | SSCM | SCCM |
|--|---------------|---------------|----------------------|--------|-------|
| Peak torque extensores dominante concêntrico | 0,17 | -0,07 | 0,05 | -0,30 | -0,12 |
| Peak torque extensores dominante excêntrico | 0,24 | -0,07 | 0,20 | -0,20 | 0,10 |
| Peak torque flexores dominante concêntrico | -0,17 | -0,30 | -0,11 | -0,43* | -0,16 |
| Peak torque flexores dominante excêntrico | 0,00 | -0,18 | -0,02 | -0,31 | -0,05 |
| Razão IQ dominante concêntrico/concêntrico | -0,41 | -0,34 | -0,25 | -0,30 | -0,11 |
| Razão IQ dominante excêntrico/excêntrico | -0,25 | -0,12 | -0,25 | -0,17 | -0,15 |

As provas de flexibilidade parecem ser independentes das provas de força realizadas com recurso a um dinamómetro isocinético, a uma velocidade angular de 60°s^{-1} , sendo apenas notada uma ténue associação significativa e inversa ($r = -0,43$) entre o SAR e a razão isquio-tibiais/quadríceps no modo concêntrico.

As provas de potência muscular estabeleceram uma associação significativa com os resultados da avaliação isocinética, notando-se uma associação inversa entre o salto sem contra-movimento e o peak torque dos flexores do joelho avaliados no modo concêntrico. Estes resultados parecem demonstrar a necessidade de avaliar as diferentes expressões de força.

4.4. Agregação concorrente de preditores morfológicos para explicar cada uma das variáveis funcionais.

Quando recorreremos á análise de regressão múltipla pelo método backward, tentámos

seleccionar os preditores com maior valor explicativo, removendo as redundâncias entre as variáveis independentes (ver Tabela 9).

Tabela 9 - Coeficientes de regressão linear múltipla (método backward) e valor de R^2 ajustado para os vários protocolos utilizados no dinamómetro isocinético, complementado com os indicadores selecionados para o modelo explicativo e respectivos valores Beta estandardizados

| Tarefa | Preditores | Coeficientes | | | |
|--|----------------------------|--------------|----------------|---------------------|------|
| | | R | R^2 ajustado | Beta estandardizado | p |
| <i>Sit-and-reach</i> | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Active Knee Extension</i> | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Ely's Test</i> | % volume gordo apendicular | 0,50 | 0,20 | -0,50 | 0,03 |
| Salto sem contra-movimento | CMI | 0,76 | 0,52 | +0,68 | 0,01 |
| | Volume apendicular total | | | -0,95 | 0,00 |
| Salto com contra-movimento | CMI | 0,43 | 0,14 | 0,43 | 0,07 |
| Peak torque extensores dominante concêntrico | Massa corporal | 0,57 | 0,29 | 0,57 | 0,01 |
| Peak torque extensores dominante excêntrico | CMI | 0,56 | 0,27 | 0,56 | 0,01 |
| Peak torque flexores dominante concêntrico | Volume apendicular total | 0,53 | 0,23 | 0,53 | 0,02 |
| Peak torque flexores dominante excêntrico | ns | ns | ns | ns | ns |

A técnica estatística selecciona preditores diferentes para cada uma das provas isocinéticas. As medidas apendiculares de volume e comprimento e a massa corporal total são variáveis que influenciam a capacidade de produção de força muscular, com excepção do protocolo para os flexores do joelho em modo excêntrico.

As provas de potência muscular, avaliada com protocolos implicando o deslocamento da totalidade da massa são sobretudo preditas por indicadores de tamanho e volume apendiculares, sendo a força de variância superior no protocolo sem contra movimento relativamente ao protocolo que implica um salto após uma fase inicial excêntrica, isto é, com contra movimento.

CAPÍTULO V

Discussão dos resultados

5.1. Estado de crescimento para a idade

Os sujeitos da amostra do presente estudo apresentam uma estatura média de 177,1±5,9, incluindo-se este valor entre os percentis 50 e 75, usando como referência os dados produzidos pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000)

Utilizando o mesmo quadro de referência, o posicionamento do valor médio da massa corporal para a nossa amostra verifica-se precisamente nos mesmos percentis encontrados para a estatura, ou seja, entre os percentis 50 e 75. (CDC, 2000)

5.2. Estudo comparativo da estatura e da massa corporal com atletas jovens de outras modalidades

Os jovens futebolistas que compõem a amostra do presente estudo apresentam como valor médio da estatura 177,1 cm, algo abaixo do que se verifica com atletas de outras modalidades, verificando-se a mesma tendência quando comparamos os valores a massa corporal.

Tabela 10 - Estudo comparativo da estatura e massa corporal com atletas jovens de outras modalidades

| ESTUDO | ANO | MODALIDADE | ORIGEM | AMOSTRA (n) | IDADE (anos) | ESTATURA (cm) | MASSA CORPORAL (kg) |
|---------------------|------|-------------|---------------|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| Junge et al | 2004 | Rugby | Nova Zelândia | 123 | 17,0 | 178,0 | 82,5 |
| Gill et al. | 2006 | Rugby | Nova Zelândia | 23 | 25,0 | 184,5 | 99,2 |
| Magalhães et al. | 2001 | Voleibol | Portugal | 10 | 17,3 | 188,2 | 82,6 |
| | | | | 18 | 23,9 | 190,8 | 83,6 |
| | | | | 25 | 25,2 | 178,0 | 75,3 |
| Bittencourt et al. | 2005 | Voleibol | Brasil | 20 | 17,0 | 197,0 | 86,3 |
| | | | | 16 | 19,5 | 197,0 | 91,6 |
| Buchanan & Vardaxis | 2003 | Basquetebol | E.U.A. | 9 | 16,3 | 186,0 | 78,0 |
| Schiltz et al. | 2009 | Basquetebol | Bélgica | 10 | 18,9 | 192,7 | 81,1 |
| Moreira et al. | 2006 | Basquetebol | Brasil | 32 | 24,0 | 193,3 | 89,4 |
| Presente Estudo | 2009 | Futebol | Portugal | 22 | 18,9 | 177,1 | 72,0 |

Conforme se pode aferir pela tabela anterior, os sujeitos do presente estudo revelaram-se mais baixos e mais leves do que atletas de outras modalidades, independentemente de se tratar quer de atletas mais novos como na comparação com outros mais velhos, ou mesmo com atletas equiparados na idade. Esta análise confirma o futebol como um dos jogos desportivos colectivos onde menos se faz notar a pressão para a selecção estatural do praticante. No

entanto deve considerar-se que esta abordagem faz referência à totalidade da amostra, acreditando que a especificidade da posição ocupada no campo possa também atribuir uma tipologia própria a determinadas posições, nomeadamente os defesas centrais e os avançados.

5.4. Análise do tamanho corporal dos futebolistas do presente estudo face a outros estudos com futebolistas.

Os sujeitos avaliados neste estudo apresentaram valores para a estatura e massa corporal idênticos aos registados em outros estudos com futebolistas, mesmo quando comparados a atletas de idade superior.

Tabela 11 - Estudo comparativo da estatura e da massa corporal com outros estudos com futebolistas

| Autores | Ano | País | n | Idade | | Estatura | | Massa Corporal | |
|------------------|------|------------|-----|-------|-----|----------|-----|----------------|------|
| | | | | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| Amato et al | 2001 | França | 7 | 18,6 | 0,8 | 178,1 | 8,7 | 72,1 | 9,0 |
| Masuda et al | 2005 | Japão | 14 | 20,6 | 1,0 | 175,8 | 0,0 | 70,7 | 5,1 |
| McIntire | 2005 | Irlanda | 21 | 23,0 | 6,0 | 177,0 | 5,0 | 78,0 | 5,0 |
| Rahnama et al | 2005 | Inglaterra | 41 | 23,4 | 3,8 | 181,0 | 0,0 | 81,7 | 9,9 |
| Dauty et al | 2002 | França | 20 | 23,5 | 3,7 | 177,0 | 5,0 | 73,4 | 7,5 |
| Özçakar et al | 2003 | Turquia | 29 | 23,6 | 3,5 | 181,0 | 0,0 | 76,1 | 8,3 |
| Cometti et al | 2001 | França | 95 | 25,0 | 4,6 | 178,5 | 5,1 | 74,8 | 13,0 |
| Magalhães et al | 2001 | Portugal | 46 | 25,2 | 3,5 | 178,3 | 6,0 | 75,3 | 6,0 |
| Carvalho & Cabri | 2007 | Portugal | 245 | 26,7 | 3,7 | 179,8 | 4,0 | 77,4 | 4,7 |
| Presente Estudo | 2009 | Portugal | 22 | 18,9 | 0,2 | 177,1 | 5,8 | 72,0 | 8,0 |

Os dados da tabela 11 mostram o futebolista como grupo morfológico situado entre os 175,8cm e os 181,0cm para a estatura e os 70,7Kg e os 81,7 Kg para a massa corporal. O jogador do presente estudo encontra-se entre os valores mínimo e médio dos vários estudos para a estatura, estando entre os mais leves dos estudos enunciados.

5.5. Estudo da composição corporal

Os atletas avaliados neste estudo apresentaram massa não gorda absoluta de 64,8 Kg, o que se traduziu em um valor relativo de 90,5%. Quanto à massa gorda absoluta obtivemos uma média de 6,99 Kg, o que em termos relativos representa 9,5 %.

Tabela 12 - Estudo comparativo da composição corporal face a outros estudos com futebolistas

| Autores | Ano | País | n | Idade | | % MG | |
|------------------|------|----------|----|-------|-----|-------|-----|
| | | | | Média | Dp | Média | Dp |
| Moon et al | 2008 | EUA | 30 | 15,8 | 1,0 | 13,6 | 7,6 |
| Svantesson et al | 2008 | Suécia | 17 | 24,1 | 3,8 | 10,9 | 3,5 |
| Reinke et al | 2009 | Alemanha | 10 | 25,3 | 5,1 | 11,9 | 6,2 |
| Presente estudo | 2009 | Portugal | 22 | 18,9 | 0,2 | 9,4 | 3,9 |

Legenda: %MG – percentagem de massa gorda

Relativamente aos estudos enunciados, o futebolista do presente estudo é o que apresenta a menor percentagem de massa gorda. A avaliação foi feita através da pletismografia, tal como no estudo de Moon et al (2008), enquanto os restantes estudos recorreram á Absormetria de Raios X de dupla energia (DEXA). Na tentativa de homogeneizar as interpretações dadas por diferentes métodos de obtenção da composição corporal, podemos referir que o estudo de Moon et al. (2008) recorreu a uma amostra de jovens pertencentes ao ensino secundário norte-americano que participavam numa actividade escolar no âmbito do futebol. A natureza da nossa amostra é substancialmente diferente da deste estudo visto os nossos efectivos serem retirados dum ambiente competitivo manifestamente superior e que lhes permite a inclusão num percurso para a alta competição.

5.6. Variação da estatura, massa corporal e composição corporal por posição no campo

Os resultados do presente estudo são concordantes com o estudo de Carvalho & Cabri (2007). Aparentemente, os indivíduos que actuam na posição de guarda-redes tendem a ser mais altos e mais pesados que os restantes futebolistas.

Em relação à estatura, parece que os sujeitos do grupo dos médios apresentam uma tendência para ser os mais baixos e os mais leves, embora no nosso estudo sejam os avançados que apresentam um ligeiro défice de massa corporal em relação aos outros jogadores.

Tabela 13 - Variação da estatura e massa corporal por posição no campo

| Posição | Estatura | | | | Massa Corporal | | | |
|---------|---------------------------|-------|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | Carvalho & Cabri n=245 | | Presente estudo n=22 | | Carvalho & Cabri (n=245) | | Presente estudo (n=22) | |
| | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| GR | 184,10 | 4,400 | 179,07 | 2,510 | 82,10 | 4,870 | 80,53 | 6,519 |
| D | 180,30 | 3,575 | 177,09 | 7,210 | 77,60 | 4,685 | 70,97 | 9,975 |
| M | 176,50 | 4,340 | 176,08 | 5,440 | 73,79 | 4,605 | 71,02 | 4,426 |
| A | 181,00 | 4,110 | 177,00 | 6,360 | 79,50 | 4,940 | 69,50 | 5,798 |

GR – Guarda-redes; D – Defesas; M – Médios; A – Avançados. DP – Desvio Padrão

Quanto à percentagem de massa gorda, os guarda-redes voltam a ser o grupo que exhibe os valores mais elevados.

Todos estes dados parecem reforçar dois tipos distintos de considerações relativamente habituais sobre os futebolistas:

- A definição, ou até a selecção, da posição no campo é ditada pelo perfil antropométrico dos atletas;

- O tipo de treino e de trabalho durante o jogo condicionam os indicadores biométricos dos futebolistas.

No que respeita ainda aos guarda-redes, as suas características serão ditadas pela especificidade da sua acção, ao ponto de ser comum a atribuição de um treinador para acompanhamento individual deste tipo de jogador, o que provoca rotinas de treino muito próprias.

5.7. Variação das medidas de flexibilidade por posição no campo

Tal como nas medidas morfológicas, também as medidas funcionais apresentam variações por posição no campo.

Nas provas de flexibilidade foram os médios e os guarda-redes que apresentaram os resultados mais reduzidos em duas das cinco provas, conforme se descreve na Tabela 14. Na prova *Sit and Reach* (SAR) foram os avançados a obter os piores resultados. Os guarda-redes foram os que apresentaram a menor flexibilidade em ambos os quadríceps. De forma diametralmente oposta, os jogadores de meio-campo obtiveram os piores resultados na extensibilidade dos isquio-tibiais. Estes resultados configuram alguma dificuldade na sua justificação. Se por um lado os guarda-redes, nesta amostra, possuem um treino com supervisão individualizada que lhes permitirá trabalhar mais adequadamente o aumento e manutenção de amplitudes articulares óptimas, por outro lado estes mesmos jogadores não se distinguem dos seus pares no que diz respeito aos valores registados com o teste *Active Knee Extension*. Provavelmente estaremos na presença de um problema de representatividade amostral (*error sampling*) visto o efectivo da amostra de guarda-redes ser de 3 elementos.

Tabela 14 - Variação das medidas funcionais por posição no campo

| Grupo | SAR | Active Knee Extension | | Teste de Ely | |
|-------|--------|-----------------------|---------------|--------------|---------------|
| | | Dominante | Não Dominante | Dominante | Não Dominante |
| GR | 25,7cm | 165,7º | 167,0º | 124,3º | 123,3º |
| D | 28,7cm | 166,1º | 166,4º | 127,6º | 126,8º |
| M | 26,2cm | 156,0º | 156,0º | 127,2º | 127,4º |
| A | 23,0cm | 168,0º | 164,6º | 128,2º | 127,8º |

GR – Guarda-redes; D – Defesas; M – Médios; A – Avançados. SAR – Sit and Reach.

5.8. Estudo comparativo dos dados isocinéticos

Na literatura internacional encontramos uma grande variedade de estudos que avaliam o perfil isocinético de indivíduos atletas e não atletas. Contudo, este imenso corpo de referências não é uniforme em vários factores. Desde logo utilizam-se diferentes dinamómetros, escolhem-se

as mais variadas velocidades angulares, as formas de estabilização do sujeito em teste diferem entre os diferentes estudos, só para citar alguns exemplos.

A avaliação isocinética realizada neste estudo utilizou a velocidade angular de 60°s^{-1} pelo que os resultados foram comparados com outros estudos que seguiram o mesmo protocolo. Por outro lado, relativamente à análise dos resultados, a avaliação bilateral foi observada relativamente à lateralidade dos indivíduos ou seja, estruturada relativamente aos membros dominantes e não dominantes.

Tabela 15 - Estudo comparativo dos momentos máximos dos extensores e flexores do joelho dos membros inferiores dominante e não dominante na velocidade angular de 60°s^{-1} .

| Estudos | n | Modalidade | Ext. Dominante | | Ext. Não Dom. | | Flex. Dominante | | Flex. não Dom. | |
|-------------------|-----|------------|----------------|------|---------------|------|-----------------|------|----------------|------|
| | | | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp | Média | Dp |
| Amato et al | 7 | Futebol | 202,6 | 36,5 | 207,8 | 42,1 | 148,7 | 24,4 | 147,6 | 21,3 |
| Carvalho & Cabri | 245 | Futebol | 252,0 | 29,0 | 246,6 | 27,6 | 146,5 | 20,7 | 141,9 | 21,6 |
| Bittencourt et al | 16 | Voleibol | 356,8 | 47,7 | 356,1 | 29,3 | 188,2 | 19,3 | 176,7 | 26,0 |
| Presente Estudo | 22 | Futebol | 219,3 | 32,7 | 208,6 | 39,2 | 126,2 | 26,6 | 117,2 | 20,7 |

Legenda: Ext. – Extensores; Dom. – Dominante; Dp – Desvio padrão.

Os valores das tabelas acima e abaixo são expressos em Newtons.metro (N.m).

Os futebolistas avaliados no presente estudo revelaram um défice de força muscular nos membros inferiores, obtendo valores baixos de peak torque comparativamente a outros atletas, chegando mesmo a apresentar os piores resultados nos músculos flexores do joelho.

5.9. Estudo comparativo das impulsões verticais

Quanto às provas de impulsão vertical, avaliadas com recurso ao Ergo Jump, quando comparamos a altura atingida em salto com contra-movimento (SCCM), que neste estudo se cifrou em 37,4 cm, bastante aquém do valor obtido pelos basquetebolistas belgas, da mesma idade, que apresentaram uma altura de salto de 41,8 cm. (Schiltz, Lehance, Maquet, & Bury, 2009). No entanto, estes resultados foram obtidos com recurso a outro instrumentarium (duplo raio óptico de infra-vermelhos).

Em outro estudo (Dauty, Bryand, & Potiron-Josse, 2002), realizado com 20 futebolistas da primeira divisão francesa, com média de idades de 23,5 anos, no salto sem contra-movimento (SSCM) e no SCCM a altura média registada foi de 43,2 cm, sendo ambos valores bem superiores aos obtidos neste estudo, de 33,0 cm no SSCM e de 37,4 cm no SCCM.

5.10. Estudo comparativo da flexibilidade

Ao nível das provas de flexibilidade, é difícil estabelecer comparações com outros estudos porque naqueles em que são utilizadas as mesmas provas, os resultados não são

apresentados por posição de em campo. Por outro lado, duas das provas seleccionadas para este estudo, AKE e Teste de Ely, ainda são pouco referenciadas.

Na prova SAR, os sujeitos avaliados neste estudo apresentam uma média de 24,95cm como valor mais alto alcançado, ficando um pouco abaixo do valor alcançado pelos futebolistas avaliados por McIntyre (2005) que atingiram os 30cm e dos que participaram no estudo de Almuzaini (2007) cujo valor alcançado nesta prova foi 35,4cm.

5.11.Associação entre a morfologia e as medidas funcionais

Das medidas de flexibilidade realizadas no presente estudo, só o Teste de Ely do membro inferior dominante estabeleceu uma correlação significativa com uma medida morfológica, neste caso, apendicular, nomeadamente com o valor relativo do volume apendicular não gordo. Todas as outras provas funcionais de flexibilidade parecem ser independentes das medidas morfológicas nos efectivos da nossa amostra.

Uma situação semelhante acontece com as provas de potência muscular. No protocolo sem contra-movimento estabelece-se uma relação significativa e inversa com a massa corporal (-0,44) e com o volume apendicular (-0,57). O protocolo com contra-movimento não apresenta correlações significativas com as medidas morfológicas.

A avaliação isocinética que confere o momento máximo para os flexores do joelho não estabeleceu qualquer correlação com as medidas morfológicas, acontecendo o mesmo com a razão isquio-tibiais/quadriceps (IQ) concêntrico-concêntrico no membro dominante. A razão IQ excêntrico-excêntrico apresenta associações inversas significativas com a massa corporal (-0,50) e o comprimento de membros inferiores (-0,43) para níveis de significância superiores a 95% ($p \leq 0,05$)

Os restantes protocolos de avaliação isocinética parecem ser dependentes da estatura e massa corporal, bem como do volume apendicular e independentes das medidas de composição corporal total e apendicular, apesar da relação que se estabelece entre a avaliação do peak torque dos extensores do joelho do membro inferior dominante e a percentagem de massa gorda corporal.

5.12.A associação entre tamanho e medida isocinética

O estudo do contributo das variáveis morfológicas nas medidas isocinéticas indica preditores diferentes para cada um dos protocolos de avaliação isocinética. O comprimento dos membros inferiores, o volume apendicular e a massa corporal configuram-se como influenciadores da capacidade de produção de força. No protocolo excêntrico dos flexores do joelho não foi determinado qualquer preditor significativo.

O aumento na estatura introduz uma vantagem mecânica que ocorre em conjugação com o crescimento. Um aumento no comprimento dos ossos longos conduz a um estiramento

dos músculos dos membros, fornecendo um estímulo para o desenvolvimento muscular, o que é particularmente importante para as acções isocinéticas. (De Ste Croix, Deighan, & Armstrong, 2003)

Hoshikawa et al. (2009) examinaram 46 futebolistas (26 juniores e 20 seniores), tendo avaliado a área de secção transversa dos músculos da coxa por ressonância magnética e a produção de força em dinamómetro isocinético e concluíram que tanto no membro dominante como no não dominante, a área da secção transversal de todo o compartimento muscular (quadriceps, isquio-tibiais e adutores) era significativamente maior nos atletas seniores do que nos juniores independentemente do nível a que foi realizada a avaliação, sendo essa diferença explicada, sobretudo, pelo desenvolvimento dos isquio-tibiais e dos adutores nos atletas seniores e que estes sujeitos apresentaram um torque dinâmico relativo ao tamanho muscular mais elevado.

5.13.Sugestões para futuros estudos

As conclusões deste estudo encontram-se limitadas pela dimensão reduzida da amostra. Sugere-se futura investigação nestas áreas com amostras alargadas dimensão e que cubram o período desde o início da adolescência até á idade adulta, procurando avaliar os efeitos da idade e maturação no desenvolvimento da força muscular e, se possível, em várias modalidades desportivas. No caso do futebol, a especificidade da posição de guarda-redes deve ser salvaguardada.

No que respeita ao estudo da flexibilidade, com o objectivo de facilitar a operacionalidade das medições goniométricas aponta-se como alternativa válida e, de certo modo, apelativa, a utilização de goniómetros electrónicos.

Conclusões

No que respeita à dimensionalidade, verificou-se que os guarda-redes eram os jogadores com maior estatura e também os que apresentaram maior valor de massa corporal. O grupo dos médios foi aquele com a média mais baixa na estatura e os avançados alcançaram a menor média de massa corporal.

Na avaliação da percentagem de massa gorda e massa não gorda, os guarda-redes foram aqueles que apresentaram maiores índices de massa gorda relativa, seguidos pelos defesas, depois os médios e, por fim, os avançados, sendo, como é óbvio, inversa a ordem na avaliação da percentagem de massa não gorda corporal.

Quanto ao volume apendicular, os guarda-redes confirmam possuir uma diferenciação relativamente aos restantes grupos de futebolistas. Apresentam o maior volume apendicular total da totalidade da amostra, bem como os maiores volumes apendiculares absolutos gordo e não gordo. Na avaliação percentual destes mesmos volumes, são os avançados que apresentam a maior percentagem de volume apendicular não gordo, seguidos pelos defesas, depois os médios e por último encontram-se os guarda-redes.

No que respeita às provas de flexibilidade, avaliadas no membro inferior dominante, os resultados menos bons para o teste de *Ely* (flexibilidade do *quadriceps*) foram obtidos pelos guarda-redes enquanto os melhores resultados foram apresentados pelos avançados. No teste Sit-and-reach, a sequência de valores, do mais alto para o mais baixo foi a seguinte: defesas, guarda-redes, médios e avançados. Quanto ao teste Active Knee Extension, quando ordenados os grupos de acordo com a ordem descendente de resultados, obtemos a seguinte sequência: avançados, defesas, guarda-redes e médios.

Nas provas de potência muscular avaliadas com impulsão vertical, os guarda-redes voltam a diferenciar-se dos restantes grupos quer no protocolo sem contra-movimento, como no protocolo com contra-movimento, obtendo os resultados mais baixos na altura de salto alcançada. Os melhores resultados nos dois protocolos foram exibidos pelos avançados, ficando os defesas e os médios em posições intermédias e equivalentes.

Na avaliação isocinética, os médios foram os futebolistas que apresentaram os melhores resultados nos testes aos extensores e aos flexores do joelho, quer no modo concêntrico como no modo excêntrico. Os guarda-redes obtiveram os segundos melhores resultados em três das quatro provas, enquanto os defesas obtiveram os torques mais baixos em três provas.

Os indicadores de flexibilidade dos membros inferiores parecem ser morfológicamente independentes, com exceção da relação que se estabelece entre a prova de flexibilidade dos extensores do joelho (Ely's test) e a percentagem de volume apendicular não gordo

A potência muscular dos membros inferiores parece ser independente da estatura e da composição corporal mas dependente da massa, com a qual se verifica uma relação inversa na prova de impulsão vertical sem contra-movimento.

Quando se analisa a associação entre a potência muscular dos membros inferiores e as medidas morfológicas apendiculares, apenas se regista uma associação inversa entre o salto sem contra-movimento e o volume total dos membros inferiores.

As provas isocinéticas parecem ser mais dependentes do tamanho corporal dado pelo comprimento e massa do que pelas medidas de composição, embora se estabeleça uma relação positiva e significativa entre a prova isocinética dos extensores do joelho no membro dominante e a percentagem de massa gorda.

Referências Bibliográficas

- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, S., Bojsen-Møller, F., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. *Scand J Med Sci Sports*, 10, pp. 58-67.
- Aagaard, P., Simonsen, E., Magnusson, P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstrings:quadriceps muscle strength ratio. *American Journal of Sports Medicine*, 26 (2), pp. 231-237.
- Aagaard, P., Simonsen, E., 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, pp. 123-129.
- Almuzaini, K. S. (2007). Muscle Function in Saudi Children and Adolescents: Relationship to Anthropometric Characteristics During Growth. *Pediatric Exercise Science*, 19, pp. 319-333.
- Alter, M. (2004). *Science of Flexibility* (3^a ed.). Human Kinetics.
- 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.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, Injuries and Team Performance in Soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, pp. 278-285.
- Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y., & Van Hoecke, J. (2001). Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *J Appl Physiol*, 91, pp. 2628-2634.
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. (1989). Isokinetic dynamometry - Applications and limitations. *Sports Medicine*, 8 (2), pp. 101-116.
- Bandy, W., & Irion, J. (Setembro de 1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74 (9), pp. 845-852.
- Barlow, A., Clarke, R., Johnson, N., Seabourne, B., Thomas, D., & Gal, J. (2004). Effect of massage of the hamstring muscle group on performance of the sit and reach test. *Br. J. Sports Med.*, 38, 349-351.
- Batista, L., Camargo, P., Aiello, G., Oishi, J., & Salvini, T. (2006). Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10 (2), pp. 193-198.
- Beedle, B., Leydig, S., & Carnucci, J. (2007). No difference in pre- and post-exercise stretching on flexibility. *Journal Strength Cond. Exerc.*, 21 (3), 780-783.
- Bittencourt, N., Amaral, G., Anjos, M., D'Alessandro, R., Silva, A., & Fonseca, S. (2005). Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11 (6), 331-336.

Buchanan, P., & Vardaxis, V. (2003). Sex-Related and Age-Related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11–17 Years. *Journal of Athletic Training* , 38 (3), pp. 231-237.

Burton, K. (1991). Measuring flexibility. *Applied Ergonomics* , 22 (5), 303-307.

Carvalho, P., & Cabri, J. (Julho de 2007). Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da coxa em Futebolistas. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto* , 1 (2), pp. 6-16.

Centers for Disease Control and Prevention. (2000). *Growth Charts*.

Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y., Galy, O., Sghaïer, F., Chatard, J., et al. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br. J. Sports Med.* , 38, pp. 191-196.

Cometi, G., Maffiuletti, N., Pousson, M., Chatard, J., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Football Players. *Int J Sports Med* , 22, pp. 45-51.

Cook, J., Kiss, Z., Khan, K., Purdam, C., & Webster, K. (2004). Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study. *Br. J. Sports Med.* , 38, 206-209.

Cross, K., & Worrel, T. W. (1999). Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. *Journal of Athletic Training* , 34 (1), 11-14.

Crossley, K., Thancanamootoo, K., Metcalf, B., Cook, J., Purdam, C., & Warden, S. (September de 2007). Clinical Features of Patellar Tendinopathy and Their Implications for Rehabilitation. *Journal of Orthopaedic Research* , 1164-1175.

Dadebo, B., White, J., & George, K. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *Br. J. Sports Med.* , 38, 388-394.

Dauty, M., Bryand, F., & Potiron-Josse, M. (2002). Relation entre la force isocinétique, le saut et le sprint chez le footballeur de haut niveau. *Science & Sports* , 17, pp. 122-127.

De Ste Croix, M., Deighan, M., & Armstrong, N. (2003). Assessment and Interpretation of Isokinetic Muscle Strength During Growth and Maturation. *Sports Med* , 33 (10), pp. 727-743.

Decoster, L., Scanlon, R., Horn, K., & Cleland, J. (2004). Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *Journal of Athletic Training* , 39 (4), 330-334.

DePino, G., Webright, W., & Arnold, B. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of Athletic Training* , 35 (1), 56-59.

DePino, G., Webright, W., & Arnold, B. (2000). Duration of Maintained Hamstring Flexibility After Cessation of an Acute Static Stretching Protocol. *Journal of Athletic Training* , 35 (1), 56-59.

Dunbar, G., & Power, K. (1995). Fitness profiles of English professional and semiprofessional soccer players using a battery of field tests. In T. Reilly, J. Bangsbo, & M. Hughes, *Science and football III* (pp. 27-31). Londres: E & FN Spon.

Dvir, Z. (2002). *Isocinética - Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas* (1ª Edição Brasileira ed.). Ed. Manole.

Farinatti, P. (Jan/Jun de 2000). Flexibilidade e esporte: uma revisão da literatura. *Rev. paul. Educ. Fís.* , 14 (1), pp. 85-96.

- Figueiredo, A. (2007). Morfologia, crescimento pubertário e preparação desportiva - estudo com jovens futebolistas dos 11 aos 15 anos. *Dissertação de Doutoramento*. Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade de Coimbra.
- Funk, D., Swank, A., Adams, K., & Treolo, D. (2001). Efficacy of Moist Heat Pack application over static stretching on hamstrings flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 123-126.
- Gabbe, B., Finch, C., Bennell, K., & Wajswelner, H. (2005). Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *Br. J. Sports Med.*, 39, 106-110.
- Gajdosik, R. (1997). Hamstring Stretching and Posture. *Physical Therapy*, 77 (4), Letters to the Editor, 438-439.
- Gajdosik, R., & Lusin, G. (1983). Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee-extension test. *Physical Therapy*, 63 (7), 1085-1090.
- Gill, N., Beaven, C., & Cook, C. (2006). Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *British Journal of Sports Medicine*, 260–263.
- Gonçalves, R. (2003). Efeito da fadiga muscular no padrão de co-ativação dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho, em futebolistas universitários. *Tese de Mestrado*. Faculdade das Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade de Coimbra.
- Goulart, L. F., Dias, R., & Altimari, L. (2007). Força Isocinética de Jogadores de futebol Categoria Sub-20: Comparação entre diferentes posições de jogo. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 9 (2), pp. 165-169.
- Hansen, L., Bangsbo, J., Twisk, J., & Klausen, K. (1999). Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *J Appl Physiol*, 87, pp. 1141-1147.
- Hewett, T., Myer, G., & Zazulak, B. (2007). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, In Press, Corrected Proof, Available online 17 September 2007.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. 23 (6), 573-582.
- Holcomb, W., Rubley, M., Lee, H., & Guadagnoli, M. (2007). Effect of hamstring-emphasized resistance training on Hamstrings:Quadriceps strength ratios. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 41-47.
- Holcomb, W., Rubley, M., Lee, H., & Guadagnoli, M. (2007). Effect of Hamstring-emphasized Resistance training on Hamstrings:Quadriceps Strength Ratios. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1), 41-47.
- Hopper, D., Deacon, S., Das, S., Jain, A., Riddell, D., Hall, T., et al. (2005). Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *Br J Sports Med*, 39, 594-598.
- Hoshikawa, Y., Iida, T., Muramatsu, M., Nakajima, Y., Fukunaga, T., & Kanehisa, H. (15th de January de 2009). Differences in thigh muscularity and dynamic torque between junior and senior soccer players. *Journal of Sports Sciences; 27(2): 129–138*, 27 (2), pp. 129-138.
- Jacobs, C., Uhl, T., Seeley, M., Sterling, W., & Goodrich, L. (2005). Strength and Fatigability of the dominant and nondominant hip abductors. *Journal of Athletic Training*, 40 (3), pp. 203-206.

Junge, A., Cheung, K., Edwards, T., & Dvorak, J. (2004). Injuries in youth amateur soccer and rugby players - comparison of incidence and characteristics. *British Journal of Sports Medicine* , 38, 168–172.

Keating, J., & Matyas, T. (Agosto de 1996). The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. *Physical Therapy* , 76 (8), pp. 866-889.

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), pp. 13-21.

Magnusson, S. (1998). Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers: a review. *Scand J Med Sci Sports* , 8, 65-77.

Magnusson, S., Aagaard, P., Simonsen, E., & Bojsen-Møller, F. (2000). Passive tensile stress and energy of the human hamstring muscles in vivo. *Scand J Med Sci Sports* , 10, 351-359.

Magnusson, S., Geismar, R., Gleim, G., & Nicholas, J. (1993). The Effect of Stabilization on Isokinetic Knee Extension and Flexion Torque Production. *Journal of Athletic Training* , 28 (3), pp. 221-225.

Magnusson, S., Simonsen, E., Aagaard, P., Boesen, J., Johannsen, F., & Kjaer, M. (1997). Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* , 7, 195-202.

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. *J Sports Med Phys Fitness* , 45, 44-52.

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, 851-858.

McCleary, R., & Andersen, J. (1992). Rest-Retest Reliability of reciprocal isokinetic knee extension and flexion peak torque measurements. *Journal of Athletic Training* , 27 (4), pp. 362-365.

McHugh, M., Kremenic, I., Fox, M., & Gleim, G. (1998). The role of mechanical and neural restraints to joint range of motion during passive stretch. *Medicine & Science in Sports & Exercise* , 30 (6), 928-932.

McIntyre, M. (2005). A comparison of the physiological profiles of elite Gaelic footballers, hurlers and soccer players. *Br. J. Sports Med.* , 39, 437-439.

Mikkelsen, L., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsen, M., & Kujala, U. (2006). Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. *Br. J. Sports Med.* , 40, 107-113.

Mil-Homens, P. (1994). *Texto de Apoio da Disciplina Metodologia do Treino I: Qualidades Físicas - Força*. Lisboa: Faculdade da Motricidade Humana.

Mjølsnes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports* , 14, 311-317.

- Moon, J., Tobkin, S., Costa, P., Smalls, M., Mieding, W., & O'kroy, J. (2008). Validity of the Bod Pod for assessing body composition in athletic high school boys. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 2 (1), pp. 263-265.
- Moss, C., & Wright, P. (1993). Compariso of three methods of assessing muscle strength and imbalance ratios of the knee. *Journal of Athletic Training* , 280 (1), pp. 55-58.
- Murphy, D., Connolly, D., & Beynnon, B. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br. J. Sports Med* , 37, 13-29.
- Özçakar, L., Kunduracypoolu, B., Cetin, A., Ülkar, B., Guner, R., & Hascelik, Z. (2003). Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. *Br. J. Sports Med.* , 37, pp. 507-510.
- Palmer, M., & Epler, M. (1998). *Fundamentals of musculoskeletal assessment techniques* (2^a ed.). Lippincott, Williams & Wilkins.
- Peeler, J., & Anderson, J. (2007). Reliability of the Thomas test for assessing range of motion about the hip. *Physical Therapy in Sport* , 8, pp. 14-21.
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med* , 39, 319-323.
- Pinheiro, J. P. (1999). *Reabilitação na Traumatologia do Desporto*. Editorial Caminho.
- Pinheiro, J. (2006). *Reabilitação das lesões no Desporto*. Editorial Caminho.
- Pocholle, M. (2001). L' isocinétisme aujourd'hui. *Ann. Kinésithér.* , 28 (5), pp. 208-221.
- Pull, M., & Ranson, C. (2007). Eccentric muscle actions: implications for injury prevention and rehabilitation. *Physical Therapy in Sport* , 8, 88-97.
- 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.
- Rahnama, N., Lees, A., & Reilly, T. (2006). Electromyography of selected lower limb muscles fatiged byexercise at high intensity of soccer match-play. *Journal of Electromyography and Kinesiology* , 16, pp. 257-263.
- Rahnama, N., Reilly, T., & Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *BR. J. Sports Med.* , 36, 354-359.
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Sciences* , 23 (6), pp. 561-572.
- Reilly, T., & Doran, D. (2003). *Fitness Assessment in Science and Soccer*. Routledge.
- Reilly, T., & Eston, R. (2001). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual* (2^a ed., Vols. I - Anthropometry). Routledge.
- Reinke, S., Karhausen, T., Doehner, W., Taylor, W., & Hottenrott, K. (2009). The Influence of Recovery and Training Phases on Body Composition, Peripheral Vascular Function and Immune System of Professional Soccer Players. *PLoS ONE* 4(3): e4910 , 4 (3), pp. 1-7.

- Sahin, N., Baskent, A., & Ugurlu, H. B. (2007). Isokinetic evaluation of knee extensor/flexor muscle strength in patients with hypermobility syndrome. *Rheumatology International* , 28 (7), pp. 643-648.
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., & Bury, T. (2009). Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players. *Journal of Athletic Training* , 44 (1), pp. 39-47.
- Sobral, F., Coelho e Silva, M., & Figueiredo, A. (2007). *Curso Básico de Cineantropometria* (6ª Edição ed.). Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.
- Stewart, D., & Burden, S. (2004). Does generalised ligamentous laxity increase seasonal incidence of injuries in male first division rugby players? *Br. J. Sports Med.* , 38, 457-460.
- Svantesson, U., Zander, M., S., K., & Slinde, F. (2008). Body composition in male elite athletes, comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of Negative Results in BioMedicine* , 7 (1), pp. 1-5.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing Soccer Players. *Journal of Sports Sciences* , 23 (6), pp. 601-618.
- Verral, G., Slavotinek, J., Barnes, P., Fon, G., & Spriggins, A. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br. J. Sports Med* , 35, 435-440.
- Weineck, J. (2002). *Manual do Treino Ótimo* (2ª ed., Vol. Coleção Horizontes Pedagógicos). Instituto Piaget.
- Wikstrom, E., Powers, M., & Tollman, M. (2004). Dynamic stabilization time after isokinetic and functional fatigue. *Journal of Athletic Training* , 39 (3), 247-253.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong Correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* , 38, pp. 285-288.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine* , 31, 41-46.
- Zakas, A., Balaska, P., Grammatikopoulou, M., Zakas, N., & Vergou, A. (2005). Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* , 9, 270-276.