

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física



COMPOSIÇÃO CORPORAL FUNCIONAL EM JOVENS FUTEBOLISTAS MASCULINOS

**Variação da força dos extensores e flexores do joelho associada à maturação óssea,
tamanho, composição e treino**

Mestrado de Treino Desportivo para Crianças e Jovens

LUÍS FILIPE VAZ CARDEIAS MALVA

Coimbra, 2019

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

COMPOSIÇÃO CORPORAL FUNCIONAL EM JOVENS FUTEBOLISTAS MASCULINOS

Variação da força dos extensores e flexores do joelho associada à maturação óssea,
tamanho, composição e treino

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens.

Orientadores: Professor Doutor Manuel João Cerdeira Coelho e Silva e Mestre João Pedro Marques Duarte

CIDAF (uid/dtp/04213/2019)

Luís Filipe Vaz Cardetas Malva

Malva, L.F. (2019). Composição corporal funcional em jovens futebolistas masculinos: Variação da força dos extensores e flexores do joelho associada à maturação óssea, tamanho, composição e treino. Dissertação para obtenção do grau Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Universidade de Coimbra, Portugal.

AGRADECIMENTOS

O agradecimento é talvez a forma mais sincera de reconhecer e valorizar os outros. Muito raramente as conquistas são conseguidas sem que de uma forma ou de outra terceiros interfiram no caminho do sucesso. Esta é mais um caso que distingue essa complementaridade.

A todos os que tornaram isto possível com particular atenção para:

Os atletas que fizeram parte do estudo.

O Orlando Veloso, Sr. Orlando, que sempre que necessário fez dos problemas soluções.

O grupo de investigação que sempre disponibilizou a sua ajuda e transmitiram os seus conhecimentos de forma desinteressada, nomeadamente os Mestres Diogo Martinho, Daniela Costa e Paulo Silva que sem eles teria sido muito mais difícil.

O Mestre João Duarte que foi um suporte insubstituível na orientação deste projeto e que permitiu com que quase se tornasse fácil.

O Professor Doutor Manuel João Coelho e Silva, que mais do que um pedagogo e orientador de excelência foi, e continua a ser, uma fonte de motivação.

A minha família, base indissociável.

A minha namorada Raquel, pela fantástica paciência, ajuda e compreensão que sempre demonstrou.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar indicadores que permitam prever o estado de evolução da força dos membros inferiores associada a efeitos maturacionais e ao risco de lesão, permitiu ainda alertar para potenciais fatores promotores do abandono precoce da modalidade. A amostra foi composta por 125 atletas (n=125) dos escalões de sub-13 (n=60) e sub-15 (n=65) inscritos nas competições regionais da zona centro de Portugal ($13,00 \pm 0,09$ anos; $46,3 \pm 0,9$ kg; $156,3 \pm 0,7$ cm). Para a avaliação da composição corporal utilizaram-se diferentes protocolos, a saber: antropometria de corpo todo; bioimpedância; pletismografia de ar deslocado; absorciometria de raio-X de dupla energia. Para avaliação da força e risco de lesão recorreu-se ao dinamómetro isocinético. No tratamento estatístico a análise de variância *ANOVA* foi utilizada para medir a diferença das médias entre grupos etários, o teste *t-student* para analisar a significância das diferenças e o *d de Cohen* para analisar a magnitude. A normalidade total da amostra foi analisada pela prova de normalidade Kolmogorov-Smirnov e o intervalo de confiança mantido nos 95%. Os resultados indicam um perfil somático que define o jovem futebolista, em que os mais velhos maturacionalmente são mais altos, mais fortes e têm mais força nas formas de manifestação utilizadas no presente estudo. O desenvolvimento da força dos flexores e extensores do joelho não se dá na mesma proporção relativa, com prejuízo para os primeiros. Os valores obtidos através dos rácios funcionais indicam um potencial risco de lesão.

Palavras-chave: jovem futebolista; maturação; força muscular; isocinético; lesões

ABSTRACT

This study aimed to determine the indicators that could predict the state of progress of capacity to develop strength associated with maturational effects and the risk of injury, further alert to the potential factors promoting the early abandonment of the football. The sample was composed by 125 athletes ($n = 125$) from the U-13 ($n = 60$) and U-15 ($n = 65$) soccer players enrolled in regional competitions in the central region of Portugal (13.00 ± 0.09 years, 46.3 ± 0.9 kg, 156.3 ± 0.7 cm). For the body composition analyzes, different protocols were used: anthropometry of the whole body; bioimpedance; air displacement plethysmography; and dual-energy X-ray absorptiometry. To evaluate the strength and risk of potential injuries we used the isokinetic dynamometer. In the statistical analysis, ANOVA was used to measure the difference means between the age groups, the t-student test to analyze the significance of the differences and Cohen's d to analyze the magnitude. Variables normality was analyzed through the Kolmogorov-Smirnov test and the 95% confidence interval was maintained. The results present a somatic profile that defines the young soccer player, particularly the early maturing participant as taller, stronger and with more lower-limb strength. The development of knee flexors and extensors strength does not occur at the same rate for both muscle groups. The values obtained by the functional ratio may present a potential risk of injury in the future.

Keywords: young soccer player; maturation; muscle strength; isokinetic; injuries

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS E UNIDADES DE MEDIDA	xiii
INTRODUÇÃO.....	14
METODOLOGIA	31
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	54
CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às crono-variáveis e antropometria de corpo todo.	43
Tabela 2:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de bioimpedancia.....	44
Tabela 3:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de pletismografia de ar deslocado.	44
Tabela 4:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis de tecido ósseo, decorrentes do protocolo de absorciometria de raio-X de dupla energia.....	45
Tabela 5:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação das ações musculares da articulação do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.....	46
Tabela 6:	Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação das ações musculares da articulação do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.....	46
Tabela 7:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às crono-variáveis e antropometria de corpo todo.....	49
Tabela 8:	Frequências absolutas e relativas dos futebolistas de acordo com o estatuto maturacional esquelético, separadamente para os escalões de Sub-13 e Sub-15.	50
Tabela 9:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de bioimpedância.....	50

Tabela 10:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de pletismografia de ar deslocado.	51
Tabela 11:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis estandardizadas de tecido ósseo, decorrentes do protocolo de absorciometria de raio-X de dupla energia.	52
Tabela 12:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação da musculatura do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.	53
Tabela 13:	Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente aos ratios das variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação da musculatura do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.	53

ÍNDICE DE ABREVIATURAS E UNIDADES DE MEDIDA

°/s	Graus por segundo (também °.s ⁻¹)
CON	Ação concêntrica
CON _{KE}	Ação concêntrica dos extensores
CON _{KF}	Ação concêntrica dos flexores
cm	centímetro
D	Densidade
DXA	Absorciometria de raio-X de dupla energia
ECC	Ação excêntrica
ECC _{KE}	Ação excêntrica dos flexores
ECC _{KF}	Ação excêntrica dos extensores
ESTSC	Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Coimbra
FCDEF	Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física
FT	“Fast twitch” – fibras musculares rápidas
g	gramas
g/cm ²	gramas por centímetro quadrado
Hz/s	Hertz por segundo
IC	Idade cronológica
IO	Idade óssea
KE	“Knee extensors” – extensores do joelho
KF	“Knee flexors” – flexores do joelho
Kg	Quilogramas
Km	Quilómetros
K-S	Prova de normalidade Kolmogorov-Smirnov
L	Litros
LCA	Ligamento cruzado anterior
LCP	Ligamento cruzado posterior
m	Metros
MG	Massa gorda
mm	milímetros
Nm	Newton-metro
PAP	Pico de aumento de peso
PVC	Pico de velocidade de crescimento
rad.s ⁻¹	Radianos por segundo
s	segundos
SA	“Skeletal age” – idade esquelética
ST	“Slow twitch” – fibras musculares lentas
mm	milímetros
Kg	Quilogramas
mL	mililitros
vs	<i>versus</i>

INTRODUÇÃO

A modalidade de futebol como desporto coletivo com interações de cooperação e oposição exige dos atletas determinante capacidade para desenvolver força que lhes conferem maiores acelerações e velocidades, mudanças de direção mais rápidas, melhores saltos, maior precisão nos passes e remates que distinguem a sua melhor performance para se demarcarem dos adversários e conseqüentemente melhorar a performance da sua equipa. O equilíbrio funcional do atleta, ditado pelo desenvolvimento muscular, confere-lhe melhoria, superioridade e longevidade na competição.

O futebol é um desporto caracterizado pelas suas ações cíclicas sistemáticas que ocorrem na sua maioria e na maioria dos jogadores num período de cerca de 90 minutos (Bangsbo, 1993). Durante um jogo de futebol, o futebolista realiza esforços de curta duração e bastante intensos recorrentes, predominantemente, da via anaeróbia aláctica (Tomlin & Wengner, 2001), sendo esta via responsável pela realização de força explosiva. Estes esforços são fundamentais para o melhor rendimento no futebol pois as qualidades físicas, como a força e economia de corrida, interferem diretamente no rendimento do atleta (Ekblom, 1986; Rampinini, 2007).

Esta modalidade coletiva é caracterizada pelas constantes necessidades de execução de ações motoras com elevada instabilidade e imprevisibilidade que tornam a exigência física intermitente e de intensidade variável, com exigência constante de contrações excêntricas e concêntricas para mudanças de direção e sentido, travagens, saltos, choque, *sprints*.

Em termos de distâncias, está amplamente descrito que um jogador percorre, dependendo da posição específica, entre 8 e 12Km por jogo (Soares, 2005). Os deslocamentos de baixa intensidade ocupam cerca de 4/5 de todas as restantes formas de locomoção, no que se refere ao tempo, e de 70% relativamente ao espaço. Os deslocamentos realizados a uma velocidade máxima apresentam uma grande variabilidade, sendo o seu valor médio de 15 metros com uma duração de 3 segundos (Rebelo, 1993 citado por Soares, 2005).

Vários estudos corroboram os resultados encontrados como se pode verificar nos estudos de Mohr et al. (2003), Barros et al. (2007), Di Salvo et al. (2007), Braz et al. (2010), Dupont et al. (2010) e Andrzejewskie et al. (2012).

Silva (2005) realizou um estudo para a sua dissertação que visou a determinação da distância total percorrida e frequência dos diferentes tipos de deslocamento em atletas iniciados (sub-15), juvenis (sub-17) e juniores (sub-20). A categoria júnior foi a que apresentou maiores distâncias percorridas apontando para uma maior exigência à medida que se cresce na competição.

Dada a popularidade do futebol em todo o mundo, há um interesse considerável no crescimento e amadurecimento de jovens jogadores, tanto num contexto geral como no desenvolvimento de talentos (Malina, Coelho e Silva & Figueiredo, 2013). A fase à qual se refere este estudo, atravessada por estes jovens atletas, enquadra-se no período peri-pubertário quando podem ser encontradas diferenças significativamente acentuadas entre indivíduos do mesmo escalão etário, isto condiciona sistematicamente as suas ações técnicas e físicas, diretamente dependentes da morfologia e capacidade física de cada um. Segundo Malina, Bouchard e Bar – Or (2004a), a puberdade é uma fase da vida caracterizada por um crescimento intenso. Associado a isso surgem grandes mudanças a nível da

composição corporal, da maturidade biológica e, conseqüentemente, do condicionamento físico.

As diferenças individuais causadas por este *boom* de crescimento têm maior impacto nos rapazes. Os jovens que amadurecem mais cedo, são mais altos, mais pesados e mais fortes que os seus pares normomatuross ou atrasados maturacionalmente, isto causa efeitos nas escolhas para jogar, podendo mesmo ficar de fora jogadores talentosos (Coelho e Silva et al. 2010). Malina et al. (2004) citado por Coelho e Silva et al. (2013) consideram que esses jogadores são menores e têm menor capacidade de gerar potência muscular devido à sua massa muscular ser mais reduzida.

Algumas valências físicas, como a força explosiva de membros inferiores, têm sido usadas para a identificação de talentos e para diagnosticar e monitorizar os efeitos dos treinos em jovens atletas de futebol (Gissis et al. 2006).

Para Williams e Franks, (1998), Williams e Reilly, (2000) citados por Vaeyens et al. (2013) os jogadores identificados são selecionados para realizarem treinos especializados que promovem a aceleração do processo de desenvolvimento de talentos. Desta forma sistematiza-se o treino dos atletas com vista a obter os resultados esperados, esta sistematização é considerada, pelos profissionais (dos clubes) envolvidos no processo de formação de atletas, um parâmetro essencial no reconhecimento de um talento.

Segundo Williams et al. (2000), muitos destes resultados surgem da observação dos atletas em circunstância competitiva, através de um processo de deteção, identificação, seleção e desenvolvimento de talentos. Ou seja, praticamente todas as observações/avaliações realizadas acontecem no terreno, não sendo comum aliar-se

essa escolha de evolução de talentos, testes de laboratório. Recorrendo a estudos como o nosso, para além de se poderem detetar potenciais indicadores de lesão, podem ser encontrados indicadores de mudança na tendência do treino. No processo de desenvolvimento de talentos o rigor na avaliação do equilíbrio funcional, neste caso dos membros inferiores, torna-se imperativo para diminuir o risco de lesão e enfatizar esse mesmo equilíbrio.

Para podermos fazer afirmações ou estabelecer hipóteses sobre o desenvolvimento da capacidade de gerar força por parte do jovem futebolista devemos equacionar as variáveis dependentes do processo de maturação que poderão influenciar os resultados do nosso estudo. No estudo tivemos em conta várias metodologias e tecnologias que permitissem encontrar características que definam os atletas. A escolha das avaliações realizadas prenderam-se com a necessidade de abranger o máximo de variáveis que influenciam, ou são influenciadas pelo crescimento. Tivemos também em consideração, nesta escolha, o facto de serem encontrados poucos estudos que objetivem identificar os efeitos do tempo de treino conjugado com variáveis biológicas, na capacidade de desenvolver força muscular. Mark et al. (2003) citando “Mohtadi et al. sugerem que, ao determinar a força isocinética dentro da população pediátrica, a idade, o sexo, a maturação e o tamanho do corpo são de importância crítica.”

Na literatura podemos encontrar várias referências que se aproximam do nosso estudo com o intuito de avaliar a força por meio da metodologia isocinética, mas poucos fazem a comparação entre escalões etários e sem a especificidade da amostra ser composta por atletas de futebol. Mark et al. (2003) no seu artigo de revisão faz referência a vários estudos com as nossas variáveis, realizados com a mesma metodologia isocinética mas refere que “mais trabalho é necessário para examinar a influência da maturação no desenvolvimento da força...” e “embora haja abundante

literatura focada no desenvolvimento da força, poucos estudos usam comparações faixas etárias comuns”.

O nosso trabalho tem particular incidência sobre as ações musculares no modo concêntrico e excêntrico dos extensores e flexores do joelho. Com foco direcionado, essencialmente, para os resultados do modo excêntrico dos flexores do joelho, onde acreditamos haver lacunas no seu desenvolvimento justificado pela importância que tem no efeito de “freio” sobre o joelho quando este se estende ao caminhar, correr, saltar ou chutar (Mark et al. 2003). Poucos estudos de avaliações em modo excêntrico existem em crianças e jovens pois acreditava-se que os expunham ao risco de lesão, tal não se verifica e torna-se necessário explorar melhor a eficiência neste modo (Mark et al. 2003).

Como referido anteriormente as variáveis aqui abordadas, quer a nível da maturação biológica quer a nível do desenvolvimento funcional, têm impacto direto na produção de força fazendo por isso sentido serem equacionadas no nosso objeto de estudo. Segundo De Ste Croix et al. (2003) grande parte dos dados disponíveis sobre populações jovens tem maior incidência em ações isométricas, ao passo que sobre ações dinâmicas da força muscular relacionadas com o crescimento físico e maturação biológica pouca informação há.

Processo de maturação biológica

Segundo Malina et al. (2004b) maturação é o processo de evolução do organismo que leva o indivíduo à maturidade. A maturidade da criança difere muito de indivíduo para indivíduo, este estado de maturidade é acompanhado por um relógio biológico intrínseco de cada criança e está definido no seu fundo genético. Isto faz com que

crianças da mesma idade cronológica possam estar avançadas ou atrasadas na sua idade biológica em relação à sua idade cronológica.

Malina et al. (2004b) referem ainda que as medidas de maturidade variam em certa medida de acordo com o sistema biológico que é considerado. Os indicadores mais comuns de maturidade biológica nos estudos de crescimento são: a maturação esquelética, maturação sexual e maturação somática.

As crianças são comumente agrupadas em três categorias de maturidade. As crianças avançadas maturacionalmente são chamadas avançadas, as que se encontram dentro da média são chamadas normomaturas e as que se encontram aquém são chamadas atrasadas, com base num indicador de maturidade. Os métodos de classificação variam conforme o indicador de maturidade utilizado (Malina et al. 2004d). Esta diferenciação é determinada quando as diferenças são superiores a 1 ano da idade cronológica.

O pico de velocidade de crescimento (PVC) caracteriza-se por um *boom* no crescimento do adolescente essencialmente em estatura, que ocorre durante a adolescência. O seu acontecimento pode ser determinado com o recurso à fórmula de Mirwald et al. (2002). Contemplando a massa corporal, a estatura, a altura sentado, o comprimento dos membros inferiores e a idade decimal é, por si só, um bom indicador do estado de maturação do adolescente e um dos mais utilizados. É também uma referência para comparação de mudanças nas dimensões do corpo, nas suas proporções, na sua composição e no desempenho físico durante o *boom* de crescimento da adolescência (Malina et al. 2004c).

Maturação esquelética

A maturidade esquelética é talvez o melhor método para a avaliação do *status* de maturidade biológica. Todas as crianças começam por ter um esqueleto de cartilagem pré-natal e têm um esqueleto de osso completamente desenvolvido no início da idade adulta. O progresso na maturação do esqueleto pode ser monitorizado com o recurso a Raios-X ou radiografias padronizados. Os ossos da mão e do pulso fornecem a base primária para avaliar a maturidade esquelética na criança em crescimento. A avaliação da maturidade esquelética através das radiografias da mão e pulso é baseada em mudanças no esqueleto em desenvolvimento que podem ser facilmente vistas e avaliadas na radiografia padronizada. Tradicionalmente, são usadas a mão esquerda e o pulso (Malina et al. 2004b).

Os indicadores de maturidade fornecem três tipos de informações para determinar o nível de maturidade esquelética num determinado momento. O primeiro é a aparência inicial dos centros ósseos na radiografia, o que indica a substituição inicial da cartilagem pelo tecido ósseo. O segundo é a definição e caracterização de cada osso por diferenciação gradual da forma, uma vez que a forma adulta se torna gradualmente aparente. Os ossos vão sofrendo alterações na forma das epífises e diáfise. O terceiro tipo de informação envolve a união ou fusão das epífises com a diáfise nos metacarpos, falanges, rádio e cúbito (Malina et al. 2004b).

Um dos métodos mais usados para realizar a avaliação da maturação esquelética é o método de Fels. Tem por base um estudo longitudinal de Fels (Roche et al. 1988). Os critérios específicos de cada indicador do estado de maturação baseiam-se nas formas de 22 ossos (primeira, terceira e quinta falanges proximais e distais, terceira e quinta falanges médias, primeiro, terceiro e quinto metacarpos, adutor sesamoide, trapezoide, escafoide, trapézio, semilunar, pisiforme unciforme, piramidal, osso grande, cúbito e rádio). Após avaliação das radiografias são atribuídos

graus que são posteriormente inseridos no computador e este determina a idade esquelética. O método avalia a pontuação estatisticamente fornecida pelos diferentes indicadores específicos. Depende do sexo e idade da criança. A este método é associado um erro padrão na estimativa da idade esquelética (Malina et al. 2004b).

Idade esquelética (SA) ou idade óssea (IO)

A idade esquelética é expressa em relação à idade cronológica (IC) da criança, podendo fazer-se a comparação entre as duas. Um indicador maturacional pode expressar-se como a diferença entre IO e IC (ou seja, IO-IC), sendo que os valores negativos se reportam a atrasados maturacionais e positivos a adiantados.

A criança é considerada como média (no tempo) se a sua IO não variar em (mais ou menos) um ano da sua IC. A criança é considerada avançada se a sua IO estiver mais do que um ano adiantada em relação à sua IC, se a sua IO tiver maior diferença que um ano a menos da sua IC é considerada atrasada (Malina et al., 2004d).

Antropometria

Antropometria é o ramo das ciências biológicas direcionado para o estudo dos caracteres mensuráveis da morfologia humana. As medidas antropométricas classificam-se em: distâncias entre pontos ou linhas, podendo ser comprimentos, diâmetros e circunferências, superfícies, volumes e medidas de massa. Estas medidas são fortemente afetadas pela velocidade das alterações ocorridas durante a adolescência, mais concretamente no período pubertário. Os aumentos, especialmente nos comprimentos dos ossos ocorre numa sequência distal proximal

em relação ao tronco do adolescente. Desta forma, e como já relatado aqui, os membros inferiores e membros superiores são os primeiros a sofrer alterações.

Maturação somática

A maturação somática é utilizada para avaliar o desenvolvimento biológico, utilizando-se, para isso, a análise do PVC em estatura, que pode ser obtido pela fórmula de Mirwald et al. (2002).

Um indicador potencial de maturação somática é a percentagem de estatura adulta atingida em determinada idade. As crianças que estão mais próximas da sua estatura adulta, em comparação com outras crianças da mesma idade cronológica, estão mais avançadas na maturidade (Malina et al. 2004b). Este indicador mostra-se algo limitado se não for feita a previsão da estatura matura predita. Através das fórmulas propostas por Khamis e Guo (1993) ou Khamis e Roche (1994, 1995) e, com recurso a variáveis como a idade decimal, idade óssea, massa corporal, estatura atual e estatura média parental, é possível estimar a estatura matura predita (estatura em adulto) e com essa a percentagem dessa estatura que a criança já atingiu.

As discussões do *boom* de crescimento da adolescência centram-se principalmente na estatura, em parte devido à riqueza relativa de dados sobre essa dimensão entre a primeira infância e a idade adulta jovem por outro lado, porque a maioria das outras dimensões do corpo seguem uma curva de crescimento como a da estatura (Malina et al., 2004c). No entanto, essa variação tem momentos únicos para as diferentes partes do corpo que ocorrem em simultâneo enquanto o adolescente cresce exponencialmente. Segundo Malina et al. (2004d) o PVC é usado na maioria das vezes como o ponto de referência, e as mudanças noutras dimensões, como nos tecidos, são vistos em termos de tempo antes e depois do PVC. Entre os rapazes, as

diferenças entre as idades médias em PVC e PAP (Pico de aumento de peso) variam de 0,2 a 0,4 anos, este aumento de peso inclui principalmente ganhos de estatura, tecido esquelético e massa muscular.

Maturação e Força

A força muscular é uma capacidade indispensável à execução de qualquer gesto técnico desportivo, por isso, o músculo-esquelético tem um papel central na *performance* desportiva sendo através da contração muscular que o atleta consegue correr, saltar ou rematar, dando à força um papel de importância inegável no treino de qualquer atleta (Soares, 2005).

Segundo Figueiredo et al. (2006) citado por Severino (2010) a força explosiva tem incrementos lineares até cerca dos 12/13 anos de idade, já a capacidade de produzir força isométrica aumenta linearmente até cerca dos 13 anos de idade sofrendo depois grande aumento a partir daí até aos 18. Em relação à resistência muscular, registam-se ganhos a partir dos 12 anos.

No jovem atleta a capacidade de gerar força pode ser bastante diferente mediante o seu grupo maturacional ou idade cronológica. Para a mesma IC os atletas com IO mais adiantada desenvolvem mais força que os que apresentam IO mais atrasada.

A capacidade de produzir força está associada ao tamanho corporal, maior tamanho maior capacidade de produzir força, pois maior tamanho implica também maior massa muscular. Mas, se se estabelecer uma relação entre força e tamanho

verifica-se que a diferença é menos significativa. Ou seja, a capacidade de produzir força está diretamente relacionada com o corpo que a produz.

Ao correlacionarmos a idade cronológica com o desempenho motor e força, verificamos que o desempenho motor e a capacidade de desenvolver força têm uma relação positiva com a IC, concluindo que, o atleta que é avançado maturacionalmente tende a ser mais forte e a ter melhor desempenho motor do que o atleta da mesma CA que está em normomaturação, ou atrasada.

Segundo um estudo de Stolz e Stolz (1951) citados por Malina et al. (2004d) os ganhos de massa muscular e força máxima para os rapazes dão-se de forma significativa após o PVC.

A força dos quadricípites (coxa) e dos bicípites (braço) em torno do intervalo de PVC foram analisados com procedimentos de modelagem multinível numa amostra longitudinal mista dos 8 aos 17 anos de idade por Nevill et al. (1998), citados por Malina et al. (2004d), verificando-se que ambos os sexos tendem em ganhar força proporcionalmente ao tamanho do corpo mas esses ganhos são mais significativos para os rapazes.

Tipos de Fibras Musculares

Para Soares (2005) uma das características mais interessantes do músculo-esquelético é o facto de este ser constituído por diferentes tipos de fibras e é exatamente por esta característica que possuímos músculos mais lentos, mais fatigáveis, mais coordenados e precisos, mais rápidos, etc...

De uma forma geral, as fibras musculares começaram por ser designadas por fibras lentas ou vermelhas (“slow twitch” – ST) e fibras rápidas ou brancas (“fast twitch” – FT) (Soares, 2005). Presentemente esta nomenclatura começa a ser abandonada pois existe um vasto conjunto de fibras diferenciadas entre si.

Para melhor percebermos vamos pela nomenclatura mais comum: Fibras tipo 1 - lentas e oxidativas. Têm como característica maior resistência à fadiga. São típicas dos músculos que mantêm o tónus do corpo e mais relacionadas com esforços de baixa intensidade; Fibras tipo 2^a - rápidas oxidativo-glicolíticas. Uma mistura dos dois tipos; Fibras tipo 2b - rápidas glicolíticas. De desgaste rápido têm a característica de ser mais intensas gerando maior potência. Estas distinções conferem às fibras musculares formas de utilização diferentes. A maior predominância de umas ou de outras no sistema do atleta fazem com que ele apresente diferenças morfológicas, assim como metabólicas e com isso no desempenho.

Tipos de contrações musculares

De certa forma podemos dividir a contração muscular em ações estáticas (isométricas – sem movimento) e dinâmicas (isocinéticas – com movimento). Dentro das dinâmicas temos contrações concêntricas e contrações excêntricas.

Para Soares (2005) nas contrações concêntricas o músculo diminui o seu comprimento encurtando-se, ou seja, as extremidades dos membros tendem a aproximar-se. Acontece uma flexão. Quando a partir desta flexão voltamos a fazer a extensão, as extremidades afastam-se e o músculo alonga-se, contraindo excêntrica, este movimento é muito mais agressivo para os músculos. Quando bem aplicadas, as contrações excêntricas são um recurso muito útil no treino muscular, sendo hoje muito utilizadas na recuperação funcional e também nos

exercícios de potência. Já nas contrações isométricas ou estáticas, os músculos mantêm as suas dimensões durante a realização de trabalho em todo o tempo. Desta forma esse tipo de treino só resulta em ganhos de força para o ângulo em que é trabalhado. As avaliações realizadas no nosso estudo podem ser um indicador inicial para dosear a carga no sentido de desenvolver força, indicando as percentagens a que se deve realizar o trabalho.

Dinamómetro isocinético

Para Jiménez et al. (2005) o método isocinético pode ser definido como um sistema de avaliação que utiliza tecnologia computacional e robótica para obter e processar dados quantitativos sobre a capacidade muscular. É atualmente o sistema mais adequado para avaliar objetivamente a força muscular, em termos de parâmetros físicos (momento de força, trabalho e potência). Os dinamómetros isocinéticos não são apenas um meio de reeducação e treino muscular, mas também um sistema adequado para avaliação e diagnóstico no campo da biomecânica (Jiménez et al. 2005). Este equipamento permite operar em duas funções principais: de exercício e de avaliação. A avaliação é de grande importância para fins de diagnósticos, para tratar preventivamente deficiências específicas (Tunstall et al. 2005).

Velocidade angular

Por se tratar de uma avaliação que envolve uma articulação, usa-se por definição a velocidade angular pois, o braço do dinamómetro isocinético funciona em paralelo com a perna do avaliado e com o seu eixo alinhado no mesmo ponto do eixo do joelho. A velocidade angular, medida em $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, é uma grandeza com magnitude, direção, sentido e é definida previamente no *software* pelo avaliador tendo uma ação constante durante os testes realizados.

Modo concêntrico e modo excêntrico - Os modos concêntrico e excêntrico definem o sentido do movimento da articulação. Os músculos têm contributos e ações diferentes quando uma articulação se encontra em movimento de extensão ou de flexão. O relacionamento agonista/antagonista está patente nestas ações. A força dos isquiotibiais pode ser testada por meio de flexão do joelho contra uma resistência, a força do quadrícipite pode ser testada no movimento contrário (Ernlund & Vieira, 2017).

Rácio convencional e ratio funcional

Convencionalmente, a razão isquiotibiais/quadríceps é calculada dividindo-se o momento máximo de força dos flexores (KF) pelo dos extensores (KE) do joelho em velocidade angular e modo de contração idênticos (CON_{KF}/CON_{KE}) (De Ste Croix et al. 2007). Esta razão tende para um resultado igual a 0,60 correspondendo a aproximação a este valor aos resultados mais positivos/equilibrados (Heiser, Weber, Sullivan, Clare. & Jacobs, 1984). Mas está demonstrado por vários estudos que esta ratio convencional não é um bom indicador do risco de lesão (Aagaard et al. 1998).

Outros autores sugeriram que, para avaliar o equilíbrio muscular do joelho, as ações excêntricas (ECC)/concêntricas (CON), dos flexores e extensores do joelho respetivamente, devem ser examinadas pela razão (ECC_{KF}/CON_{KE} ou CON_{KF}/ECC_{KE}) e referido como razão funcional, em vez dos índices convencionais (Aagaard et al. 1995 & Aagaard et al. 1998, citados por De Ste Croix et al. 2007).

Gerodimos et al. (2003) concluíram que o exame das proporções de grupos musculares recíprocos fornece informações sobre a função do joelho, o risco de lesões e, mais importante, a estabilidade da articulação do joelho. Dauty, Potiron-Josse e Rochcongar (2003) num estudo anterior que usou relações convencionais do joelho

demonstraram que uma relação ECC/CON inferior a 60% a $1,04 \text{ rad.s}^{-1}$ representa uma probabilidade de 77,5% de lesão no joelho em jogadores de futebol de elite.

Consideramos, por isto, de elevada importância examinar a relação ECC/CON ou CON/ECC, recorrendo a razões funcionais em detrimento das convencionais numa possível identificação do risco de lesão.

Lesões

No primeiro Congresso Mundial de Prevenção da Lesão Desportiva em Oslo (2005) concluiu-se: “É considerada lesão desportiva sempre que o atleta seja incapaz de terminar a sessão de treino, o jogo ou, de prosseguir a atividade no futuro coincidente com a prática, excluindo os dias de repouso. Lesões ocorridas em simultâneo são consideradas como uma só lesão” (Fuller et al. 2005).

Lesões desportivas, especificamente musculares, resultam em consequências nefastas para o atleta, não só pela gravidade da lesão em si mas também pelo afastamento dos treinos e de competições. Desta forma é promovida a perda de capacidades físicas, surge também insegurança no retorno à competição. O desequilíbrio muscular é muitas vezes responsável pelo acontecimento de lesões, seja por instabilidade articular por falta de força, seja por situações conflituosas em zonas de inserção muscular. O joelho é exemplo disso por causa das inserções dos músculos responsáveis pela sua flexão e extensão. Suportando, muitas vezes, o peso de praticamente todo o corpo com um só joelho é necessário que se encontre bem estabilizado. Pela sua condição de articulação altamente solicitada e exposta a traumatismos não só pelo suporte corporal mas também pela mobilidade que apresenta, é frequentemente exposto a lesões, sendo a rotura do ligamento cruzado anterior uma das lesões mais comuns.

Os principais movimentos do joelho são flexão e extensão, embora ocorram também movimentos de rotação lateral e medial, abdução e adução (varo e valgo) e translação anterior e posterior (Skinner, 2005).

Os sistemas de classificação são úteis para médicos, atletas e seus treinadores, pois fornecem o direcionamento para o tratamento e o prognóstico (Ernlund & Vieira, 2017). As lesões podem ser classificadas como entorses, fraturas, contusões, luxações distensões ou estiramentos, roturas e tendinites. Podem ainda ser classificadas por graus I,II e III mediante a sua gravidade, tipo de tratamento e tempo de recuperação.

As lesões dos isquiotibiais são as mais comuns no desporto. São as mais frequentes relatadas no futebol, correspondendo a 37% das lesões ocorridas (Askling et al. 2013 & Van der Horst et al. 2015). De todas as lesões musculares, as dos isquiotibiais são das que maior taxa de reincidência têm, com probabilidade de voltar a acontecer entre 12% a 33% (Ernlund & Vieira, 2017).

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma estrutura fundamental do joelho por ser importante na restrição da instabilidade anterior e rotação interna da tíbia. No que toca a roturas totais dos ligamentos, a rotura desta estrutura é a lesão mais comum do joelho. A lesão do LCA acontece principalmente em indivíduos jovens ativos e caracteriza-se especialmente pela instabilidade articular (Arliani et al., 2012). Durante a extensão do joelho, bem como noutros movimentos articulares do joelho, a força de contração dos extensores pode resultar em cisalhamento anterior da tíbia em relação ao fémur, especialmente em altos níveis de força muscular e em ângulos estendidos do joelho (Nisell 1985, Renstrom et al. 1986, Nisell et al. 1989, Kaufman et al. 1991).

Segundo Barros et al. (2014), o ligamento cruzado posterior (LCP) atua na estabilidade do joelho por ser responsável pela restrição primária da translação posterior da tíbia em relação ao fêmur. A incidência de lesões de LCP varia de 2% a 44% das lesões ligamentares do joelho e lesões isoladas são menos frequentes e menos sintomáticas quando comparadas com lesões múltiplas (Cury et al. 2012).

Segundo Malina et al. (2004c) os dados usados na aplicação dos procedimentos de escala às mudanças na força muscular durante a adolescência são limitados. Uma questão interessante é a seguinte: no momento do pico de velocidade de crescimento (PVC), a força aumenta a uma taxa proporcional ao crescimento no tamanho do corpo ou a uma taxa maior do que o esperado para o crescimento do tamanho do corpo? Com a realização deste trabalho procuramos encontrar preditores de força dos membros inferiores, considerando a maturação somática, medidas antropométricas a variação nos diferentes estágios pubertários. Foi nosso objeto de estudo concluir se existe, nos escalões de formação de futebol, uma caracterização típica do jovem atleta ou se por contrário ainda não é visível qualquer tipo de homogeneidade nestas idades. Além disso pretendemos concluir se o efeito do treino provoca assimetrias no desenvolvimento muscular da coxa – diferenciação entre quadricípites e isquiotibiais – ou se o treino contempla o desenvolvimento adequado destes músculos mantendo-os em equilíbrio funcional.

METODOLOGIA

Amostra

A amostra (n=125) é composta por jovens atletas masculinos federados nos campeonatos regionais de futebol, nos escalões de sub-13 (n=60) e sub-15 (n=65). A idade cronológica dos atletas está compreendida entre 10,71 e 15,13 anos, sendo as médias de idades para os sub-13 e sub-15, $12,2 \pm 0,7$ anos e $13,7 \pm 0,6$ anos respetivamente. Os atletas teriam que ter, no mínimo, dois anos de prática desportiva na modalidade (sub-13: $5,1 \pm 1,6$ anos; sub-15: $6,4 \pm 1,7$ anos) e estão inscritos nas associações de futebol a que pertencem e consequentemente na Federação Portuguesa de Futebol. A sua participação foi feita de forma voluntária podendo ser recusada a qualquer altura, com conhecimento e consentimento dos pais.

Enquadramento e procedimentos

A realização do estudo surgiu no seguimento da cooperação institucional entre a Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física (FCDEF) – Universidade de Coimbra e a Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Coimbra (ESTSC) – Instituto Politécnico de Coimbra, no âmbito da unidade de Fisiopatologia e Técnicas de Recuperação Desportiva do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens.

O estudo é de carácter transversal, descritivo e comparativo procurando encontrar preditores de força máxima dos membros inferiores através de indicadores antropométricos, maturacionais e relação com o tempo de treino. Teve ainda o objetivo de identificar a existência de fatores motivadores do risco de lesão muscular ou articular no joelho.

Da parceria entre as duas instituições surgem os locais de realização das avaliações, na FCDEF, no Laboratório de Biocinética foram realizados as avaliações de antropometria, pletismografia de ar deslocado, bioimpedância e dinamometria isocinética. Através da ESTSC realizaram-se as avaliações de absorciometria de raio-X de dupla energia e radiografias ao pulso e mão.

Idade esquelética ou óssea e idade cronológica

O método Fels foi o método usado para estimar a idade óssea (IO). Foi realizada uma radiografia à mão e pulso esquerdos dos atletas para avaliar a maturação esquelética (Roche et al. 1988). Após avaliação das radiografias, foram atribuídos graus posteriormente inseridos no computador (software: Felshw 1.0) para determinar a idade esquelética do atleta. A idade cronológica (IC) foi transformada em idade decimal, com recurso à tabela proposta por Healy et al. (1981) e com isso foram usadas como indicadores maturacionais as relações entre estas duas idades através da subtração (IO-IC) e relação (IO/IC).

Antropometria

As medições antropométricas dos comprimentos, perímetros, circunferências e pregas de gordura foram efetuadas pelo mesmo observador e nas mesmas condições em consonância com procedimentos padrão de Lohman et al. (1988). A estatura foi obtida através do estadiómetro (*Harpندن stadiometer*, modelo 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, Reino Unido) com aproximação ao 0,1cm. Com o mesmo grau de aproximação, a altura sentado foi medida através do estadiómetro para altura sentado (*Harpندن sitting height table*, modelo 98,607, Holtain Ltd, Crosswell, Reino Unido). O comprimento dos membros inferiores foi estimado por meio da subtração

da segunda media à primeira. A massa corporal foi medida através de uma balança (SECA, modelo 770, Hanover, MD, EUA) com aproximação a 0.1kg.

O material utilizado para a recolha dos dados faz parte do *instrumentarium* do antropometrista garantindo assim maior fiabilidade na obtenção dos mesmos. Para além dos estadiómetros e balança, os instrumentos utilizados na avaliação apendicular foram: fita métrica (graduada em mm) e adipómetro (Beta Technology, Ann Arbor, MI, EUA) que permitiram as recolhas dos dados das circunferências (proximal; medial; distal), comprimentos (proximal; distal) e pregas de gordura respetivamente.

Bioimpedância

O teste foi realizado com o sistema *InBody* com *hardware* e *software* próprios (*InBody scanner*, modelo 770 Bldg, Seul, Coreia). Trata-se de uma tecnologia que faz a medição da impedância, através da resistência e da reactância, dos membros inferiores, superiores e tronco separadamente usando um sistema tetrapolar com oito eléctrodos de contacto, dois em cada mão e dois em cada pé. Por este fator, não é uma medição preditiva mas sim uma medição real que percorre todo o corpo.

O avaliado sobe para cima do aparelho colocando os pés em local específico, à indicação do aparelho pega nos dois eléctrodos para as mãos e afasta os braços do tronco, mantém esta posição durante 60 segundos, enquanto o aparelho realiza o teste.

Entre os muitos aspetos avaliados pela tecnologia abordamos apenas os que considerámos úteis no nosso estudo. O sistema mede toda a constituição do corpo

humano debitando, em relatório, os valores de água corporal total em litros, diferenciando também a água intracelular e extra celular. Fornece ainda valores de proteínas, minerais, massa gorda e massa muscular esquelética permitindo assim fazer uma análise músculo-gordura por segmentos. Apenas considerámos os valores da água corporal total, intracelular e extracelular, massa gorda e massa magra.

Pletismografia de ar deslocado

O pletismógrafo de ar deslocado prevê uma avaliação inicial da massa corporal, tendo em vista a determinação da densidade corporal em Kg/L (Silva, 2015). Indica-nos os valores da percentagem de gordura, bem como a sua quantidade em quilogramas. Faz o mesmo para a massa magra. O pletismógrafo utilizado foi: (*Bod Pod Composition System*, modelo 2006 Life Measurement, Inc., Concord, Califórnia, EUA).

Assumindo que a massa total do corpo se divide em dois compartimentos, a massa gorda e a massa magra e, sabendo que cada uma tem uma densidade diferente é possível calcular o seu volume e conseqüente massa. À densidade da gordura é atribuído o valor 0,9 g/cm³ e à massa magra o valor 1,10 g/cm³ (para adultos).

A predição da percentagem de massa gorda foi feita com recurso à adaptação proposta por Lohman (1986) para idades jovens, partindo da equação de Siri (1961) - (% MG = [(4,95 / D) - 4,50] x 100), em que D=densidade corporal (massa corporal/volume corporal). Os valores das constantes variam com a idade.

O protocolo para a realização do teste foi cumprido com rigor. Após fazer a calibração do aparelho com o recurso a um cilindro que este reconhece o volume (50,225L) e feita a pesagem do avaliado, iniciou-se o teste com duas repetições. Se a

diferença encontrada entre as duas avaliações for inferior a 150mL o teste é considerado válido, caso necessário é realizada uma terceira medição. Na avaliação, o avaliado usa apenas uma touca para diminuir ao máximo a margem de erro provocada pelo cabelo (que não é considerado) e calções de banho de licra justos.

O tratamento de dados foi efetuado por *software* próprio após a introdução dos dados do avaliado e um relatório é gerado de imediato.

Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia (DXA)

O exame de DXA é utilizado para fazer a avaliação corporal (massa muscular, massa gorda, gordura visceral e massa óssea), tendo particular utilização para avaliação deste último indicador e é constituído por um exame à coluna lombar na posição de decúbito dorsal, é ainda feito um exame ao fémur proximal. As escolhas são estas pois tratam-se de locais que estão metabolicamente mais ativos. Do exame de densitometria resulta em valores referentes ao corpo total assim como a parte do corpo.

A densitometria por DXA do corpo inteiro é o único método que avalia diretamente todos os compartimentos corporais (massa óssea, massa muscular e água, massa gorda), sem extrapolar dados a partir da medida de apenas um compartimento. No exame da composição corporal por DXA, a água corporal está incorporada ao compartimento de massa magra (músculos), não afetando a medida do conteúdo de gordura ou de tecido ósseo (Kiebzak et al. 2000).

O teste serviu para determinar a composição do tecido corporal do corpo todo assim como na divisão das suas partes. A maior especificidade desta tecnologia, que

a distingue das outras, é que é também possível determinar a composição do conteúdo mineral ósseo bem como a sua densidade. O teste foi realizado por um único técnico experiente com a tecnologia *Lunar iDXA* (General Electrics Healthcare, Lunar iDXA, software enCORE versão 15, US / CALA) e o avaliado apenas vestiu calções (sem metais, ou outros elementos mineralógicos), deitou-se em decúbito dorsal sobre o equipamento ficando totalmente imóvel durante a realização do teste (aproximadamente 10 minutos). Posteriormente os dados obtidos foram tratados e gerados por *software* específico. Dos vários resultados constantes no relatório retirámos apenas os valores do conteúdo mineral ósseo (CMO), densidade mineral óssea (DMO), para os membros inferiores (diferenciando o preferido do não preferido), membros superiores, *subhead* e ainda do corpo todo.

Dinamómetro Isocinético

O teste de avaliação dos momentos máximos de força (*peak torque*) tem a finalidade de avaliar a capacidade de desenvolver força muscular através de contrações isocinéticas contra uma resistência em velocidade angular constante. Foi medido o momento de força máxima em cada repetição à velocidade angular de 60°/s e 180°/s com registos de dados a 100Hz/s, para os flexores e para os extensores da articulação do joelho. Para a velocidade angular mais baixa realizaram-se testes no modo concêntrico e excêntrico, para a velocidade mais alta apenas se realizaram testes no modo concêntrico.

Antes do procedimento do teste, cada atleta realizou um aquecimento de 5 minutos em cicloergómetro (*Monark*, modelo 814E, Varberg, Suécia) sem qualquer peso no cesto do aparelho e a uma velocidade entre as 50 e as 60 rpm. Posteriormente realizou alongamentos de grupos musculares específicos (isquiotibiais, quadricípites e adutores) durante 20 segundos cada alongamento.

Para realização do teste propriamente dito, a versão utilizada foi o *BIODEX System 3* (Shirley, Nova Iorque, EUA) que foi ajustado para o membro inferior a ser testado, ajustando também os eixos (bicondilo-femural e máquina), depois da regulação da tensão do cintos (devidamente fixados), calibrou-se a máquina para o momento 0° que correspondeu à extensão do membro, sendo que para a flexão correspondeu o momento 90°, posteriormente escolheu-se a velocidade angular a utilizar. De seguida corrigiu-se o erro do efeito da gravidade pesando o membro e alavanca do aparelho (Osterning, 1986; Aagaard et al. 1995). Foi indicado ao avaliado para cruzar os braços no peito colocando as mãos sobre os ombros (Brown, 2000; De Ste Croix, Deighan, & Armstrong, 2003). Em cada modo e em cada velocidade era dada, ao avaliado, a oportunidade de realizar três repetições de habituação ao teste e à máquina, posteriormente era realizado o teste com cinco repetições e com incentivo por parte do avaliador a realizar o máximo de força. Os resultados dos momentos máximos de força vêm expressos em Newton-metro (Nm). Com estes valores é possível calcular os ratios já referidos anteriormente.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada com recurso ao programa *IBM SPSS Statistics 25.0* (SPSS, Inc., Chicago, IL) - (versão portuguesa) com o nível de significância estabelecida nos 5%. Na estatística descritiva foram observados, para a totalidade da amostra, as médias das diferentes variáveis como medidas de tendência central, associadas ao intervalo de confiança de 95%, foi ainda observado o erro padrão da média. As medidas de dispersão analisadas foram o desvio padrão que nos permite a verificação ou não de *outliers* e a amplitude que nos permite estabelecer a diferença entre o valor mais alto e o valor mais baixo encontrados nas diferentes variáveis. A análise da variância ANOVA foi usada para verificar as diferenças das médias entre grupos etários.

Para a verificação da normalidade utilizou-se a prova de normalidade Kolmogorov-Smirnov (K-S) em que o valor-p é apresentado. A medida deste valor permite-nos verificar se existe normalidade ou não na amostra para a variável em questão. Quanto menor for o valor-p, menor é a consistência da amostra, por sua vez os maiores refletem a consistência da mesma. Para o valor-p ≥ 0.050 aceitamos que não violam a normalidade da amostra.

Para calcular as diferenças das médias entre grupos etários recorreremos ao teste *t-student* para amostras independentes em testes paramétricos ($n > 30$). A magnitude dessas diferenças foi analisada pelo *d de Cohen* com interpretação qualitativa estabelecida pelo seguinte: $< 0,2$ (trivial); $0,2-0,6$ (pequena); $0,6-1,2$ (moderada); $1,2-2,0$ (grande); $2,0-4,0$ (muito grande); $> 4,0$ (extremamente grande), (Hopkins, 2004, 2011)

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva para a totalidade da amostra (n=125) relativamente à experiência desportiva, idade cronológica, idade óssea e indicadores combinados entre as duas idades, bem como relativamente às medidas antropométricas de morfologia externa. Várias são as variáveis que não apresentam distribuição normal, examinado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, por exemplo: experiência desportiva (K-S = 0,094, $p \leq 0,01$), idade óssea (K-S = 0,080, $p \leq 0,05$), idade óssea menos idade cronológica (IO-IC) (K-S = 0,119, $p \leq 0,01$), quociente entre ambas as idades (IO/IC) (K-S = 0,113, $p \leq 0,01$), observando-se também a violação dos parâmetros de distribuição normal para a massa corporal (K-S = 0,087, $p \leq 0,05$), nas duas pregas de gordura subcutânea (crural anterior: (K-S = 0,093, $p \leq 0,01$; crural posterior: (K-S = 0,103, $p \leq 0,05$) e ainda nas dos vários perímetros, no caso da circunferência proximal da coxa (K-S = 0,094, $p \leq 0,01$). Adicionalmente destaca-se o facto dos jogadores apresentarem idade óssea 0,58 anos adiantada relativamente à sua idade cronológica.

Os atletas apresentam idade cronológica compreendida entre 10,71 anos e 15,13 anos correspondendo à categorização dos escalões envolvidos. Contudo, a amplitude verificada na idade óssea é bastante mais significativa, com o valor mínimo de 7,03 anos e máximo de 17,10 anos. No que respeita à massa corporal também as diferenças são significativas tendo valores de amplitude que apresentam o mínimo de 28,7kg e máximo de 86,4kg representando uma diferença de 57,7kg do mais leve para o mais pesado. Na estatura a diferença é também considerável sendo que o mais alto tem 41,2cm a mais que o mais pequeno.

A tabela 2 reporta a estatística descritiva dos parâmetros obtidos da avaliação da composição corporal por bioimpedância, notando-se que nenhuma medida

absoluta de água (em litros) apresenta distribuição normal: total (K-S = 0,094, $p \leq 0,01$), intracelular (K-S = 0,087, $p \leq 0,05$) e extracelular (K-S = 0,089, $p \leq 0,05$). As medidas absolutas de massa gorda (K-S = 0,145, $p \leq 0,01$) e massa magra (K-S = 0,096, $p \leq 0,05$) também violam os parâmetros de distribuição normal e o mesmo acontece com a percentagem de massa gorda (K-S = 0,069, $p \leq 0,01$).

Relativamente à quantidade de água corporal verificou-se uma considerável disfunção na percentagem de água intracelular (51,8% a 65,9%) e extracelular (34,1% a 48,2%). Adicionalmente é verificado também que, os atletas apresentam uma larga amplitude na percentagem de massa gorda (1,9% a 45,7%) apesar do seu desvio padrão ser de 7,7% e com um valor médio de 17,3%.

A tabela 3 informa sobre a estatística descritiva para os parâmetros decorrentes da avaliação da composição corporal pela tecnologia de pletismografia de ar deslocado, tendo a amostra total 44,3 L para uma massa de 46,6 Kg, resultando na densidade corporal média de 1,055 Kg/L. No que diz respeito à violação da normalidade, o volume corporal (K-S = 0,084, $p \leq 0,05$), e a medida absoluta de massa gorda (K-S = 0,120, $p \leq 0,01$) não estão em conformidade com os pressupostos de distribuição normal.

As tabelas 4 e 5 referem-se à estatística descritiva dos parâmetros obtidos pela absorciometria de feixes de energia dupla, notando-se que para os dados atinentes ao tecido ósseo todas as variáveis violam a normalidade, exceto a densidade mineral óssea do total dos membros inferiores. A situação verificada não é muito diferente para os indicadores de tecido magro ("lean soft tissue") e tecido gordo, em que a distribuição normal é repetidamente violada, exceto para o corpo todo e total dos membros inferiores na soma das duas componentes dos supramencionados tecidos.

Na tabela 4 verifica-se heterogeneidade encontrada em todos os parâmetros mas salientamos o facto dos membros superiores apresentarem valores médios de conteúdo mineral ósseo (CMO) e densidade mineral óssea (DMO) consideravelmente mais baixos que os membros inferiores - (CMO - membros superiores: 213g; membros inferiores: 772g); (DMO - membros superiores: 0,700g/cm²; membros inferiores: 1,126 g/cm²).

É ainda de salientar o facto de se encontrar uma grande amplitude nos valores de CMO dos membros superiores com valores a irem do mínimo de 69g ao máximo de 214g, assim como nos membros inferiores que apresentam valores mínimos de 131g e máximo de 457g. Essa disparidade é também encontrada na DMO para ambos os membros, tendo os membros superiores o mínimo de 0,594 g/cm² e máximo de 1,229 g/cm² enquanto que, nos membros inferiores o valor mínimo é 0,712 g/cm² e máximo de 1,575 g/cm².

A tabela 5 apresenta a estatística descritiva dos parâmetros funcionais simples de força obtidos através do protocolo de avaliação das ações musculares da articulação do joelho por dinamometria isocinética ficando a tabela 6 para as medidas combinadas dessas ações musculares. No que se refere às variáveis da primeira das duas supracitadas tabelas para os modos excêntricos dos extensores (K-S = 0,140, p≤0,01) e flexores (K-S = 0,097, p≤0,01) é violada a normalidade da distribuição e o mesmo acontece para a velocidade mais lenta (60°.s⁻¹) do modo excêntrico dos flexores (K-S = 0,090, p≤0,01). Não surpreendentemente na tabela 6, entre os quatro rácios, apenas na variável I/Q, combinando os modos concêntricos a 180°.s⁻¹ (ou seja, rácio convencional), não é violada a normalidade da distribuição, o que acontece para as outras três ratios, todas elas à velocidade de 60°.s⁻¹.

Este protocolo mediu a capacidade de gerar força do membro inferior preferido e verificou-se que na velocidade mais lenta ($60^\circ/\text{s}$) o modo excêntrico produz valores de força em Nm sempre superiores ao modo concêntrico quer nos extensores quer nos flexores do joelho.

Adicionalmente concluímos que os valores médios de força gerados pelos extensores são superiores aos valores médios gerados pelos flexores para as duas velocidades ($60^\circ/\text{s}$ e $180^\circ/\text{s}$).

Nos rácios de força apresentados na tabela 6 verifica-se que a amplitude apresenta grande variação sendo os valores mínimos perigosamente baixos enquanto os mais altos mais confortáveis. Isto é transversal a todos os rácios. Já os valores médios, à exceção dos $0,47 \text{ Nm/Nm}$ do rácio funcional da flexão a $60^\circ/\text{s}$, apresentam-se mais confortáveis.

Tabela 1: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às crono-variáveis e antropometria de corpo todo.

Variável	Unidade	Amplitude		Média			Desvio padrão	Normalidade*	
		Mínimo	Máximo	Valor	Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Experiência desportiva	anos	2	9	5,8	0,2	5,5 a 6,1	1,8	0,094	0,009
Idade cronológica (IC)	anos	10,71	15,13	13,00	0,09	12,81 a 13,17	1,02	0,047	0,200
Idade óssea (IO)	anos	7,03	17,10	13,58	0,16	13,26 a 13,88	1,79	0,080	0,050
IO-IC	anos	-3,98	2,71	0,58	0,10	-3,98 a 2,71	1,22	0,119	0,000
IO/IC	anos/anos	0,64	1,21	1,04	0,01	0,64 a 1,21	0,09	0,113	0,001
Massa corporal	kg	28,7	86,4	46,3	0,9	44,5 a 48,0	9,8	0,087	0,022
Estatura	cm	138,4	179,6	156,3	0,7	154,8 a 157,7	8,3	0,039	0,200
Altura sentado	cm	71,2	95,2	81,0	0,4	80,2 a 81,8	4,7	0,076	0,075
Comprimento membros inferiores	cm	64,4	85,2	75,3	0,4	74,5 a 76,0	4,4	0,045	0,200
Circunferência coxa proximal	cm	35,9	65,0	47,4	0,5	46,5 a 48,4	5,3	0,094	0,009
Circunferência coxa 1/3 proximal	cm	31,6	57,8	43,7	0,4	42,9 a 44,6	4,8	0,071	0,200
Circunferência coxa distal	cm	25,5	43,6	34,0	0,3	33,4 a 34,7	3,5	0,061	0,200
Comprimento coxa proximal	cm	7,0	15,9	10,5	0,1	10,3 a 10,8	1,5	0,062	0,200
Comprimento coxa distal	cm	8,6	17,7	13,6	0,2	13,3 a 13,9	1,8	0,054	0,200
Prega crural anterior	mm	7	35	16,9	0,6	15,8 a 18,0	6,3	0,093	0,010
Pega crural posterior	mm	6	30	16,2	0,5	15,2 a 17,2	5,7	0,103	0,002

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov)

Tabela 2: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade da amostra de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de bioimpedancia.

Variável	Unidade	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão	Normalidade*	
		Mínimo	Máximo		Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Água corporal total	L	23,4	50,2	31,6	0,4	30,7 a 32,4	4,7	0,094	0,008
Água intracelular	L	14,7	27,3	18,3	0,2	18,0 a 18,7	2,1	0,087	0,022
Água extracelular	L	8,5	23,3	13,3	0,2	12,8 a 13,7	2,7	0,089	0,017
Água intracelular	%	51,8	65,9	58,3	0,2	57,8 a 58,8	2,8	0,062	0,200
Água extracelular	%	34,1	48,2	41,7	0,2	41,2 a 42,2	2,1	0,062	0,200
Massa gorda	%	1,9	45,7	17,3	0,7	16,0 a 18,6	7,7	0,069	0,000
	Kg	1,0	36,1	8,4	0,5	7,5 a 9,5	5,4	0,145	0,006
Massa isenta de gordura	Kg	25,2	68,5	38,4	0,7	37,1 a 39,8	7,4	0,096	0,032

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov).

Tabela 3: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de pletismografia de ar deslocado.

Variável	Unidade	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão	Normalidade*	
		Mínimo	Máximo		Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Volume corporal	L	26,8	82,7	44,3	0,8	42,6 a 46,0	9,5	0,084	0,017
Massa corporal	Kg	28,9	86,7	46,6	0,9	44,9 a 48,4	9,7	0,089	0,200
Volume gás torácico	L	1,6	3,9	2,5	0,1	2,4 a 2,5	0,4	0,067	0,200
Densidade corporal	Kg/L	1,009	1,085	1,055	0,002	1,051 a 1,058	0,02	0,057	0,200
Massa gorda	%	3,2	38,5	16,1	0,7	14,7 a 17,5	8,2	0,061	0,200
	Kg	1,3	20,6	7,7	0,4	6,9 a 7,7	4,8	0,123	0,000
Massa isenta de gordura	Kg	27,2	69,5	38,8	0,7	37,3 a 40,2	8,3	0,120	0,000

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov).

Tabela 4: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis de tecido ósseo, decorrentes do protocolo de absorciometria de raio-X de dupla energia.

Variável	Unidade	Amplitude		Valor	Média		Desvio padrão	Normalidade*	
		Mínimo	Máximo		Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Conteúdo mineral ósseo									
Corpo todo	g	1324	3673	1960	38	1885 a 2037	427	0,114	0,000
<i>Subhead</i>	g	961	3155	1574	36	1503 a 1647	402	0,094	0,009
Tronco	g	320	1239	583	15	554 a 613	166	0,111	0,001
Membros superiores	g	131	457	213	5	203 a 224	60	0,126	0,000
Membros Inferiores									
Total	g	227	1458	772	17	740 a 807	190	0,083	0,033
Preferido	g	71	224	108	2	103 a 113	26	0,095	0,007
Não preferido	g	69	214	108	2	103 a 112	25	0,094	0,009
Densidade mineral óssea									
Corpo todo	g/cm ²	0,904	1,374	1,037	0,007	1,022 a 1,051	0,085	0,134	0,000
<i>Subhead</i>	g/cm ²	0,789	1,296	0,941	0,008	0,925 a 0,957	0,009	0,110	0,001
Tronco	g/cm ²	0,720	1,229	0,860	0,008	0,845 a 0,876	0,094	0,153	0,000
Membros superiores	g/cm ²	0,594	1,129	0,700	0,007	0,686 a 0,712	0,076	0,128	0,000
Membros Inferiores									
Total	g/cm ²	0,712	1,575	1,126	0,012	1,105 a 1,148	0,129	0,079	0,052
Preferido	g/cm ²	1,022	1,806	1,321	0,015	1,292 a 1,349	0,163	0,081	0,041
Não preferido	g/cm ²	1,026	1,769	1,340	0,015	1,312 a 1,368	0,163	0,100	0,004

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov).

Tabela 5: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação das ações musculares da articulação do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.

Variável	Velocidade	Modo	Unidade	Amplitude		Média			Desvio padrão	Normalidade*	
				Mínimo	Máximo	Valor	Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Extensores	60°/s	Concêntrico	Nm	38,0	195,7	102,6	2,6	97,6 a 107,7	29,3	0,064	0,200
		Excêntrico	Nm	50,4	349,2	133,2	4,7	124,0 a 142,1	52,5	0,140	0,000
Flexores	60°/s	Concêntrico	Nm	22,6	125,7	59,0	1,7	55,6 a 62,4	19,3	0,090	0,014
		Excêntrico	Nm	27,3	184,1	83,8	2,4	78,9 a 88,4	27,2	0,097	0,006
Extensores	180°/s	Concêntrico	Nm	23,1	148,2	77,6	2,1	73,5 a 82,0	23,0	0,040	0,200
Flexores	180°/s	Concêntrico	Nm	18,8	118,1	50,7	1,5	47,8 a 53,7	16,6	0,075	0,079

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov).

Tabela 6: Estatística descritiva e teste de normalidade para a totalidade de futebolistas peri-pubertários (n=125) relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação das ações musculares da articulação do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.

Variável	Velocidade	Unidade	Amplitude		Média			Desvio padrão	Normalidade*	
			Mínimo	Máximo	Valor	Erro padrão	IC 95%		Valor K-S	p
Convencional	60°/s	Nm/Nm	0,3	1,3	0,58	0,01	0,56 a 0,60	0,12	0,138	0,000
	180°/s	Nm/Nm	0,4	1,0	0,66	0,01	0,64 a 0,68	0,12	0,084	0,079
Funcional extensão	60°/s	Nm/Nm	0,3	2,1	0,84	0,02	0,80 a 0,88	0,23	0,101	0,003
Funcional flexão	60°/s	Nm/Nm	0,2	0,9	0,47	0,01	0,45 a 0,50	0,14	0,122	0,000

IC95% (intervalo de confiança a 95%); * (prova de normalidade kolmogorov-Smirnov).

Da tabela 7 em diante, procede-se à comparação entre o grupo de atletas sub-13 e sub-15 informando-se para cada variável dependente sobre as diferenças de médias e a magnitude dessas diferenças. Ora, na tabela 7 é notado que os sub-15 são mais experientes na modalidade ($t=-4,515$, $p\leq 0,01$), mais velhos ($t=-12,708$, $p\leq 0,01$), esqueleticamente mais adiantados ($t=-7,499$, $p\leq 0,01$), mais altos ($t=-6,689$, $p\leq 0,01$), mais pesados ($t=-3,471$, $p\leq 0,01$), com valores inferiores na prega de gordura (crural anterior: $t=3,735$, $p\leq 0,01$; crural posterior: $t=2,701$, $p\leq 0,01$). Adicionalmente na tabela 9 é possível observar diferenças nos dados de bioimpedância, com valores superiores de massa magra ($t=-3,520$, $p\leq 0,01$) constantemente observada também a superioridade da média do grupo mais velho na água corporal total ($t=-3,535$, $p\leq 0,01$), intracelular ($t=-3,142$, $p\leq 0,01$) e extracelular ($t=-3,632$, $p\leq 0,01$) quando expressa em litros, dado que nos valores percentuais da componente de água os dois grupos não se distinguem.

Consistentemente com os dados da tabela 9, os constantes na tabela 10 apresentam os futebolistas mais velhos como tendo maiores valores absolutos de massa não gorda avaliados por pletismografia de ar deslocado ($t=-3,895$, $p\leq 0,01$) decorrentes de valores superiores de densidade corporal ($t=-2,630$, $p\leq 0,01$). Para as duas tecnologias atinentes às tabelas 9 e 10, não foram notadas diferenças entre grupos etários para a percentagem de massa gorda, nem para os respectivos valores absolutos da componente gorda da massa corporal.

A tabela 11 compreende as variáveis dependentes informativas do CMO e DMO para o corpo todo e segmentos específicos, nunca sendo extraída diferenças estatisticamente significativas entre os sub-13 e os sub-15.

No que se refere às medidas funcionais simples, que são apresentadas na tabela 12, nota-se diferença entre grupos para os modos excêntricos dos extensores ($t=-$

2,315, $p \leq 0,05$) e flexores ($t = -2,357$, $p \leq 0,05$), lembrando-se que este modo só foi avaliado à velocidade mais lenta de $60^\circ \cdot s^{-1}$. Concordantemente com a observação de diferenças apenas para o modo excêntrico, tal reflete-se em duas de quatro rácios da tabela 13, exatamente quando nas rácios funcionais se utiliza o valor do momento de força obtido na contração excêntrica (extensão: $t = -2,410$, $p \leq 0,05$; flexão: $t = 2,686$, $p \leq 0,05$), o que não se verifica para o rácio convencional, nem à velocidade mais lenta, nem à mais rápida.

Tabela 7: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às crono-variáveis e antropometria de corpo todo.

Variáveis	Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Experiência desportiva	anos	5,1±1,6	6,4±1,7	-1,3	-1,9 a -0,8	-4,515	0,000	0,81	Moderada
Idade cronológica (IC)	anos	12,2±0,7	13,7±0,6	-1,5	-1,8 a -1,3	-12,708	0,000	2,32	Muito grande
Idade esquelética (IO)	anos	12,5±1,7	14,5±1,3	-2,0	-2,5 a -1,5	-7,499	0,000	1,36	Grande
IO-IC	anos	0,3±1,4	0,8±1,0	-0,5	-0,9 a -0,1	-2,218	0,028	0,40	Pequena
IO/IC	anos/anos	1,0±0,1	1,1±0,1	-0,1	-0,07 a -0,01	-1,873	0,063	0,33	Pequena
Estatura	cm	151,9±7,3	160,4±6,9	-8,5	-11,0 a -6,0	-6,689	0,000	1,22	Grande
Altura sentado	cm	78,9±4,1	83,0±4,3	-4,1	-5,6 a -2,6	-5,439	0,000	0,98	Moderada
Comprimento membros inferiores	cm	73,0±3,9	77,4±3,7	-4,4	-5,8 a -3,1	-6,421	0,000	1,17	Moderada
Massa corporal	Kg	43,3±9,8	49,1±9,0	-5,8	-9,1 a -2,5	-3,471	0,001	0,63	Moderada
Circunferência coxa proximal	cm	46,7±5,8	48,1±4,8	-1,4	-3,3 a 0,5	-1,467	0,145	0,27	Pequena
Circunferência coxa 1/3 proximal	cm	42,9±4,9	44,6±4,5	-1,7	-3,4 a -0,1	-2,034	0,044	0,36	Pequena
Circunferência coxa distal	cm	33,6±3,6	34,5±3,4	-0,9	-2,1 a 0,4	-1,419	0,159	0,26	Pequena
Comprimento coxa proximal	cm	10,5±1,8	10,6±1,3	-0,1	-0,6 a 0,5	-0,257	0,797	0,06	Trivial
Comprimento coxa distal	cm	13,0±1,7	14,1±1,7	-1,1	-1,7 a -0,5	-3,465	0,001	0,59	Pequena
Prega crural anterior	cm	19,0±6,0	15,0±6,1	4,0	1,9 a 6,2	3,735	0,000	0,67	Moderada
Prega crural posterior	cm	17,6±5,7	14,9±5,5	2,7	0,7 a 4,7	2,701	0,008	0,50	Pequena

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

Tabela 8: Frequências absolutas e relativas dos futebolistas de acordo com o estatuto maturacional esquelético, separadamente para os escalões de Sub-13 e Sub-15.

Estatuto maturacional	n			%		
	Total (n=125)	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Total (n=125)	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)
Atrasado	15	11	4	12,0	18,2	6,1
Normomaturado	54	26	28	43,2	43,4	43,1
Adiantado	56	23	33	44,8	38,4	50,8

Tabela 9: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de bioimpedância.

Variáveis	Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Água corporal total	L	30,1±4,6	32,9±4,3	-2,8	-4,4 a -1,2	-3,535	0,001	0,63	Moderada
Água intracelular	L	17,7±2,1	18,9±1,9	-1,1	-1,8 a -0,4	-3,142	0,002	0,61	Moderada
Água extracelular	L	12,4±2,7	14,1±2,5	-1,7	-2,6 a -0,8	-3,632	0,000	0,66	Moderada
Água intracelular	%	58,7±2,7	58,0±2,8	-0,7	-0,3 a 1,7	1,407	0,162	0,26	Pequena
Água extracelular	%	41,3±2,7	42,0±2,8	-0,7	-1,7 a 0,3	-1,407	0,162	0,26	Pequena
Massa gorda	%	17,8±7,8	16,8±7,6	1,0	-1,7 a 3,7	0,739	0,461	0,13	Trivial
	Kg	8,3±5,5	8,6±5,3	-0,3	-2,2 a 1,6	-0,314	0,754	0,06	Trivial
Massa isenta de gordura	Kg	36,1±7,4	40,6±6,9	-4,5	-7,0 a -2,0	-3,520	0,001	0,63	Moderada

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

Tabela 10: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis decorrentes do protocolo de pletismografia de ar deslocado.

Variáveis	Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Volume corporal	L	41,7±9,6	46,6±8,7	-4,9	-8,1 a -1,6	-2,978	0,003	0,56	Pequena
Massa corporal	Kg	43,7±9,7	49,3±9,0	-5,6	-8,9 a -2,2	-3,319	0,001	0,60	Moderada
Volume gás torácico	L	2,3±0,4	2,7±0,4	-0,4	-0,5 a -0,3	-6,098	0,000	1,26	Grande
Densidade corporal	Kg/L	1,050±0,017	1,058±0,018	-0,008	-0,015 a -0,002	-2,630	0,010	0,01	Trivial
Massa gorda	%	17,2±8,1	15,0±8,1	2,2	-0,7 a 5,1	1,520	0,131	0,27	Pequena
	Kg	7,9±4,9	7,6±4,7	0,3	-1,3 a 2,1	0,432	0,667	0,06	Trivial
Massa isenta de gordura	Kg	35,9±6,9	41,4±8,7	-5,5	-8,3 a -2,7	-3,895	0,000	0,70	Moderada

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

Tabela 11: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis estandardizadas de tecido ósseo, decorrentes do protocolo de absorciometria de raio-X de dupla energia.

Variáveis	Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Conteúdo mineral ósseo									
Corpo todo	g	1938±397	1980±455	-42	-194 a 110	-0,548	0,585	0,10	Trivial
<i>Subhead</i>	g	1557±376	1589±427	-3	-174 a 112	-0,432	0,666	0,08	Trivial
Tronco	g	576±152	589±179	-14	-73 a 46	-0,455	0,650	0,08	Trivial
Membros superiores	g	209±57	217±64	-8	-30 a 13	-0,777	0,439	0,13	Trivial
Membros Inferiores									
Total	G	762±189	782±191	-20	-88 a 47	-0,588	0,558	0,11	Trivial
Preferido	G	106±25	110±27	-4	-13 a 5	-0,868	0,387	0,15	Trivial
Não preferido	G	105±23	110±27	-4	-13 a 4	-1,002	0,318	0,20	Pequena
Densidade mineral óssea									
Corpo todo	g/cm ²	1,030±0,075	1,043±0,093	-0,012	-0,042 a 0,017	-0,815	0,416	0,16	Trivial
<i>Subhead</i>	g/cm ²	0,937±0,085	0,945±0,102	-0,008	-0,041 a 0,025	-0,490	0,625	0,09	Trivial
Tronco	g/cm ²	0,856±0,084	0,864±0,104	-0,007	-0,041 a 0,026	-0,436	0,664	0,08	Trivial
Membros superiores	g/cm ²	0,689±0,063	0,708±0,086	-0,019	-0,046 a 0,001	-1,367	0,174	0,25	Pequena
Membros Inferiores									
Total	g/cm ²	1,117±0,124	1,135±0,133	-0,018	-0,064 a 0,028	-0,784	0,435	0,14	Trivial
Preferido	g/cm ²	1,321±0,153	1,320±0,174	0,001	-0,057 a 0,059	0,041	0,967	0,01	Trivial
Não preferido	g/cm ²	1,332±0,142	1,348±0,181	-0,015	-0,074 a 0,042	-0,537	0,592	0,10	Trivial

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

Tabela 12: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente às variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação da musculatura do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.

Variáveis			Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
Grupo	Velocidade	Modo				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Extensores	60°/s	Concêntrico	Nm	101,3±28,0	103,8±30,6	-2,5	-12,9 a 7,9	-0,471	0,639	0,08	Trivial
		Excêntrico	Nm	122,1±45,5	143,5±56,6	-21,4	-39,7 a -3,1	-2,315	0,022	0,08	Trivial
Flexores	60°/s	Concêntrico	Nm	58,2±19,0	59,8±19,7	-1,6	-8,4 a 5,3	-0,452	0,652	0,42	Pequena
		Excêntrico	Nm	77,9±24,2	89,2±28,8	-11,3	-20,7 a -1,8	-2,357	0,020	0,43	Pequena
Extensores	180°/s	Concêntrico	Nm	77,6±23,3	77,7±22,9	-0,1	-8,3 a 8,1	-0,013	0,989	0,01	Trivial
Flexores	180°/s	Concêntrico	Nm	50,3±16,6	51,1±16,7	-0,9	-6,8 a 5,0	-0,288	0,774	0,05	Trivial

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

Tabela 13: Estatística descritiva por escalão etário e comparação entre grupos relativamente aos ratios das variáveis funcionais decorrentes do protocolo de avaliação da musculatura do joelho (extensores do joelho e flexores do joelho) por dinamometria isocinética.

Variáveis		Unidade	Sub-13 (n=60)	Sub-15 (n=65)	Médias das diferenças		t-student		Magnitude diferenças	
Rácio	Velocidade				Valor	IC 95%	Valor	p	d	(qualitativo)
Convencional	60°/s	Nm/Nm	0,57±0,08	0,58±0,14	-0,01	-0,05 a 0,03	-0,530	0,597	0,09	Trivial
	180°/s	Nm/Nm	0,65±0,12	0,67±0,12	-0,01	-0,06 a 0,03	-0,562	0,575	0,17	Trivial
Funcional extensão	60°/s	Nm/Nm	0,79±0,20	0,88±0,25	-0,10	-0,18 a -0,02	-2,410	0,017	0,40	Pequena
Funcional flexão	60°/s	Nm/Nm	0,50±0,15	0,44±0,12	0,06	0,02 a 0,11	2,686	0,008	0,52	Pequena

IC 95% (intervalo de confiança a 95%)

DISCUSSÃO

No presente estudo, para além das diferenças de estatura e massa corporal, foram encontradas diferenças significativas na idade óssea que vão do mínimo de 7,03 a 17,10 anos, como podemos observar na tabela 1 e que nos remetem para uma situação de heterogeneidade considerável nos escalões de formação de futebol, onde podemos encontrar atletas com um desenvolvimento maturacional bastante avançado para o seu escalão como também podemos encontrar atletas ainda com atraso maturacional relevante para o escalão em que estão inseridos. Isto pode ser constatado pelo indicador maturacional IC-IO (idade cronológica menos idade óssea) que apresenta uma amplitude que varia entre os -3,98 anos e os +2,71 anos. Esta é de resto uma situação que os treinadores devem ter em conta quando programam o treino e preparam os atletas para a competição. Os critérios de seleção dos atletas usados pelos treinadores na maioria das situações não contemplam este fator preponderante na prestação desportiva do jovem atleta.

Ao fazermos a comparação entre os diferentes grupos verificamos que os sub-15 são naturalmente mais velhos ($13,7 \pm 0,6$) para ($12,2 \pm 0,7$) mas na idade óssea, a diferença para a idade cronológica é maior nos mais velhos, $0,3 \pm 1,4$ vs $0,8 \pm 1,0$. Estes valores diferem um pouco dos encontrados por Malina et al. (2007) num estudo com 40 futebolistas espanhóis que podemos aproximar aos nossos grupos estudados. Nos sub-13 encontraram $12,78 \pm 0,18$ anos de idade cronológica e $13,68 \pm 0,67$ de idade óssea com a diferença de $0,90 \pm 0,79$ anos. Nos sub-15 a idade cronológica encontrada foi $13,50 \pm 0,45$ anos e $14,27 \pm 0,87$ de idade óssea o que perfaz uma diferença de $0,77 \pm 0,81$ anos. Em relação à estatura os mais velhos têm também cerca de 8,5cm a mais e em relação à massa corporal cerca 5.8kg a mais que os mais novos. De resto, estas mesmas diferenças são idênticas às encontradas por Malina et al. (2000) num estudo com 135 futebolistas de elite a nível nacional em que a idade cronológica para sub-13 foi de $12,34 \pm 0,52$ e para os sub-15 foi $13,65 \pm 0,70$ anos. Para a estatura as

semelhanças também são algumas onde os sub-13 têm média de $1,51\pm 0,08\text{m}$ e os sub-15 têm $1,63\pm 0,08$ que corresponde a uma diferença que cerca os 12cm. Na massa corporal a diferença entre os dois escalões tem novamente vantagem para os mais velhos com $52,5\pm 8,7\text{kg}$ face aos $43,1\pm 7,0\text{kg}$ o que se traduz numa diferença de cerca de 9,1kg.

Observado pela tecnologia de bioimpedância (tabela 2) detetou-se um problema que se prende com o facto de haver atletas que se apresentam com níveis consideráveis de desidratação, como se pode ver no valor mínimo de 23,4L de água no corpo todo enquanto que o valor máximo foi de 50,2L. Este problema pode vir a afetar o atleta no atleta no processo de adaptação ao treino. Quando comparamos as médias (tabela 9) entre os grupos sub-13 e sub-15 verificamos que os mais novos são os que apresentam valores absolutos mais baixos ($30,1\pm 4,6\text{L}$) comparados com os mais velhos ($32,9\pm 4,3\text{L}$), embora em termos percentuais possa corresponder a valores mais elevados para os sub-15 (vide próxima frase) seria de esperar valores mais elevados. Nestas idades seria de esperar que apresentassem valores superiores a 60% de água corporal total e, como se pode constatar nem na água intracelular (sub-13: $58,7\pm 2,7\%$ e sub-15: $58,0\pm 2,8\%$) nem na extracelular (sub-13: $41,3\pm 2,7\%$ e sub-15: $42,0\pm 2,8\%$) isso se verifica.

Ainda através da mesma tecnologia verifica-se uma nova questão relacionada com o facto de os atletas apresentarem diferentes valores percentuais de massa gorda que têm um mínimo de 1,9% e máximo de 45,7% (tabela 2) que causa mais uma situação de atenção por parte dos treinadores a quando da preparação do treino que, terá eventualmente que ser adaptado às diferentes necessidades dos atletas. Comparando os grupos, na tabela 9, verificamos que o tecido gordo tem um aumento em termos absolutos dos mais novos ($8,3\pm 5,5\text{Kg}$) para os mais velhos ($8,6\pm 5,3\text{kg}$) mas isto não se traduz em aumento da percentagem de gordura, bem pelo contrário, há diminuição de $17,8\pm 7,8\%$ para $16,8\pm 5,3\%$, já para a massa magra o cenário é

diferente pois esta tem um aumento substancial em cerca de 4,5kg correspondendo a uma magnitude de diferença com efeito moderado. Também com efeito moderado e com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) aparece o aumento da água corporal total de $30,1 \pm 4,6L$ dos sub-13 para os $32,9 \pm 4,3L$ dos sub-15. As diferenças são igualmente encontradas quando observamos os dados gerados pelo protocolo de pletismografia de ar deslocado na tabela 3, onde se podem encontrar atletas com 3,2% de massa gorda e outros com 38,5%. No que diz respeito à massa isenta de gordura pode salientar-se o facto de haver enorme diferença entre o que apresenta maior massa e o que apresenta menor. No primeiro protocolo temos o mínimo de 25,2kg e o máximo de 68,5kg e no segundo protocolo os valores apresentados têm o mínimo de 27,2kg e o máximo de 69,5 kg. Quando comparamos os grupos, na tabela 10, verificamos diferenças triviais no que diz respeito à massa gorda oscilando em ambos os escalões abaixo dos 8kg ($7,9 \pm 4,9$ e $7,6 \pm 4,7kg$). Já para a massa isenta de gordura os sub-15 apresentam maiores valores que os sub-13, ($41,4 \pm 8,7$ e $35,9 \pm 6,9kg$) respetivamente, resultando numa diferença de magnitude moderada. O facto deste aumento de massa magra ser considerável é refletido na capacidade de produzir força tal como salienta De Ste Croix, Deighan & Armstrong (2003) relatando que em estudos isocinéticos encontraram-se correlações moderadas para a produção de força em função da massa magra. Como referido anteriormente estas diferenças entre ambas as tecnologias devem-se ao facto dos protocolos terem variabilidade nos resultados gerados, no caso da bioimpedância vários fatores poderão alterar os resultados finais como a precisão da colocação dos elétrodos, ingestão de líquidos, exercício físico recente ou temperatura como referem vários autores citados por Roche, Heymsfield & Lohman (1996), mas o que deve concentrar o foco é o facto de a amplitude ser tão lata que mais uma vez traduz a necessidade de preparação diferenciada com rigor do processo de treino pois a maior massa magra poderá ser sinónimo de uma maior produção de força em relação à menor massa. Relativamente ao protocolo de pletismografia de ar deslocado apontamos uma limitação que se prende com o facto do volume de gás torácico ser calculado através de uma estimativa pelo *software* do aparelho, após introdução dos dados individuais do avaliado e não diretamente medido pela inspiração e expiração.

Como já foi descrito o efeito maturacional provoca ganhos diferentes de força, ganhos na estatura bem como na massa corporal e, no mesmo escalão competitivo podemos encontrar atletas nos três estágios maturacionais (Malina et al., 2004d). Na tabela 8 encontramos as frequências absolutas e relativas do estatuto maturacional esquelético Fels (Roche et al. 1988) verificando que para os sub-13 a moda é normomaturado (26) e para os sub-15 a moda é adiantado (33), ainda que havendo menor frequência de atletas maturacionalmente atrasados em ambos os escalões é de realçar que eles existem e são mais frequentes no escalão mais baixo. Tal situação remete para a necessidade do treino não poder ser precocemente especializado e para a preocupação dos treinadores para que, ao selecionarem os atletas tenham a visão de que os atrasados maturacionais, que nesta fase não são selecionados, podem vir a ter melhores prestações no futuro. Como podemos verificar, e corroborando estudos de Figueiredo et al. (2009) com 159 futebolistas destes mesmos escalões etários e Coelho e Silva et al. (2010) com 128 futebolistas sub-15, no escalão mais velho apenas estão presentes 4 atletas considerados atrasados maturacionalmente (menos de metade do escalão imediatamente anterior, 11) podendo isto significar abandono precoce da modalidade. A exigência da especialização pode levar a que tal fenómeno aconteça, estamos perante os escalões, que em Portugal, geralmente se faz a transição do futebol 7 para o futebol 11. Para além das dimensões do campo que se traduzem numa substancial diferença, outro fator que pode levar à não seleção de atrasados maturacionais por parte dos treinadores é o facto das substituições, até aqui volantes, passarem a ter um número máximo por jogo, o que pode levar a julgar que os mais aptos são os mais fortes fisicamente, resultante do efeito maturacional. Tal gestão de seleção sugere que o paradigma de seleção seja modificado e passe a contemplar as mudanças esperadas em tamanho, proporções, função e habilidade que ocorrem naturalmente com o crescimento e maturação durante a adolescência (Coelho e Silva et al., 2010).

Sendo o futebol um desporto de impactos maioritariamente jogado com os pés, requer muitas solicitações de impacto nos membros inferiores. Tal ação é promotora

do desenvolvimento mineral ósseo. Adicionalmente por absorciometria de raio-X de dupla energia, analisámos o CMO e DMO, analisando também regiões de interesse com o intuito de verificar se o efeito do treino se traduzia em alterações no conteúdo e densitometria óssea. As variações encontradas entre grupos (tabela 11) não registaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) em qualquer variável, sendo as diferenças encontradas de magnitude trivial em praticamente todas, com as exceções do membro inferior não preferido e membros superiores que teve magnitude pequena. Ora, na tabela 4 verificámos que a DMO dos membros superiores ($0,700\text{g/cm}^2$) é bastante inferior aos membros inferiores ($1,126\text{g/cm}^2$) podendo sugerir que o futebol causa aumentos na DMO no entanto, ao compararmos os dois grupos etários e, sabendo que os sub-15 têm em média mais anos de experiência desportiva ($6,4 \pm 1,7$) que os sub-13 ($5,1 \pm 1,6$), não verificámos ganhos significativos na DMO dos membros inferiores (sub-13: $1,117 \pm 0,124$; sub-15: $1,135 \pm 0,133$) mas apresentam tendência positiva. Verificámos ainda que não existe assimetria no que à DMO e CMO diz respeito quando comparamos o membro preferido com o não preferido. Ambos os membros apresentam similitude nas médias da DMO – preferido: $1,321 \pm 0,153\text{g/cm}^2$; não preferido: $1,332 \pm 0,142\text{g/cm}^2$ para os sub-13 e preferido: $1,320 \pm 0,174\text{g/cm}^2$; não preferido: $1,348 \pm 0,181\text{g/cm}^2$ para os sub-15 – e assumem praticamente os mesmos valores médios no CMO – preferido: $106 \pm 25\text{g}$; não preferido: $105 \pm 23\text{g}$ para os sub-13 e para os sub-15 os valores são mesmo iguais em ambos os membros inferiores $110 \pm 27\text{g}$.

As diferenças encontradas na capacidade de gerar força entre agonistas e antagonistas da articulação do joelho sugerem desequilíbrios na estabilidade da articulação podendo induzir o risco de lesão, nomeadamente nos ligamentos cruzados. Com muita frequência ocorrem roturas do LCA. Na tabela 6 encontramos um potencial indicador disso mesmo pois apresenta um valor médio perigosamente afastado, o rácio funcional da flexão, representada pela equação do valor do modo concêntrico dos isquiotibiais sobre o valor do modo excêntrico do quadricípite ($\text{CON}_{\text{KF}} / \text{ECC}_{\text{KE}}$) na velocidade angular de $60^\circ/\text{s}$ apresenta um valor médio perigoso

(0.47), algo longe do valor de referência 0,3, logo, está presente uma predição do risco de lesão.

Para os dois grupos etários confirma-se que a cadeia extensora produz parâmetros de força superiores (sempre acima de 100Nm) relativamente à cadeia flexora (nunca acima de 90Nm). Também para os dois grupos se confirma que o modo excêntrico assume valores sempre superiores ao modo concêntrico no respetivo grupo muscular. Avaliando a magnitude das diferenças verificamos que são triviais para a cadeia extensora e são pequenas para a cadeia flexora sendo que em dois casos se observam diferenças estatisticamente significativas, validado pelo teste *t-student*. Isto é verificado em ambos os modos excêntricos de extensores ($t=-2,315$, $p\leq 0,05$), e flexores ($t=-2,357$, $p\leq 0,05$), apresentando o grupo mais velho valores superiores ao mais novo.

Na tabela 13 duas das variáveis apresentam valores de significância que rejeitam a hipótese nula, nomeadamente para os rácios funcionais da extensão ($t=-2,410$, $p\leq 0,05$) e flexão ($t=2,686$, $p\leq 0,05$). E dado que na tabela anterior não tinham sido observadas variações substantivas associadas à idade nos modos concêntricos dos extensores e flexores, o que acontece é que o aumento de 11,3 Nm na cadeia flexora, modo excêntrico, é responsável pelo aumento no rácio funcional da extensão (ECC_{KF}/CON_{KE}) repercutindo-se com dados mais elevados e próximos de 1 no grupo mais velho ($0,88\pm 0,25Nm$) que no grupo mais novo ($0,79\pm 0,20Nm$). No que diz respeito ao rácio funcional da flexão (CON_{KF}/ECC_{KE}), a magnitude dos ganhos, no modo excêntrico da cadeia extensora, que neste caso é o dominador e, por conseguinte não havendo diferenças estatisticamente significativas no numerador que é o modo concêntrico dos flexores, este rácio no grupo mais velho afasta-se da unidade mas em ambos os casos não são inferiores aos valores considerados críticos de 0,3 (Agaard et al. 1998).

De Ste Croix, Deighan & Armstrong (2003) constataram que, apenas com o passar da idade, há uma taxa de incremento anual de força para ambos os grupos musculares mas essa taxa é superior nos extensores em relação aos flexores. Isto poderá também querer dizer que com o avançar da idade e com o efeito treino o fator de desequilíbrio entre agonistas e antagonistas é aumentado. Como podemos verificar na tabela 13, nestas idades esse efeito já é visível pois o valor médio do rácio funcional da flexão nos mais novos é $0,50 \pm 0,15$ e nos mais velhos esse valor baixa para os $0,44 \pm 0,12$ já justificado anteriormente pelos ganhos no modo concêntrico da cadeia flexora (1,6Nm) que não progridem na mesma razão que progridem os ganhos da cadeia extensora no modo excêntrico (21,4Nm). Também o rácio funcional da extensão pode ser usado como um bom indicador do risco de lesão (Aagaard et al. 1995 & Aagaard et al. 1998, citados por De Ste Croix et al. 2007). Embora neste rácio os valores sejam mais aceitáveis e com progressão positiva perante a idade, tal se deve ao maior aumento da força na cadeia flexora em modo excêntrico (11,3Nm) dos mais novos para os mais velhos mas, ainda apresentam valores ($0,88 \pm 0,25$) abaixo do ideal que seria 1.

Ao fazer uma avaliação das médias dos rácios que nos permitem indicadores do risco de lesão encontramos valores que se podem considerar algo preocupantes mas é quando fazemos uma análise individual que notamos valores realmente preocupantes, se não vejamos os dados apresentados na tabela 6. Encontramos valores de 0,2 Nm/Nm e 0,3 Nm/Nm para os rácios funcionais da flexão e da extensão respetivamente. Estes valores são inequívocos indicadores do risco de lesão do ligamento cruzado anterior. É preocupante, num desporto praticado em diferentes tipos de piso, com uma solicitação tão agressiva e constante como mudanças de direção, saltos, travagens, acelerações e ainda rotações, haver tão demonstrados desequilíbrios musculares entre a cadeia anterior e posterior que atuam sobre a articulação do joelho.

CONCLUSÕES

Os jovens futebolistas apresentam valores de composição corporal muito dispersos não havendo um perfil que os defina. Os mais velhos são mais altos, mais pesados, possuem mais massa magra e têm maior capacidade de produzir força, consequências dos três estados maturacionais que estão presentes em ambos os escalões. Estes fatores podem interferir na seleção de atletas optando os treinadores pelos mais avançados maturacionalmente que têm a si associados valores morfológicos mais elevados. Foram ainda verificados problemas de hidratação por parte dos atletas que podem interferir com o treino.

O futebol por ser um desporto de contacto e impactos dos membros inferiores parece promover o desenvolvimento mineral ósseo pois os valores de DMO e CMO desses membros, em relação ao resto do corpo, apresentam evidentes diferenças, sendo mais densos e, naturalmente, com mais conteúdo. A idade esquelética parece ser um indicador de seleção dos mais aptos sendo que, os atrasados maturacionalmente são menos frequentes no escalão mais velho e os adiantados passam a ser a moda quando no escalão anterior eram os normomatuross.

A quantidade de massa magra aparece associada à maior capacidade de gerar força uma vez que os mais velhos, que possuem mais força, têm também mais massa magra. Os ganhos de força por parte da cadeia extensora são sempre superiores em relação aos da cadeia flexora o que se traduz numa progressão menos positiva dos rácios funcionais que são indicadoras do risco de lesão, embora o rácio funcional da extensão apresente valores superiores nos mais velhos. É sugerido aos treinadores que tenham isto em consideração no planeamento do treino e o complementem com trabalho específico compensatório para a cadeia flexora da articulação do joelho com vista a reduzir o risco de lesão.

Sugestões para futuras pesquisas

Como consideramos de todo pertinente e com interesse para os profissionais da modalidade sugerimos que estudos idênticos a este possam vir a ser realizados no futuro, seja em continuidade, seja de forma paralela.

Sugerimos alargar a amostra para escalões mais velhos com vista a fazer comparações progressivas em relação ao estado dos atletas nomeadamente no que aos rácios funcionais diz respeito.

Sugerimos realizar estudos longitudinais que permitam verificar se os riscos de lesão identificados nos escalões mais jovens se traduzem realmente em maior incidência de lesões no futuro.

Por último sugerimos realizar estudos com grupos de controlo e grupos condicionados em que no decorrer dos anos de prática um grupo se submeta a um treino que contemple exercícios para diminuir o risco de lesão no joelho e verificar se com o treino apropriado esse mesmo risco diminui, face a outro tipo de treino tradicionalmente em vigor.

REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., Klausen, K. (1995) Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand.* vol .154, p. 421-427
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., Wire-Paulsen, P. (1998) A new concept for isokinetic hamstring-quadriceps muscle strength ratio. *Journal Sports Med*, vol. 26, p. 231- 237
- Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., Kasprzak, A. (2012) Analysis of Motor Activities of Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* Colorado, vol. 26, nº 6. p. 1481-1488
- Arliani, G., et al. (2012) Lesão do ligamento cruzado anterior: tratamento e reabilitação. Perspetivas e tendências atuais. *Revista brasileira de ortopedia.* vol. 47, n.2, p. 191-196
- Askling C. M., Koulouris, G., Saartok, T., Werner, S., Best, T. M. (2013) Total proximal hamstring ruptures: clinical and MRI aspects including guidelines for postoperative rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Vol. 21(3), p.515-33.
- Bangsbo, J. (1994) Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences.* vol. 12, p. 5-12
- Barros, M. et al. (2014) Tratamento cirúrgico da fratura avulsão na inserção tibial do ligamento cruzado posterior: resultado funcional. *Revista brasileira de ortopedia.*
- Barros, T. L., Guerra I. (2007) *Ciência do Futebol.* 1ª Edição. São Paulo. Editora Manole Ltda. p. 1-20

- Braz, T. V., Spigolon, L. M. P., Vieira, N. A., Borin, J. P. (2010) Modelo Competitivo da Distância Percorrida por futebolistas na UEFA Euro 2008. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. vol. 31, nº. 3, p. 177-191
- Brawn, L. (2000) Isokinetic in human performance. *Human Kinetics, Champaign, IL*. p.20
- Coelho e Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Sobral, F., Malina, R. M., (2010). Variation in size, physique, functional capacities and soccer skills in players 11-16 years (Ed), *Youth Sports – Growth, Maturation and Talent*. Chap. 18, p. 46-55, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra
- Coelho e Silva, M.J., Figueiredo, A.J., Simões, F., Seabra, A., Natal, A., Vaeyens, R., Philippaerts, S.P., Malina, R.M., (2010) Discrimination of U-14 soccer players by level and position. *Journal of Sports Med*, p. 790-796
- Cury, R. et al. (2012) Protocolo de Reabilitação para as reconstruções isoladas do Ligamento Cruzado Posterior. *Revista brasileira de ortopedia*. vol. 47(4), p.421-427
- Dauty, M., Potiron-Josse, M., Rochcongar, P. (2003) Identification of previous hamstring injury by isokinetic concentric and eccentric torque measurement in elite soccer players. *Isokinet Exercise Science*, vol. 11, p. 134-144
- De Ste Croix, M., Deighan, M., Armstrong, N. (2003) Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Journal Sports Med*, vol. 33, p.727-743
- De Ste Croix, M., Deighan, M., Armstrong, N. (2007) Functional Eccentric-Concentric Ratio of Knee Extensors and Flexors in Pre-Pubertal Children Teenagers and Adult Males and Females. *Journal Sports Med*, vol. 28, p. 768-772
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., Pigozzi, F. (2007) Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*. Stuttgart, vol. 28, p. 222-227

- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., Wisloff, U. (2010) Effect of 2 Soccer Matches in a Week on Physical Performance and Injury Rate. *The American Journal of Sports Medicine*. Chicago, vol. 38, p. 1752-1758
- Ernlund, L., Vieira, L. A. (2017) *Lesões isquiotibiais: artigo de atualização*. Instituto de Joelho e Ombro, Curitiba, Brasil
- Figueiredo, A. J., Coelho e Silva, M. J., Malina, R. M. (2006) Perfil de jovens futebolistas. Crescimento somático e desempenho desportivo-motor em infantis e iniciados masculinos. *Desporto de Jovens ou Jovens no Desporto?* Imprensa de Coimbra, LDA.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho e Silva, M. J., Malina, R. M. (2009) Youth soccer players, 11-14 years: Maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*. vol.36(1), p. 60-73
- Fuller, C. W. , Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P., Meeuwisse, W. H. (2005) Consensus statement on *injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries*, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, vol.16 (2), p. 83-92
- Gerodimos, V., Mandou, V., Zafeiridis, A., Ioakinidis, P., Stavropoulos, N., Kellis, S. (2003) Isokinetic peak torque and hamstring/quadriceps ratio in young basketball players. *Journal Sports Med Phys Fitness*, vol. 43, p. 444-452
- Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V., Sotiropoulos, A., Komsis, G., Manolopoulos, E. (2006) Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Research in Sports Medicine*. vol. 14(3), p. 205-14
- Heiser, T. M., Weber, J., Sullivan, G., Clare, P., Jacobs, RR (1984) Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *American Journal of Sports Medicine*, vol.12, p.368-370.

- Jiménez, F. H., Diaz, G., Montes, J. V. (2005) Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación – Dinamometría Isocinética. Serviço de Rehabilitación. Hospital Fremap. vol. 39 (6), p. 288-296, Sevilla
- Khamis, H., Guo, S. (1993) Improvement in the RWT stature prediction model: a comparative study. *American Journal of Human Biology*, 5, p. 669-679
- Khamis, H., Roche, A. (1994) Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 4, p. 504-507
- Kiebzak, G. M., Leamy, L. J., Pierson, L. M., Nord, R. H., Zhang, Z. Y. (2000) *Measurement precision of body composition variables using the Lunar DPX-L densitometer*. J Clin Densitometry, vol. 3, p. 35-41
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Books
- Malina, R. M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004a) *Growth, Maturation and Physical Activity*, 2nd edition. Champaign, Illinois. Human Kinetics
- Malina, R. M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004b) *Growth, Maturation and Physical Activity*. (2nd ed.), Chap. 15, Champaign, Illinois. Human Kinetics
- Malina, R. M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004c) *Growth, Maturation and Physical Activity*. (2nd ed.), Chap. 16, Champaign, Illinois. Human Kinetics
- Malina, R. M., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004d) *Growth, Maturation and Physical Activity*. (2nd ed.), Chap. 17, Champaign, Illinois. Human Kinetics
- Malina, R. M., Chamorro, M., Serratos, L., Morate, F., (2007) Tw3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Annals of Human Biology*, vol. 34(2), p. 265-272
- Malina, R., Coelho e Silva, M. J., Figueiredo, A. J. (2013). Growth and Maturity Status of Youth Players. In Mark Williams (Ed), *Science and Soccer: Developing Elite Performers*. (3rd ed.) Chap. 17, p. 307-332, Great Britain: TJIInternational Ltd

- Malina, R. M., Peña Reyes, M. E., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., Miller, R., (2000) Height, mass and skeletal Maturity of elite Portugues soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Science*, vol. 18, p. 685-693
- Mark, B: A., De Ste Croix, Deighan M. A., Armstrong, N., (2003) Assessement and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med* vol. 33(10), p. 727-743
- Mohr, M., Krustup, P., Bangsbo, J. Match (2003) Performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences. London.* vol. 21. p. 519-528
- Osterning, L. R. (1986) Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and reahbilitation *Medicine Science Sports Exercise.* vol. 14, p.45-80.
- Roche, A. F., Chumlea, W.C., Thissen, D. (1988) *Assessing the skeletal maturity of the hand-wrist: Fels Method.* In Charles C. Thomas (Ed.) vol. 95(5), Springfield, Illinois
- Roche, A. F., Heymfield, S. B. & Lohman, T. (1996) Human Body Composition. p. 89 Human Kinetics. P.O. Box 5076, Champaign, IL.
- Severino, V. (2010) Crescimento, Maturação e Potência Aeróbia. Estudo com futebolistas de 11 anos de idade. *Dissertação de Mestrado.* Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra, Coimbra
- Silva, N. P., (2005) *Distância percorrida e padrões de deslocamentos de atletas de futebol nas categorias de base durante a partida.* (Dissertação de Mestrado em Ciências) - Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo
- Silva, P. M., (2015) *Estudo multidimensional do perfil do atleta de kickboxing português na etapa pré-profissional: Composição corporal, morfologia da mão, aptidão em protocolos maximais de curta e média duração, parâmetros ecocardiográficos, dinamometria isocinética e orientação para a realização de objetivos.*

(Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens) –
FCEDF – Universidade de Coimbra.

Skinner, H. (2005) . *Current Ortopedia Diagnóstico e Tratamento*. MCGRAW-HILL

(3ª ed.) Brasil

Soares J (2005). *O Treino do Futebolista: Resistência - Força - Velocidade*. vol. 1, p. 11,
Porto Editora.

Stolz, H. R., Stolz, L. M. (1951) *Somatic Development of Adolescent Boys*. New York:
Macmillan.

Tanner, J. M., Whitehouse, R. H. (1976) *Clinical longitudinal standards for height,
weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty*. *Arch Dis Child*.
vol.51(170), Department of Growth and Development, Institute of Child Health,
University of London

Tunstall, H., Mullineaux, D. R., Vernon, T. (2005) Criterion validity of an isokinetic
dynamometer to assess shoulder function in tennis players. *Sports Biomech*. vol.
4, p.101-111

Vaeyens, R., Coelho e Silva, M. J., Visscher, C., Philippaerts, R. M., Williams, A. M. (2013).
Growth and Maturity Status of Youth Players. In Mark Williams (Ed), *Science and
Soccer: Developing Elite Performers*. (3ª ed.) Chap. 16, p. 289-306, Great Britain:
TJInternational Ltd

Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., Backx, F. J. (2015) The
preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in
amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. vol.
43(6), p. 1316-1323

Williams, A. M., Franks, A. (1998). Talent identification in soccer. *Sports, Exercise and
Injury*. Vol. 4(4), p. 159-165

Williams, A.M., Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer.
Journal of Sports Sciences. Vol. 18(9), p. 657-667

Williams, A. M., Reilly, T., Nevill, A., Franks, A. (2000). *A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. Journal of Sports Sciences*. vol. 18(9), p. 695-702

Hopkins W. Sportsscience 8, 2004. Available
at: <http://www.sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>; accessed on 15.10.2018

Hopkins W. Sportsscience 8, 2011. Available
at: <http://www.sportsci.org/jour/04/wghtests.htm>; accessed on 15.10.2018

