

DM

Caraterização da Força Muscular em Jogadores de Futebol Profissional

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Nuno Nogueira Gouveia

MESTRADO EM ATIVIDADE FÍSICA E DESPORTO



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

junho | 2023

Caraterização da Força Muscular em Jogadores de Futebol Profissional

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Nuno Nogueira Gouveia

MESTRADO EM ATIVIDADE FÍSICA E DESPORTO

ORIENTAÇÃO

Élvio Rúbio Quintal Gouveia

CO-ORIENTAÇÃO

Cíntia Raquel Nunes França

Agradecimentos

Esta dissertação é sem dúvida um marco muito importante na minha vida e na minha formação, desta forma não posso deixar de agradecer a todos os que contribuíram para a sua realização.

Em primeiro lugar tenho de agradecer à minha namorada, Lisandra e aos meus pais Marco e Catarina! Desde sempre que estiveram lá para me apoiar nos bons e nos maus momentos. Foram sempre os primeiros a dar a motivação naquelas alturas em que mais precisava. Foram sem dúvida fulcrais para que isto fosse possível, sem vocês não era possível!

Ao meu orientador de estágio, Professor Doutor Élvio Rúbio e também à minha coorientadora, Professora Doutora Cíntia França que foram incansáveis na realização desta dissertação, a qualquer hora do dia, em qualquer dia, estiveram sempre lá. Além de excelentes docentes tornaram-se excelentes amigos.

Um especial agradecimento à grande instituição que é o Club Sport Marítimo pela forma como fui acolhido e como fui integrado. É sem dúvida uma instituição de renome e com excelentes profissionais.

Um agradecimento aos meus amigos e colegas de trabalho, em especial ao Ricardo Henriques e ao Dr. João Freitas que foram essenciais no decorrer deste processo pelo constante apoio e aconselhamento. São sem dúvida profissionais de excelência e exemplos a seguir.

A todos os jogadores que tive o prazer de trabalhar, aprendi muito com todos vocês.

À minha restante família pelo apoio que deram ao longo desta caminhada.

Um agradecimento especial ao Dr. Carlos André pelo apoio fornecido no decorrer do projeto Marítimo Training Lab, é um excelente profissional e tornou-se um amigo.

Aos meus colegas de curso Rui Faria, Kássio Loureiro, Paulo Gouveia, Ricardo Fonseca e Pedro Velosa, pelo companheirismo e pela ajuda.

A todos, agradeço-vos do fundo do meu coração pelos vossos contributos durante este longo percurso, pois sem vocês esta etapa não se realizaria.

Índice

Agradecimentos	3
Resumo	6
Abstract.....	6
Le Résumé	7
1 - Introdução.....	8
2. Metodologia geral.....	14
2.1 - Participantes	14
2.2 – Desenho do Estudo	14
2.3 – Comissão de Ética	15
2.4 – Variáveis/Instrumentos Utilizados	15
2.5 - Análise Estatística	17
3. Artigo 1 - Caracterização das capacidades físicas de jogadores de Futebol	17
Introdução.....	17
Metodologia.....	20
Força Estática	20
Avaliação Salto Vertical.....	21
Avaliação Flexão e Extensão do Joelho no Isocinético.....	22
Estatística.....	23
Resultados.....	24

Discussão de Resultados.....	31
Conclusão	33
4. Artigo 2 - Associações entre salto vertical e avaliação de força isocinética em jogadores profissionais de futebol	34
Introdução.....	34
Metodologia.....	35
Avaliação de Salto Vertical	36
Avaliação de força isocinética.....	36
Estatística.....	38
Resultados.....	38
Discussão de Resultados.....	42
Conclusão	44
5 – Conclusões e Implicações práticas	44
6 - Referências.....	46
7 – Anexos	62
Report Optojump	62
Relatório Isocinético.....	68
Parecer ético	71

Resumo

A literatura do futebol geralmente explora os estudos voltados para a avaliação da força. No entanto, os dados são limitados quando se considera a os diferentes níveis competitivos, a idade, a posição em campo e a associação entre o desempenho da dinamometria isocinética e os testes de salto vertical. Assim, o primeiro objetivo, era de procurar analisar os indicadores de força e a sua variação associada à idade, nível competitivo e posição em campo. Em relação ao segundo objetivo, temos que este é o de investigar a relação entre o salto vertical e a avaliação da extensão e flexão do joelho através do dinamómetro isocinético. Relativamente à metodologia, a amostra é composta por 83 jogadores de 4 equipas de níveis competitivos diferentes, foram selecionadas para análise as avaliações da dinamometria de mão, o countermovement jump (CMJ), o squat jump (SJ) e a avaliação da flexão e extensão do joelho no dinamómetro isocinético. Para efetuarmos as análises utilizamos o software SPSS v.21. Deste modo, podemos aferir que os jogadores de nível competitivo superior e os jogadores mais experientes têm melhores resultados no salto vertical e na potência média e que existe uma associação positiva entre o CMJ e a potência média no isocinético.

Palavras-chave: Força Muscular; Dinamómetro Isocinético; Momento máximo de força; trabalho total; Salto Contramovimento, Salto de Agachamento; Futebol.

Abstract

Soccer literature generally explores studies aimed at assessing strength. However, data are limited when considering different competitive levels, age, field position and the association between isokinetic dynamometry performance and vertical jump tests. Thus, the first objective was to look for strength indicators and their variation associated with age, competitive level, and position on the field. Regarding the second objective, this is to investigate the relationship between the vertical jump and the evaluation of knee extension and flexion through the isokinetic dynamometer. Regarding the methodology, the sample is composed of 83 players from 4 teams of different competitive levels, estimates of hand dynamometry, the countermovement jump (CMJ), the squat jump (SJ) and the evaluation of flexion and extension were selected for analysis. of the knee in the isokinetic dynamometer. For the analysis we used the SPSS v.21 software. Thus, we can

state that players with a higher competitive level and more experienced players have better results in vertical jumps and average power. There is a positive association between CMJ and average power in isokinetic assessment.

Keywords: muscle strength; Isokinetic Dynamometer; peak torque; total work; average power; countermovement jump; squat jump; football.

Le Résumé

La littérature sur le football explore généralement les études visant à évaluer la force. Cependant, les données sont limitées lorsque l'on considère différents niveaux de compétition, l'âge, la position sur le terrain et l'association entre les performances de dynamométrie isocinétique et les tests de saut vertical. Ainsi, le premier objectif était de rechercher des indicateurs de force et leur variation associée à l'âge, au niveau de compétition et à la position sur le terrain. Concernant le deuxième objectif, il s'agit d'étudier la relation entre le saut vertical et l'évaluation de l'extension et de la flexion du genou à travers le dynamomètre isocinétique. Concernant la méthodologie, l'échantillon est composé de 83 joueurs de 4 équipes de niveaux compétitifs différents, les estimations de la dynamométrie de la main, du saut en contre-mouvement (CMJ), du saut en squat (SJ) et de l'évaluation de la flexion et de l'extension ont été retenues pour analyse. du genou au dynamomètre isocinétique. Pour l'analyse, nous avons utilisé le logiciel SPSS v.21. Ainsi, nous pouvons affirmer que les joueurs avec un niveau de compétition plus élevé et les joueurs plus expérimentés ont de meilleurs résultats en sauts verticaux et en puissance moyenne. Il existe une association positive entre le CMJ et la puissance moyenne dans l'évaluation isocinétique.

Mots-clés: force musculaire ; Dynamomètre isocinétique ; couple maximal ; travail total; puissance moyenne; saut en contre-mouvement ; saut accroupi; football.

1 - Introdução

O futebol é o esporte mais popular do mundo e é praticado por homens e mulheres, com diferentes níveis de especialização. O desempenho no futebol depende da relação de diferentes fatores das áreas técnicas, biomecânicas, táticas, mentais e fisiológicas (Stølen et al., 2005).

Atualmente, a exigência fisiológica do futebol difere radicalmente em relação às décadas anteriores, com os jogadores a percorrerem distâncias maiores, realizando movimentos mais explosivos e sendo os jogos caracterizados por intensidades mais altas do que nunca (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2009).

Deste modo, a performance em cenários de exercícios intermitentes como o futebol, é altamente variável e complexo devido às exigências fisiológicas que vão desde a resistência até a taxa de desenvolvimento da força (Mohr et al., 2022). No futebol, tarefas de alta intensidade e esforço máximo, incluindo ações explosivas que implicam uma alta taxa de desenvolvimento da força, estão associadas a exercícios submáximos prolongados de componentes fisiológicos que determinam a resistência. Deste modo o exercício intermitente de alta intensidade e a potência podem interagir para determinar o desempenho físico e a tolerância ao exercício durante um jogo de futebol (Mohr et al., 2003; Varley et al., 2012).

No futebol, ações intensas e de alta velocidade, como os saltos, acelerações e mudanças de direção, têm sido descritas como as ações mais decisivas que antecedem os golos (Faude et al., 2012). Assim, a literatura tem descrito a influência da força e da potência muscular no desempenho de sprints, acelerações, mudanças de direção, e tarefas musculares explosivas semelhantes (Wisløff et al., 2004a).

Ações como sprints e esforços de alta intensidade, incluindo dribles, saltos e remates, são responsáveis por cerca de 10-15% da atividade total no campo (Krustrup et al., 2010). Contudo, as distâncias mais curtas são a estrutura de movimento mais crítica e decisiva que influencia o desempenho (resultados) do jogo de futebol (Cometti et al., 2001).

Entre os músculos dos membros inferiores, os quadríceps e os isquiotibiais têm um papel anatómico e biomecânico crucial na articulação do joelho e anca, com influência nas ações de jogo, tais como os saltos, os sprints, as mudanças de direção e os remates (Comfort et al., 2014).

Todos esses fatores podem ser determinantes para um desempenho futebolístico bem-sucedido e, portanto, pode ser importante não apenas avaliar as qualidades básicas dessas habilidades, mas, acima de tudo, aplicar racionalmente o estímulo de treino mais adequado para o seu desenvolvimento.

De acordo com a literatura, existem outras variáveis influenciadoras do desempenho desportivo, nomeadamente a idade.

Segundo estudos anteriores, os jogadores mais velhos apresentam valores mais altos (41,8 cm) na performance do salto vertical em relação aos mais novos (40,8 cm) (Nikolaidis P.T., 2014). Outro estudo demonstra que os jogadores adultos obtiveram resultados superiores (40,0 cm) aos jogadores mais novos (36,0 cm) (Snyder et al., 2018).

Em relação à força dos membros inferiores, os jogadores mais novos apresentam valores de força inferiores na extensão e flexão do joelho quando comparados com os seus pares mais velhos (Fousekis et al., 2010).

Por outro lado, diferenças nas capacidades físicas foram também reportadas em jogadores enquadrados em diferentes níveis competitivos. Os jogadores de elite tendem a superar os jogadores que competem em Divisões mais baixas nas avaliações físicas, nomeadamente no salto vertical, onde foi possível verificar que os jogadores de elite obtiveram 40,1 cm de altura máxima no salto vertical enquanto os jogadores do grupo que não eram de elite obtiveram 33,9 (França et al., 2022).

Deste modo podemos constatar que jogadores de nível competitivo mais alto têm melhores performances no *countermovement jump* e no *squat jump* em comparação com os jogadores de níveis competitivos inferiores (Loturco et al., 2014; Ostojic, 2010).

Relativamente aos valores de força de extensão e flexão do joelho, temos que a mesma dinâmica acontece, isto é, os jogadores com nível competitivo mais elevado têm

maiores níveis de força em comparação com os jogadores de níveis competitivos inferiores (Ferreira et al., 2018; Kalapotharakos et al., 2006).

A posição que o jogador ocupa no campo, é, também uma variável que tem influência nas capacidades físicas do jogador de futebol.

Deste modo, alguns estudos mostram resultados onde as posições que exigem mais movimentos explosivos, como os saltos, são aquelas posições onde existem melhores resultados na avaliação do salto vertical. Os avançados têm melhor performance no salto vertical que as restantes posições (Ostojic, 2010). Os guarda-redes têm melhores performances no *countermovement jump* e no *squat jump* (Sporis et al., 2009).

Assim, podemos entender a força muscular como uma capacidade física determinante para a performance de um jogador de futebol.

Quando falamos de força temos de entender que existem 3 tipos de força, são eles a força isométrica, força isotónica e força isocinética.

Deste modo, a força isométrica é um tipo de força que envolve a contração do músculo sem haver nenhum movimento externo e onde o comprimento dos músculos ficam não são afetados, pelo que permanecem constantes (Lum & Barbosa, 2019; Oranchuk et al., 2019).

A força isotónica caracteriza-se pela força necessária para efetuar exercícios que envolvam movimentos com uma resistência constante, a capacidade de expressar esta força depende da amplitude da articulação e do comprimento do musculo agonista (NSCA - National Strength & Conditioning Association, 2016) Este tipo de força divide-se em 2 movimentos, concêntrico e excêntrico.

O movimento concêntrico ocorre quando o músculo encurta pelo facto de que a força contrátil exercida é superior à resistência apresentada, ou seja, a força exercida pelo músculo é superior à força externa apresentada (NSCA - National Strength & Conditioning Association, 2016).

No movimento excêntrico o músculo estira pelo facto de que a força contrátil efetuada por este é inferior à resistência apresentada, ou seja, a força exercida pelo músculo é inferior à força externa apresentada (NSCA - National Strength & Conditioning Association, 2016).

A força isocinética implica que haja um aparelho que determine a velocidade de execução, este aparelho garante que todo o movimento é efetuado a uma velocidade constante (Kenney et al., 2012). O aparelho responsável por trabalhar neste regime denomina-se de dinamómetro isocinético.

No desporto, os programas de trabalho de força são, maioritariamente, desenhados para que os atletas melhorem o seu nível de desempenho em jogo, nomeadamente através do desenvolvimento da força, agilidade, velocidade e potência (Nimphius et al., 2010).

Relativamente à relação entre a força e a velocidade, a literatura descreve que os atletas mais fortes conseguem atingir velocidades mais elevadas (Meckel, 1995; Wisløff et al., 2004b; Young et al., 1995). Atletas que tenham mais força nos membros inferiores são obtêm resultados melhores nos testes de agilidade/mudança de direção (Andersen et al., 2018; Kabacinski et al., 2022a).

A importância do treino de força extravasa a questão da melhoria da performance, é também um procedimento válido para reduzir o risco de lesões nos jogadores de futebol. As estratégias de treino que envolvam múltiplos componentes (por exemplo, uma combinação de força, equilíbrio, pliometria) são eficazes na redução de lesões sem contato no futebol (Beato, Maroto-Izquierdo, et al., 2021).

O tempo perdido por lesão varia entre 1 e 752 dias, com uma média de 8 dias (Stubbe et al., 2015). Deste modo é importante reduzir o número de lesões e também reduzir o tempo de paragem destas, pois um menor número de lesões está associado a uma melhor performance da equipa e consequente sucesso da mesma (Eirale et al., 2013).

Os jogadores de futebol podem diminuir a incidência de lesões em jogos e treinos participando em programas de aquecimento dinâmicos que incluem exercícios preventivos antes dos jogos ou durante as sessões de treino e adicionando treino de força, equilíbrio e de mobilidade nas sessões de treino (Pérez-Gómez et al., 2022).

Deste modo, é possível constatar que o treino de força tem efeitos positivos na diminuição do risco de lesão nos jogadores de futebol (Molina & Pons, 2021).

Para avaliarmos capacidade de salto dos jogadores, utilizamos o *counter movement jump* (CMJ) e o *squat jump* (SJ) e apenas levamos em consideração a altura máxima de cada salto. Uma vez que o SJ é usado como uma medida de força/potência concêntrica dos membros inferiores, enquanto CMJ como uma medida de força/potência reativa dos membros inferiores (Newton et al., 2006). Estes testes foram utilizados uma vez que, são os testes de campo mais fiáveis e válidos para a avaliação da potência explosiva dos membros inferiores (G. Markovic et al., 2004a).

Um dinamómetro isocínético avalia a força máxima concêntrica e excêntrica do músculo relacionado com a articulação sob velocidades constantes em toda a amplitude de movimento (De Carvalho Froufe Andrade et al., 2013). A avaliação isocínética tornou-se no método “gold standard” na avaliação do desempenho muscular e patologia em estudos, desportos de elite e práticas clínicas (Sole et al., 2007).

A força máxima de preensão manual é um biomarcador confiável de saúde geral e bem-estar fisiológico, portanto é fulcral utilizar um instrumento de medição preciso e viável para garantir a validade dos resultados (Mutalib et al., 2022). O dinamómetro manual Jamar é o “gold standard” recomendado pela American Society of Hand Therapists (ASHT) para medição da força máxima de preensão (MacDermid et al., 2015).

Através do primeiro artigo colocamos a hipótese de que os jogadores de nível competitivo superior tenham melhores valores de força em relação aos de nível inferior. Também, conjecturamos que os mesmos, tenham valores superiores na altura do salto vertical. Outra hipótese levantada é a de que os jogadores mais velhos tenham valores de força inferiores aos jogadores mais novos, mas valores de salto vertical superior aos mais novos. Em relação à posição em campo, colocamos a hipótese de que os guarda-redes tenham mais força e valores de salto superiores em relação às restantes posições.

Com o segundo artigo, expectamos que os jogadores com maiores níveis de momento máximo de força na extensão e flexão do joelho sejam aqueles que tenham

valores de altura de SJ mais altos, enquanto os jogadores com valores mais altos na potência média na extensão e flexão do joelho iriam obter valores mais altos no CMJ.

O nosso objetivo com a elaboração do primeiro artigo passa por analisar os indicadores de força e a sua variação associada à idade, nível competitivo e posição em campo.

Em relação ao segundo artigo, procurou-se perceber que relação existe entre o salto vertical e a avaliação da flexão e extensão do joelho através do uso de um dinamómetro isocinético.

O clube em questão, a nível do departamento de performance está estruturado de forma a ter um profissional do exercício (preparador físico e/ou fisiologista) por equipa até aos sub-19, enquanto as restantes equipas, até aos sub-14, ficam a cargo de um fisiologista que tem como função delinear o trabalho de força para estas e realizar os trabalhos de retorno à prática caso haja alguma lesão nas equipas. Em relação à metodologia de trabalho, temos que esta é idêntica à da equipa profissional, isto é, o treino de força é efetuado antes do treino de campo e o que é planeado para esse treino de força está relacionado com o dia do microciclo da equipa. Deste modo, o primeiro treino de força da semana tem como foco principal os membros superiores, o segundo treino da semana tem como foco principal os membros inferiores e a predominância são exercícios bilaterais, o terceiro treino da semana tem como objetivo trabalhar os membros inferiores com exercícios unilaterais, por fim o quarto treino de força da semana tem como fim o trabalho de core e exercícios propriocetivos.

É importante salientar que além das avaliações da pré-temporada, são também efetuadas avaliações no decorrer da época, o que nos leva a delinear um trabalho extra para os jogadores que apresentam défices de força acentuados, que estejam com excesso de massa gorda ou que necessitem de otimizar outras capacidades condicionais além da força.

Esta tese inicia-se com uma introdução, que engloba uma demonstração do fenómeno que é o futebol, da exigência fisiológica do mesmo, da importância das capacidades físicas condicionais, da importância do trabalho de força, das hipóteses do

estudo, dos objetivos deste e explicar de forma resumida como é a estrutura e a dinâmica de trabalho do clube.

Em seguida, é explicado a metodologia do estudo, ou seja, é feita uma caracterização da amostra, é explicado o desenho do estudo, é falado das variáveis utilizadas e dos instrumentos necessários para poder obter e trabalhar as determinadas variáveis, é também falado das questões organizacionais do estudo e também da análise estatística que foi utilizada. Após o capítulo da metodologia, são realçados os dois artigos publicados desta tese.

Por fim, são tiradas as conclusões e apresentadas as implicações práticas deste estudo.

2. Metodologia geral

2.1 - Participantes

Participaram neste estudo 83 jogadores de futebol do sexo masculino da primeira equipa (equipa A), segunda equipa (equipa B), da equipa sub-23 (sub-23) e da equipa sub-19 (sub-19). Vinte e dois jogadores pertencentes da equipa A (idade = $25,9 \pm 4,2$ anos, altura = $181,91 \pm 6,3$ cm, massa corporal = $78,12 \pm 6,9$ kg), dezassete jogadores pertencentes à equipa B (idade = $22,3 \pm 1,8$ anos, altura = $180,9 \pm 9,5$ cm, massa corporal = $78,5 \pm 11,6$ kg), dezanove jogadores pertencentes à equipa de sub-23 (idade = $20,6 \pm 1,5$ anos, altura = $177,94 \pm 6$ cm, massa corporal = $72,9 \pm 9,2$ kg), e vinte e cinco jogadores pertencentes à equipa de sub-19 (idade = $17,8 \pm 0,7$ anos, altura = $176,8 \pm 6,4$ cm, massa corporal = $70,6 \pm 6$ kg).

2.2 – Desenho do Estudo

Relativamente ao desenho deste estudo, temos que, as recolhas para as três equipas profissionais decorreram no início da época desportiva de 2021/2022, mais concretamente nos primeiros três dias de pré-época. Os três primeiros dias da pré-época de cada equipa (A, B e Sub-23) eram dias exclusivos para a realização das avaliações da performance física.

Contudo, a equipa de Sub-19 apenas teve a oportunidade de efetuar as avaliações na última semana da pré-época, ou seja, 4 semanas depois de ter iniciado os treinos.

Relativamente aos avaliadores, temos que estes tiveram duas semanas de treino antes de iniciarem as avaliações de forma a aprimorar o seu desempenho na tarefa.

2.3 – Comissão de Ética

Todos os procedimentos aplicados foram aprovados pela comissão de ética da Faculdade de Motricidade Humana (FMH), CEIFMH N.º 34/2021. A investigação foi conduzida de acordo com a Declaração de Helsínquia, e o consentimento informado foi obtido dos responsáveis legais dos participantes menores de idade.

2.4 – Variáveis/Instrumentos Utilizados

Para avaliar a força estática foi utilizado o protocolo de força de preensão manual, que consiste em três tentativas alternadas para cada braço, realizadas através de um dinamómetro manual (Jamar Plus+, Chicago, IL, EUA). Os participantes foram instruídos a segurar o dinamómetro com uma mão, com o cotovelo na posição de 90° (Gerodimos, 2012). A partir desta posição, os participantes foram solicitados a apertar o mais forte possível durante cerca de dois segundos. O dinamómetro não podia entrar em contato com o corpo do participante, caso contrário, a tentativa era repetida. A melhor pontuação das três tentativas foi utilizada para análise.

Dois testes foram usados para avaliar a potência dos membros inferiores: (1) salto com contramovimento (CMJ) e (2) salto de agachamento (SJ) (Bosco et al., 1983). Ambos os protocolos incluíram quatro tentativas e foram avaliados usando o sistema de análise e medição Optojump Next (Microgate, Bolzano, Itália). Em ambos os testes, os participantes foram encorajados a saltar até a altura máxima. Antes da coleta de dados, foram realizadas três tentativas experimentais para cada participante para garantir a execução correta.

Para o CMJ, os participantes começaram numa posição ereta, com os pés separados na largura dos ombros. Em seguida, os participantes faziam uma flexão dos joelhos a uma profundidade determinada pelo participante e logo seguida efetuavam um

salto vertical de esforço máximo. As mãos têm de permanecer nas ancas durante todo o movimento para evitar qualquer influência do balanço das mesmas. Se as mãos fossem removidas da anca em qualquer ponto durante o contramovimento, a tentativa era repetida. Os participantes voltam à posição inicial após cada salto.

Para a avaliação do SJ, os participantes iniciaram na posição de agachamento a uma profundidade de aproximadamente 90° de flexão do joelho. Os participantes mantiveram essa posição e só efetuavam o salto após a contagem de três dos avaliadores. Se um movimento de mergulho da anca fosse observado, a tentativa era repetida. Os participantes voltam à posição inicial após cada salto.

Todas as avaliações dos testes foram efetuadas por pessoal treinado da equipa de avaliadores, que tinha conhecimento e experiência em cada protocolo.

O dinamómetro Biodex System 4 Pro (Shirley, Nova Iorque, EUA) foi usado para avaliar a força produzida de extensão e flexão do joelho de ambos os membros inferiores em três velocidades angulares: 60°/s, 180°/s e 300°/s no movimento concêntrico.

Antes da avaliação, os participantes realizaram um aquecimento numa bicicleta reclinável (Technogym Xt Pro 600 Recline, Cesena, Itália) por cerca de 5 minutos. O nível de esforço variou entre o nível 4 e 5, enquanto a cadência de execução variou entre 50 e 60 rotações por minuto.

Após o aquecimento, os participantes sentaram-se no dinamómetro seguindo as orientações do fabricante, adotando uma posição padronizada de 85° de flexão do quadril a partir da posição anatómica. O braço de alavanca do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do joelho. O tronco, coxa e perna (ligeiramente acima do maléolo medial) foram estabilizados com cintos. A amplitude de movimento foi definida à medida que os participantes realizavam a extensão do joelho na sua amplitude máxima. Este valor foi definido como o limite de extensão máxima no software isocinético. Em seguida, os participantes foram solicitados a flexionar o joelho até 90° de flexão. Uma vez que a força da gravidade contribui positivamente na fase de flexão do joelho e dificulta a fase de extensão do joelho, foi efetuada uma calibração individual para correção da gravidade antes de cada avaliação conforme preconizado na literatura anterior (Osternig, 1986).

Essa correção foi feita na posição de aproximadamente 30° de flexão do joelho. Durante o teste, os participantes foram instruídos a manter os braços cruzados com a mão no ombro oposto segurando os cintos (Baltzopoulos et al., 1991). Durante a avaliação foi dado apoio verbal enérgico, para incentivar os participantes a “chutar para cima” e “puxar para trás” o mais forte e rápido possível. Cinco repetições de familiarização foram realizadas antes de cada teste isocinético (De Ste Croix et al., 2017).

No que concerne à avaliação, primeiramente foram efetuadas cinco repetições em cada perna de extensão e flexão do joelho a 60°/s no movimento concêntrico, em seguida, após um descanso de 60 segundos, foram efetuadas dez repetições em cada perna de extensão e flexão do joelho a 180°/s no movimento concêntrico, por fim, após um descanso de 60 segundos efetuou-se 10 repetições em cada perna de extensão e flexão do joelho a 300°/s no movimento concêntrico. Esta sequência permite determinar o momento máximo de força, já que para velocidades mais lentas, as repetições pretendidas são entre 4 e 5, e para velocidades mais rápidas entre 6 e 10 repetições, com um tempo de descanso entre as séries de 60 a 160 segundos (Correia et al., 2017).

2.5 - Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas com o software IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA). O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$.

3. Artigo 1 - Caracterização das capacidades físicas de jogadores de Futebol

Introdução

No futebol as ações mais decisivas que antecedem os golos são os saltos, os sprints e as mudanças de direção (Faude et al., 2012).

Apesar da predominância do metabolismo aeróbico durante o jogo, a força muscular tem um papel significativo nas características força-tempo relacionadas à performance do futebol, particularmente sua forte relação com ações de elevada velocidade e intensidade (Loturco et al., 2018; Padulo et al., 2017).

Além da influência da força muscular em diversos fatores associados ao desempenho atlético, uma força muscular superior tem sido descrita como fator importante na diminuição do risco de lesões (Lehance et al., 2009).

Por isso, treinadores desportivos têm avaliado os atributos físicos dos jogadores para identificar o risco de lesões e planejar treinos específicos para a temporada de acordo com seus perfis.

Na literatura, “força muscular” refere-se à força máxima executada pelo músculo numa única contração voluntária (Knapik & Ramos, 1980). Por outro lado, a “potência muscular”, está relacionada à capacidade de uma força causar rotação numa alavanca (Duarte et al., 2018). O dinamómetro isocinético é considerado o “gold standard” para avaliar a função muscular estática e dinâmica em ambientes desportivos e de reabilitação (Delvaux et al., 2020; Gleeson & Mercer, 1996).

Este equipamento acomoda a resistência e executa uma velocidade angular constante (Duarte et al., 2018). A força dinâmica pode ser a medida mais comum da força de um indivíduo entre as opções de teste. A ação muscular concêntrica ocorre quando a tensão desenvolvida pelo músculo é superior à resistência que ele deve vencer, ocorrendo um encurtamento. Essas ações surgem na fase positiva da maioria dos exercícios de treino de força e podem contribuir para o desempenho de tarefas de velocidade e mudança de direção (Spiteri et al., 2014).

No entanto, a literatura também tem descrito a avaliação isocinética como um teste laboratorial e analítico que não reflete os aspetos funcionais dos movimentos dos membros envolvidos no desempenho do futebol (Lehance et al., 2009).

Consequentemente, as avaliações de salto vertical, como o salto de agachamento (SJ) e o salto de contramovimento (CMJ), têm sido recomendadas para determinar a força da parte inferior do corpo e avaliação do desequilíbrio muscular (Križaj et al., 2019; Loturco et al., 2018; Wisløff et al., 2004c). Apesar de exigir equipamentos específicos para avaliação (como plataformas de força, aplicativos de salto, entre outros), tanto o SJ quanto o CMJ são considerados testes de campo fáceis e confiáveis. O SJ avalia a capacidade de desenvolver força rapidamente exclusivamente durante o movimento

concêntrico, enquanto o CMJ avalia a capacidade de produzir força no ciclo alongamento-encurtamento (McGuigan et al., 2006).

No futebol, um estudo anterior procurou comparar a força dos músculos flexores do joelho tendo em conta o nível competitivo dos jogadores, referiu que os jogadores de elite apresentaram isquiotibiais mais fortes do que os jogadores não-elite e amadores (Cometti et al., 2001). Adicionalmente, a literatura tem descrito a capacidade de salto superior de jogadores de elite ($49,9 \pm 7,5$ cm) em comparação com jogadores de futebol não-elite ($43,9 \pm 6,9$ cm) (OSTOJIC, 2004). Esses resultados sublinham que os indivíduos envolvidos nos níveis competitivos mais altos tendem a superar seus colegas das divisões inferiores nas avaliações de força dos membros inferiores do corpo.

Enquanto isso, a força de preensão manual tem sido amplamente utilizada para determinar a força absoluta, que pode ser avaliada de forma simples e económica. Nos indivíduos com idade universitária, uma correlação forte e positiva foi observada entre a força de preensão manual e o desempenho da força máxima na extensão da perna numa repetição (Trosclair et al., 2011). Em vários contextos desportivos, ao comparar jogadores de diferentes níveis competitivos, os jogadores de elite mostraram resultados significativamente melhores no desempenho da força de preensão palmar do que seus pares (Cronin et al., 2017). Ainda assim, faltam dados sobre esse tópico entre jogadores de futebol.

De um modo geral, a literatura do futebol tem investigado as pesquisas voltadas para a avaliação da força. No entanto, os dados são limitados ao considerar as características dos indivíduos, como idade, nível competitivo e posição no campo. De facto, alguns relatórios existentes confirmam um perfil variado de força isocinética e desempenho de salto vertical entre jogadores em diferentes posições de campo (Costa Silva et al., 2015; Ruas et al., 2015; Tourny-Chollet et al., 2000). Em contrapartida, embora a força de preensão manual seja utilizada como teste de campo, poucos dados estão disponíveis sobre a relação entre o seu desempenho e o perfil dos jogadores. Portanto, este estudo teve como objetivo caracterizar indicadores de força de jogadores de futebol e analisar a variação de desempenho associada à idade, nível de competição e posição em campo.

Metodologia

Participaram neste estudo 83 jogadores de futebol masculino da primeira equipa (equipa A), segunda equipa (equipa B), sub-23 (S-23) e sub-19 (S-19). Vinte e dois jogadores eram da equipa A (idade = $25,9 \pm 4,2$ anos, altura = $181,9 \pm 6,3$ cm, massa corporal = $78,1 \pm 6,9$ kg), 17 jogadores da equipa B (idade = $22,3 \pm 1,8$ anos, estatura = $180,9 \pm 9,5$ cm, massa corporal = $78,5 \pm 11,6$ kg), 19 jogadores do escalão Sub-23 (idade = $20,6 \pm 1,5$ anos, estatura = $177,9 \pm 6,0$ cm, massa corporal = $72,9 \pm 9,2$ kg) e 25 jogadores do grupo Sub-19 (idade = $17,8 \pm 0,7$ anos, estatura = $176,8 \pm 6,4$ cm, massa corporal = $70,6 \pm 6,0$ kg). A idade foi dividida em duas categorias de acordo com a mediana (20,9). A equipa A disputava a I Liga Portuguesa, a equipa B disputava a IV Divisão Nacional de Portugal e as equipas Sub23 e Sub19 disputavam a principal Divisão Nacional nos seus escalões etários. No geral, os jogadores eram de 14 países diferentes, no entanto, a maioria deles ($n = 56$) eram portugueses. Todas as equipas faziam parte do mesmo clube. As avaliações foram realizadas no início da época desportiva e todos os participantes apresentavam-se saudáveis à data da recolha de dados. Os participantes foram testados para força estática, salto vertical e força muscular. Durante quatro dias consecutivos, cada equipa foi avaliada em um laboratório de desempenho físico seguindo a ordem de testes mencionada. Entre os testes, um intervalo de 5 minutos foi dado a cada participante para evitar os efeitos da fadiga acumulada.

Todos os procedimentos aplicados foram aprovados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Motricidade Humana, CEIFMH N.º 34/2021. A investigação foi conduzida de acordo com a Declaração de Helsinki, e o consentimento informado foi obtido dos responsáveis legais dos participantes menores de idade. Todas as avaliações dos testes foram realizadas por pessoal treinado da equipa de pesquisa, com experiência em cada protocolo.

Força Estática

Para avaliar a força estática foi utilizado o protocolo de força de prensão manual, que consiste em três tentativas alternadas para cada braço, realizadas através de um dinamómetro manual (Jamar Plus+, Chicago, IL, EUA). Os participantes foram instruídos a segurar o dinamómetro com uma mão, com o cotovelo na posição de 90° (Gerodimos,

2012). A partir desta posição, os participantes foram solicitados a apertar o mais forte possível durante cerca de dois segundos. O dinamómetro não podia entrar em contato com o corpo do participante, caso contrário, a tentativa era repetida. A melhor pontuação das três tentativas foi utilizada para análise.

Avaliação Salto Vertical

O CMJ e o SJ foram usados para avaliar a capacidade de salto vertical (Bosco et al., 1983). Os participantes realizaram quatro tentativas com 30 segundos de intervalo. Embora existam indicações que assegurem o descanso passivo de 1 minuto entre os saltos para garantir a recuperação muscular (Petrigna et al., 2019), o assunto não é consensual na literatura. No nosso estudo, devido a restrições de tempo para realizar todas as avaliações do protocolo, principalmente na equipa profissional, consideramos um período de 30s entre a realização do salto. Alguns estudos também apresentaram menos tempos de recuperação, como 20 segundos (Wu et al., 2019) e 30 segundos entre cada repetição de CMJ (Ishak et al., 2022). Os dados foram obtidos usando o sistema de análise e medição Optojump Next (Microgate, Bolzano, Itália). Os participantes foram encorajados a saltar até a altura máxima durante o teste. Após a explicação do protocolo, foram permitidas três tentativas experimentais para cada participante para garantir a execução correta.

Para o CMJ, os participantes começaram em pé, com os pés colocados na largura da anca até a largura dos ombros. Os participantes agacharam praticamente até 90° de flexão do joelho a partir desta posição, seguido de um salto vertical de esforço máximo. Para evitar a influência do balanço do braço, as mãos permaneceram na anca durante todo o movimento. A tentativa foi repetida se fosse observada flexão excessiva do joelho ou se as mãos fossem removidas da anca em qualquer ponto. Os participantes voltam à posição inicial após cada salto (S. Markovic et al., 2014). Para o SJ, os participantes começaram com uma posição de agachamento de aproximadamente 90° de flexão do joelho, seguido de um salto vertical de esforço máximo. Os participantes voltam à posição inicial após cada salto (S. Markovic et al., 2014).

Avaliação Flexão e Extensão do Joelho no Isocinético

Para determinar a força na flexão e extensão do joelho foi utilizado o dinamômetro Biodex System 4 Pro (Shirley, Nova Iorque, EUA). De salientar que foram utilizadas as velocidades angulares de 60°/s, 180°/s e 300°/s. Estas velocidades variam entre rápidas e lentas. As velocidades abaixo de 180°/s são consideradas lentas (Correia et al., 2017). Antes de começarem, os participantes foram solicitados a realizar um aquecimento numa bicicleta reclinada (Technogym Xt Pro 600 Recline, Cesena, Itália) durante 5 minutos. O nível de esforço na Bicicleta foi entre 4 e 5 enquanto a cadência foi entre 50 e 60 rotações por minuto. Após o aquecimento, os participantes foram solicitados a se sentar no dinamômetro de acordo com as diretrizes do fabricante, adotando uma postura de flexão da anca de 85° a partir da sua posição anatômica. O braço do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do joelho. O tronco, coxa e a perna (ligeiramente acima do maléolo medial) foram estabilizados através de cintos. De forma a definir a amplitude do movimento na extensão, no software, foi pedido para que os participantes fizessem extensão máxima do joelho. Em seguida, foi pedido para que estes fizessem flexão do joelho até 90° de amplitude. Tendo em conta que a força gravítica tem o seu contributo na fase da flexão do joelho, foi efetuada uma calibração individual para que o software consiga corrigir essa influência (Osternig, 1986). Para se fazer a essa correção é necessário que o participante esteja numa posição de aproximadamente 30° de flexão do joelho. No decorrer do teste, foi instruído aos participantes para manterem os braços cruzados com as mãos a tocar nos ombros opostos, mais concretamente na zona onde os cintos permanecem (Baltzopoulos et al., 1991). Durante a avaliação foi dado feedback positivo verbal de forma a incentivar os participantes a “chutar” e “puxar para trás” o mais forte e rápido possível. Foram efetuadas 5 repetições teste para cada velocidade antes de cada avaliação de forma a garantir a correta execução (De Ste Croix et al., 2017).

A sequencia utilizada foi a seguinte: (1) 5 repetições de extensão do joelho combinadas com 5 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 60°/s com um intervalo de 60 segundos após as repetições; (2) 10 repetições de extensão do joelho combinadas com 10 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 180°/s com um intervalo de 60 segundos após as repetições; (3) 10 repetições de extensão do joelho combinadas com 10 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 300°/s. Esta

sequência escolhida permite determinar o momento máximo de força, já que para velocidades mais lentas, as repetições pretendidas são entre 4 e 5, e para velocidades mais rápidas entre 6 a 10 repetições, com um tempo de descanso entre as séries de 60 a 160 segundos. A perna preferida foi testada primeiro, seguida da perna não preferida nas mesmas condições e após um intervalo de 3 minutos.

Os valores de momento máximo de força, trabalho total e potência média foram utilizados para análise. Uma descrição mais detalhada dessas variáveis é apresentada na Tabela 1 de acordo com o manual do fabricante (Biodex, 2021).

Tabela 1. Resumo das variáveis de força isocinética analisadas.

Variáveis	Unidades	Descrição
Momento máximo de Força	Newtons/metro (N·m)	Output mais forte durante uma repetição. Indicativo das capacidades de força muscular.
Trabalho Total	Joules (J)	A soma do trabalho para cada repetição executada. Representa um valor mais funcional do desempenho muscular, pois o trabalho é o torque sustentado ao longo do tempo num teste isométrico.
Potência Média	Watts (W)	A taxa média de execução do trabalho. Esta é a eficácia com que o músculo pode realizar o trabalho ao longo do tempo.

Estatística

As estatísticas descritivas são apresentadas como média (desvio padrão). O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para investigar diferenças gerais na força estática, salto vertical e força isocinética entre os grupos e verificar diferenças no desempenho de acordo com a posição do jogador em campo. O teste de Mann-Whitney foi realizado com ajuste de Bonferroni para os valores alfa para identificar testes post-hoc. Além disso, o teste de Mann-Whitney foi usado para investigar diferenças entre jogadores em jogadores mais velhos e mais jovens. Finalmente, uma regressão múltipla padrão foi conduzida para calcular a variância em cada indicador de força que pode ser explicado pela idade, nível competitivo e posição do jogador em campo. Todos os pressupostos da análise dos dados foram verificados. Todas as análises foram realizadas com o software IBM SPSS Statistics 26,0 (SPSS Inc., Chicago, EUA). O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$.

Resultados

Tabela 2. Comparação das performances de força estática e salto vertical entre jogadores mais jovens e mais velhos.

Variáveis	Jogadores Mais	Jogadores Mais	<i>p</i>	<i>r</i>
	Novos ($\leq 20,9$ anos)	Velhos ($>20,9$ anos)		
	Média (DP)	Média (DP)		
<i>Indicadores de Força</i>				
Preensão Manual Lado Direito (kg)	41,7 (7,8)	48,3 (6,4)	$\leq 0,001^*$	0,40
Preensão Manual Lado Esquerdo (kg)	41,4 (8,2)	45,1 (6,6)	0,012*	0,28
CMJ altura (cm)	35,9 (5,1)	39,3 (3,6)	$\leq 0,001^*$	0,39
SJ altura (cm)	35,3 (4,6)	37,5 (4,0)	0,016	0,27

*significativo após correção de Bonferroni ($p=0,013$); nas métricas de força estática e salto vertical, corrigindo o alfa através do método Bonferroni, reduzimos a taxa de erro Family-wise de volta para cerca de 5%; *r*, Eta ao quadrado.

A tabela 2 mostra o desempenho da força estática e salto vertical, de acordo com a idade dos jogadores. Em relação à força estática, os jogadores mais velhos apresentaram resultados globais melhores do que seus pares mais jovens. A mesma tendência foi observada na avaliação do salto vertical, apenas no CMJ ($p \leq 0,001$).

A Tabela 3 mostra o desempenho do movimento concêntrico de força isocinética de acordo com a idade dos jogadores. Após correção pelo método de Bonferroni, com uma expectativa, 300°/s Extensão do Joelho Direito, onde os jogadores mais velhos tiveram melhor desempenho que os mais jovens ($p < 0,001$), foram observadas diferenças não significativas entre as faixas etárias no restante da isocinética métricas concêntricas de força. Os jogadores mais velhos mostraram resultados significativamente melhores do que os jogadores mais jovens na potência média (PM) na extensão do joelho esquerdo (60°/s e 300°/s), extensão do joelho direito (60°/se 300°/s) e na flexão do joelho direito a 300°/s. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre jogadores mais velhos e mais jovens nos valores gerais de momento máximo de força e trabalho total. As diferenças bilaterais no momento máximo de força (MMF) na extensão do joelho

esquerdo vs. extensão do joelho direito e flexão do joelho esquerdo vs. flexão do joelho direito foi maior em jogadores mais jovens (0,9% - 5,2%) em comparação com jogadores mais velhos (0,2% - 3,8%).

Tabela 3. Comparação do desempenho do movimento concêntrico de força isocinética entre jogadores mais jovens e mais velhos.

Extensão Joelho Esquerdo		Flexão Joelho Esquerdo				Extensão Joelho Direito				Flexão Joelho Direito											
Jog. mais novos	Jog. mais velhos	Jog. mais novos	Jog. mais velhos	<i>p</i>	<i>r</i>	Jog. mais novos	Jog. mais velhos	<i>p</i>	<i>r</i>	Jog. mais novos	Jog. mais velhos	<i>p</i>	<i>r</i>	Jog. mais novos	Jog. mais velhos	<i>p</i>	<i>r</i>	Bilat. dif. (1a)	Bilat. dif. (1b)	Bilat. dif. (2a)	Bilat. dif. (2b)
Média (SD)	Média (SD)	Média (SD)	Média (SD)			Média (SD)	Média (SD)			Média (SD)	Média (SD)			Média (SD)	Média (SD)						
Momento Máximo de Força																					
60°/s (N·m)	192,8 (32,5)	189,3 (30,6)	0,554	0,07	113,6 (32,0)	103,8 (21,1)	0,217	0,14	191,0 (36,2)	189,6 (31,3)	0,58	0,06	0,90%	0,20%	111,8 (22,1)	103,5 (21,3)	0,213	0,14	1,60%	0,30%	
300°/s (N·m)	110,8 (20,0)	106,3 (16,3)	0,324	0,11	86,4 (19,3)	80,4 (15,3)	0,11	0,18	105,0 (15,9)	104,7 (16,2)	0,933	0,01	5,20%	1,50%	83,1 (17,2)	78,5 (18,6)	0,197	0,14	3,80%	2,40%	
Trabalho Total																					
60°/s (J)	763,8 (171,3)	767,5 (157,4)	0,946	0,01	522,7 (147,6)	511,3 (134,4)	0,964	0,01	759,1 (179,1)	769,9 (142,8)	0,778	0,03	0,60%	0,30%	523,1 (145,0)	504,6 (155,5)	0,942	0,01	0,10%	1,30%	
300°/s (J)	1039,8 (240,5)	973,9 (121,8)	0,373	0,1	711,1 (228,6)	686,5 (167,7)	0,735	0,04	1030,7 (186,3)	996,5 (145,1)	0,513	0,07	0,90%	2,30%	746,1 (188,1)	729,3 (174,5)	0,973	0,01	4,90%	6,20%	
Potência Média																					
60°/s (W)	144,1 (28,5)	164,8 (35,5)	0,019	0,26	92,7 (17,5)	103,0 (24,6)	0,03	0,24	142,3 (31,4)	163,5 (32,4)	0,005**	0,31	1,20%	0,80%	93,5 (16,9)	101,0 (29,7)	0,057	0,21	0,90%	1,90%	
300°/s (W)	300,3 (61,0)	349,9 (72,9)	0,005**	0,32	180,9 (65,8)	211,9 (62,9)	0,026	0,25	296,5 (55,0)	346,5 (51,3)	<0,001**	0,41	1,30%	1,00%	190,9 (58,6)	222,1 (59,6)	0,016	0,27	5,50%	4,80%	

**significativo após correção de Bonferroni ($p=0,008$); Jogadores mais jovens = $\leq 20,9$ anos; Jogadores mais velhos = $>20,9$ anos; Nas métricas concêntricas de força isocinética, corrigindo o alfa pelo método de Bonferroni, reduzimos a taxa de erro Family-wise de volta para cerca de 14%. Bilat. dif. (1a), Diferenças bilaterais entre extensão do joelho esquerdo e extensão do joelho direito em jogadores mais jovens; Bilat. dif. (1b), Diferenças bilaterais entre extensão do joelho esquerdo e extensão do joelho direito em jogadores mais velhos; Bilat. dif. (2a), Diferenças bilaterais entre Flexão do Joelho Esquerdo e Flexão do Joelho Direito em jogadores mais jovens; Bilat. dif. (2b), Diferenças bilaterais entre Flexão do Joelho Esquerdo e Flexão do Joelho Direito em jogadores mais velhos; *r*, Eta squared

A Tabela 4 resume à comparação entre grupos do desempenho em força estática e salto vertical considerando o nível competitivo dos jogadores. A equipa A apresentou valores significativamente superiores aos sub-23 e sub-19 em relação à força estática. A mesma tendência foi observada no salto vertical, com os jogadores da equipa A superando consideravelmente os seus pares.

Tabela 4. Comparação da força estática e salto vertical de acordo com o nível competitivo dos jogadores.

Variáveis	A Team (1)	B Team (2)	U-23 (3)	U-19 (4)	<i>p</i>	‡
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)		
<i>Indicadores de Força</i>						
Preensão Manual Lado Direito (kg)	49,0 (4,6)	48,1 (7,6)	44,2 (8,4)	39,7 (6,8)	≤ 0,001	1>3 e 4; 2>4; 3>4
Preensão Manual Lado Esquerdo (kg)	47,9 (6,5)	43,5 (6,6)	42,8 (8,1)	39,1 (6,8)	≤ 0,001	1>3 e 4; 2>4
CMJ altura (cm)	40,7 (4,3)	38,2 (3,5)	37,2 (4,2)	34,5 (4,5)	≤ 0,001	1>2, 3 e 4; 2>4; 3>4
SJ altura (cm)	38,4 (4,3)	37,3 (3,8)	35,3 (4,1)	34,7 (4,5)	0,019	1>3 e 4

DP (desvio padrão); CMJ (countermovement jump); SJ (squat jump); ‡ diferenças significativas entre os grupos

A Tabela 5 apresenta a comparação entre grupos do desempenho em métricas concêntricas de força isocinética considerando o nível competitivo dos jogadores. No MMF e TT (trabalho total) geral, os jogadores sub-19 apresentaram resultados significativamente melhores que os restantes grupos, exceto para a extensão do joelho direito e flexão do joelho a 300°/s. Na potência média, os jogadores da equipa A superaram seus pares, seguidos pelo grupo Sub-19.

Tabela 5. Comparação do desempenho do movimento concêntrico de força isocinética de acordo com o nível competitivo dos jogadores.

	<i>Extensão-Joelho Esquerdo</i>				p	‡	<i>Extensão-Joelho Direito</i>				p	‡
	A Team (1)	B Team (2)	U-23 (3)	U-19 (4)			A Team (1)	B Team (2)	U-23 (3)	U-19 (4)		
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)			Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)		
Momento Máximo de Força												
60°/s (N·m)	198,0 (29,6)	177,7 (32,8)	177,2 (27,0)	206,5 (28,2)	0,007	1>3; 2≤4; 3≤4	196,3 (26,7)	186,3 (36,1)	171,1 (37,7)	205,1 (26,5)	0,056	3≤4
300°/s (N·m)	108,4 (14,2)	106,6 (20,3)	99,2 (15,1)	119,1 (19,3)	0,027	3≤4	106,4 (12,7)	105,0 (20,1)	96,6 (14,1)	111,0 (15,4)	0,082	n.s
Trabalho Total												
60°/s (J)	808,9 (156,6)	722,0 (157,2)	674,2 (142,0)	838,5 (151,8)	0,007	1>3; 2≤4; 3≤4	811,1 (142,5)	747,4 (151,9)	666,2 (144,5)	820,5 (163,0)	0,022	1>3; 3≤4
300°/s (J)	1010,9 (106,1)	954,0 (156,7)	882,2 (141,4)	1160,3 (229,8)	≤0,001	1>3; 2≤4; 3≤4	1019,6 (115,0)	1019,5 (185,0)	886,7 (126,9)	1124,8 (159,9)	0,001	1>3; 3≤4
Potência Média												
60°/s (W)	172,4 (34,9)	155,8 (37,3)	154,1 (27,3)	134,1 (24,5)	0,011	1>4	167,5 (30,2)	163,7 (34,9)	151,6 (35,7)	130,3 (20,7)	0,002	1>4; 2>4
300°/s (W)	350,3 (37,7)	370,8 (109,0)	309,9 (45,6)	279,5 (58,9)	≤0,001	1>3 e 4; 2>4	353,1 (35,9)	355,0 (68,0)	313,9 (45,5)	270,0 (44,2)	≤0,001	1>3 e 4; 2>4; 3≤4
Flexão-Joelho Esquerdo												
Momento Máximo de Força												
60°/s (N·m)	111,2 (17,8)	94,5 (23,0)	95,1 (15,4)	129,3 (34,8)	≤0,001	1>2 e 3; 1≤4; 2≤4; 3≤4	107,9 (18,2)	96,5 (25,0)	97,7 (16,0)	125,0 (18,4)	≤0,001	1>3 e 1≤4; 2≤4; 3≤4
300°/s (N·m)	82,1 (11,7)	81,5 (20,9)	77,9 (16,1)	91,2 (20,0)	0,179		78,9 (13,5)	81,3 (25,6)	75,8 (12,5)	87,2 (19,9)	0,419	
Trabalho Total												
60°/s (J)	559,7 (129,5)	453,4 (141,9)	441,6 (104,6)	588,5 (132,5)	0,001	1>2 e 3; 2≤4; 3≤4	561,8 (141,7)	430,3 (167,2)	444,2 (90,3)	587,7 (140,8)	0,002	1>2 e 3; 2≤4; 3≤4
300°/s (J)	748,2 (164,0)	635,2 (176,6)	633,5 (124,3)	750,5 (277,3)	0,013	1>2 e 3; 3≤4	761,3 (139,7)	720,4 (224,5)	667,1 (128,4)	791,0 (216,5)	0,145	1>3
Potência Média												
60°/s (W)	111,7 (20,8)	91,4 (27,3)	98,2 (16,2)	86,9 (15,6)	0,003	1>3 e 4	108,9 (23,6)	89,6 (35,7)	97,5 (19,2)	89,5 (14,3)	0,018	1>4
300°/s (W)	232,8 (60,7)	199,7 (72,6)	193,7 (40,8)	155,6 (65,5)	0,002	1>3 e 4	237,5 (51,9)	214,4 (70,8)	206,7 (47,6)	165,5 (54,1)	0,003	1>4; 2>4; 3≤4

DP (desvio padrão); ‡ diferenças significativas entre os grupos; n.s (sem significância)

A Tabela 6 apresenta os resultados da força estática e salto vertical de acordo com a posição dos jogadores. Os guarda-redes e os defesas apresentaram melhores níveis de desempenho na habilidade de prensão manual e salto, no entanto, as diferenças não foram estatisticamente significativas

Tabela 6. Comparação da força estática e desempenho do salto vertical de acordo com a posição de campo dos jogadores.

<i>Indicadores de Força</i>	GR (1)	DEF (2)	MED (3)	AT (4)	<i>p</i>	‡
	Média ±	Média ±	Média ±	Média ±		
	DP	DP	DP	DP		
Preensão Manual Lado Direito (kg)	45,8 (9,5)	48,1 (7,6)	44,2 (8,4)	39,7 (6,8)	0,554	n.s.
Preensão Manual Lado Esquerdo (kg)	43,9 (8,3)	43,5 (6,6)	42,8 (8,1)	39,1 (6,8)	0,398	n.s.
CMJ altura (cm)	38,4 (5,2)	38,2 (3,5)	37,2 (4,2)	34,5 (4,5)	0,939	n.s.
SJ altura (cm)	36,6 (3,8)	37,3 (3,8)	35,3 (4,1)	34,7 (4,5)	0,985	n.s.

DP (desvio padrão); GR (guarda-redes); DEF (Defesa); MED (Médio); AT (Avançado); CMJ (countermovement jump); SJ (squat jump); ‡ diferenças significativas entre os grupos; ns. (sem significância)

A Tabela 7 apresenta os resultados do desempenho da força isocinética de acordo com a posição em campo. Os atacantes consistentemente apresentaram pontuações um pouco melhores que os meio-campistas nas variáveis avaliadas. Além disso, entre todos os grupos, os atacantes apresentaram resultados médios mais elevados em relação à flexão e extensão do joelho direito nas diferentes velocidades angulares avaliadas. No entanto, essas diferenças gerais não foram estatisticamente significativas.

Tabela 7. Comparação do desempenho do movimento concêntrico de força isocinética de acordo com a posição dos jogadores em campo.

	<i>Extensão-Joelho Esquerdo</i>						<i>Extensão-Joelho Direito</i>					
	GR (1)	DEF (2)	MED (3)	AT (4)	p	‡	GR (1)	DEF (2)	MED (3)	AT (4)	p	‡
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)			Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)		
Momento Máximo de Força												
60°/s (N·m)	202,9 (27,0)	194,4 (31,4)	182,8 (35,3)	194,5 (25,2)	0,287	n.s.	196,3 (26,7)	186,3 (36,1)	171,1 (37,7)	205,1 (26,5)	0,056	3 ≤ 4
300°/s (N·m)	117,2 (17,8)	107,4 (18,1)	104,4 (20,6)	113,3 (13,3)	0,190	n.s.	104,2 (8,4)	106,0 (15,6)	100,4 (17,1)	109,9 (15,6)	0,439	n.s.
Trabalho Total												
60°/s (J)	857,9 (177,7)	757,6 (149,5)	744,3 (186,1)	782,3 (143,7)	0,352	n.s.	772,1 (146,1)	762,1 (161,0)	743,5 (156,9)	798,0 (174,3)	0,705	n.s.
300°/s (J)	1096,4 (189,4)	989,4 (173,4)	1002,2 (237,2)	1005,2 (130,4)	0,712	n.s.	984,7 (68,2)	1021,6 (171,8)	988,7 (180,8)	1042,9 (157,6)	0,854	n.s.
Potência Média												
60°/s (W)	170,2 (34,4)	157,5 (35,2)	146,5 (32,1)	159,5 (34,1)	0,296	n.s.	160,2 (31,3)	155,2 (40,3)	145,3 (28,8)	161,0 (29,4)	0,355	n.s.
300°/s (W)	331,4 (37,7)	320,3 (69,5)	313,0 (52,9)	353,8 (98,8)	0,606	n.s.	303,1 (70,4)	327,1 (68,8)	316,4 (57,1)	332,1 (40,1)	0,744	n.s.
<hr/>												
<i>Flexão-Joelho Esquerdo</i>						<i>Flexão-Joelho Direito</i>						
Momento Máximo de Força												
60°/s (N·m)	113,8 (15,6)	112,5 (35,7)	102,0 (21,3)	110,3 (22,4)	0,626	n.s.	113,3 (15,3)	106,8 (24,6)	101,8 (21,5)	114,8 (18,9)	0,173	n.s.
300°/s (N·m)	80,5 (8,7)	87,5 (17,4)	78,5 (19,0)	84,7 (16,1)	0,173	n.s.	74,6 (14,7)	86,1 (19,9)	76,7 (17,9)	80,4 (15,1)	0,234	n.s.
Trabalho Total												
60°/s (J)	517,2 (135,4)	509,3 (145,4)	515,6 (140,6)	528,9 (143,7)	0,955	n.s.	513,5 (156,8)	499,7 (159,9)	516,9 (152,4)	528,0 (140,7)	0,964	n.s.
300°/s (J)	641,7 (247,9)	697,1 (205,1)	724,8 (204,3)	677,0 (172,8)	0,941	n.s.	589,7 (202,7)	767,5 (206,1)	734,8 (192,8)	739,6 (76,0)	0,377	n.s.
Potência Média												
60°/s (W)	103,0 (29,8)	97,7 (22,6)	95,7 (20,6)	101,0 (22,4)	0,777	n.s.	104,8 (28,8)	95,3 (29,5)	95,6 (20,3)	101,1 (22,6)	0,696	n.s.
300°/s (W)	184,2 (87,4)	196,4 (77,8)	197,2 (45,5)	202,6 (70,4)	0,933	n.s.	169,2 (87,7)	213,7 (72,8)	206,3 (50,7)	210,7 (46,0)	0,755	n.s.

DP (desvio padrão); GR (guarda-redes); DEF (defesa); MED (Médio); AT (avançado); ‡ diferenças significativas entre os grupos; n.s. (sem significância)

Finalmente, uma regressão múltipla padrão foi realizada para calcular a variância em cada indicador de força que pode ser explicado pela idade, nível competitivo e posição do jogador em campo. No modelo, o nível competitivo foi o preditor mais forte de preensão manual do lado direito ($\beta = -0,63$; $p < 0,001$), preensão manual do lado esquerdo ($\beta = -0,60$; $p < 0,001$) e altura máxima CMJ ($\beta = -0,36$; $p = 0,029$). A variância em cada uma dessas variáveis explicadas pelo modelo variou entre 21% e 25%. Entre as métricas de força isocinética, na potência média, novamente o nível competitivo apresentou a maior variação em todas as métricas analisadas ($-0,43 < \beta < -0,76$; $p < 0,004$). A variação em cada métrica de potência média explicada pelo modelo variou entre 22% e 33%.

Discussão de Resultados

Neste estudo, jogadores do nível competitivo mais alto (equipa A) apresentaram aumento geral da força da parte inferior do corpo em comparação com seus pares, principalmente por meio de sua maior capacidade de salto vertical e desempenho superior em avaliações isocinéticas, mesmo após o controle pela idade. No geral, os jogadores mais velhos superaram seus pares mais jovens em relação ao salto vertical, força estática e potência média na força isocinética.

A literatura verificada descreveu o aumento da capacidade de salto de jogadores em níveis competitivos mais altos em comparação com aqueles que competem em divisões inferiores (Gissis et al., 2006; Keiner et al., 2021; OSTOJIC, 2004). Este estudo comprova esta tendência uma vez que o grupo de jogadores profissionais (equipa A) supera significativamente seus pares de divisão inferior no SJ como no CMJ. Além disso, a equipa A também apresentou resultados substancialmente mais altos na prensa de mão, o que é um forte indicador de força geral (Cronin et al., 2017). Estas descobertas suportam a ideia de que a força explosiva é uma das habilidades musculares que distingue as equipas de elite de outras equipas que jogam em campeonatos menos competitivos. Além disso, a força estática ou isométrica também deve ser considerada como uma habilidade muscular potencial que distingue o nível do jogador. Esses dados proporcionam novos conhecimentos e reforçam a importância de testar e incluir o treino de força complementar em todos os níveis competitivos para melhorar a resposta muscular à competição.

Em relação à força isocinética, a literatura tem apontado que o valor do PT a 60°/s durante a flexão e extensão do joelho foi maior em futebolistas profissionais do que em categorias inferiores (Beato, Young, et al., 2021; Parpa & Michaelides, 2017). Em investigações anteriores realizadas com jogadores profissionais de futebol, o MMF variou entre 237,3 n/m e 283,4 n/m em 60°/s de extensão de joelho e entre 174,4 n/m e 177,8 n/m em 60° /s de flexão do joelho (Beato, Young, et al., 2021; Parpa & Michaelides, 2017), que é ligeiramente superior aos nossos resultados para o mesmo tipo de amostra.

Enquanto isso, os jogadores mais velhos (idade > 20,9 anos) apresentaram valores significativamente mais altos nas tarefas de salto vertical do que os jogadores mais jovens. De facto, pesquisas anteriores demonstraram ganhos na força muscular da perna com o desenvolvimento em jogadores de futebol (Nikolaidis P.T., 2014). A análise do desempenho em força isocinética também suporta o nível superior de potência de perna entre jogadores mais velhos, nomeadamente em potência média (em todas as velocidades angulares avaliadas), que é um indicador explosivo de força (Križaj et al., 2019). Segundo a literatura, a força explosiva está relacionada à capacidade de aumentar a força a partir de um nível baixo ou de repouso (Aagaard et al., 2002). Em contraste, a força máxima está relacionada à maior força que um grupo muscular pode produzir (Stone et al., 2005). Embora a força máxima possa ser uma base para desenvolver a força explosiva, o processo de treino dos jogadores pode privilegiar conteúdos focados no aperfeiçoamento de uma capacidade individual (por exemplo, usar o treino pliométrico para promover a força explosiva da parte inferior do corpo).

Embora a literatura anterior tenha mencionado que a atividade funcional específica dos jogadores de acordo com sua posição em campo influencia o perfil variado de desempenho da força isocinética (Śliwowski et al., 2017), as nossas análises não mostraram diferenças substanciais entre os grupos. Um estudo realizado em 111 jogadores internacionais de elite da primeira divisão da Polónia concluiu que os guarda-redes e os meio-campistas centrais tinham níveis de força MMF mais baixos nos 60°/s em comparação com posições de outros jogadores (Śliwowski et al., 2017). Diferentes resultados foram obtidos por (Sporis et al., 2009), relatando que defesas, meio-campistas e atacantes apresentam performances de salto semelhantes, enquanto os goleiros superam

seus pares (Sporis et al., 2009). Os nossos resultados estão, parcialmente, de acordo com este estudo. Embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, observou-se uma capacidade de salto superior tanto dos guarda-redes como dos defesas, enquanto os atacantes apresentaram piores níveis de desempenho. Identificamos que a literatura sobre o tema ainda é escassa, o que reforça a necessidade de trabalhos futuros que avaliem o perfil de indicadores de força isocinética de acordo com a posição em campo. No entanto, uma vez que a força muscular está fortemente relacionada com as tarefas de velocidade e agilidade (Loturco et al., 2018; Padulo et al., 2017), que é um fator determinante para o sucesso no jogo, é altamente recomendável considerar o desenvolvimento da força explosiva da parte inferior do corpo de posições/funções de campo específicas durante o processo de treino dos jogadores de futebol. O delineamento transversal e a falta de informações sobre o processo de treino de cada grupo representam algumas das limitações deste estudo. Além disso, apenas os dados referentes ao modo de contração concêntrica foram avaliados. A análise dos valores de contração excêntrica forneceria um relatório muito mais informativo do músculo e da relação funcional que contempla a flexão excêntrica MMF e a extensão concêntrica MMF (Aagaard et al., 1998). Finalmente, não controlamos a dominância lateral nas avaliações isocinéticas, o que é crítico porque os valores de direita e esquerda não devem ser interpretados da mesma forma. Para lidar com essa limitação, analisamos profundamente as diferenças bilaterais considerando as faixas etárias (Tabela 3). Considerando a medição do momento máximo de força, concluímos que as diferenças bilaterais variaram entre 0,2% a 5,2%, o que é considerado normal, ou seja, sem défices contralaterais de acordo com dados normativos (Sapega, 1990).

Conclusão

Este estudo, que inclui uma amostra profissional, contribui para aumentar o conhecimento dos indicadores de força dos jogadores de futebol, particularmente na parte inferior do corpo. Independentemente da idade, um nível altamente competitivo diferencia os jogadores de futebol nas métricas de força estática, salto vertical e força isocinética analisadas. Esta informação é de grande valia para os treinadores, sublinhando a necessidade de conceber e incluir conteúdos específicos de força durante o treino para atingir níveis competitivos mais elevados. Por fim, recomenda-se o desenvolvimento de

trabalhos futuros que possam considerar dados longitudinais referentes às variáveis analisadas.

4. Artigo 2 - Associações entre salto vertical e avaliação de força isocinética em jogadores profissionais de futebol

Introdução

O futebol inclui ações físicas explosivas que exigem força, potência e agilidade para alcançar desempenhos elevados (Katushabe & Kramer, 2020). Estes são principalmente movimentos de alta velocidade e mudanças de direção com breves períodos de recuperação (Buchheit et al., 2010; Dellal et al., 2010). Portanto, a capacidade de gerar força muscular é um preditor reconhecido do desempenho desportivo (Aksović et al., 2020; França et al., 2021; Padulo et al., 2017; Peñailillo et al., 2016). No entanto, a medição direta é difícil e muitas vezes intangível, especialmente para os treinadores, por isso o salto vertical tem sido frequentemente usado como uma medida indireta da força dos membros inferiores (Darmiento et al., 2012).

De acordo com a literatura, a capacidade de salto de um jogador de futebol é um influenciador de seu desempenho no jogo (Kotzamanidis et al., 2005). De facto, o movimento de salto está relacionado com a coordenação entre os membros, rigidez, tipo de fibra muscular e força máxima (Baker, 1996; Bobbert & van Ingen Schenau, 1988), que são aspetos cruciais do desempenho da ação do jogo. Assim, a conscientização sobre a aplicação e monitoramento do salto vertical como um indicador da força explosiva da parte inferior do corpo aumentou devido à sua praticidade, confiabilidade e sensibilidade no acompanhamento de mudanças durante a temporada de futebol (Arnason et al., 2004; Stølen et al., 2005).

Frequentemente, o SJ e o CMJ têm sido usados como ferramentas de monitoramento nos desportos (Taylor et al., 2012). Estudos anteriores, melhores resultados no desempenho de SJ e CMJ foram observados nos jogadores de futebol de elite em comparação com jogadores de divisões inferiores (Arnason et al., 2004; Mujika et al., 2009). No entanto, a dinamometria isocinética é considerada o instrumento “gold-standard” para avaliação das capacidades musculares em condições controladas (Alt et

al., 2020). A potência é o produto do momento articular e da velocidade angular, parâmetro frequentemente utilizado para avaliar a capacidade do indivíduo de produzir altas forças em alta velocidade de movimento (Perrine & Edgerton, 1978).

A literatura do futebol geralmente explora as pesquisas voltadas para a avaliação da força. No entanto, os dados são limitados quando se considera a associação entre o desempenho da dinamometria isocinética e os testes de salto vertical. Portanto, este estudo teve como objetivo explorar a relação entre variáveis selecionadas de força isocinética, como momento máximo de força a potência média, o SJ e o desempenho do CMJ.

Metodologia

Oitenta e três futebolistas masculinos de um clube de futebol profissional de Portugal (idade= $21,7 \pm 0,5$ anos, altura= $179,3 \pm 3,9$ cm e massa corporal = $74,6 \pm 9$ kg). Esses jogadores têm um número médio de treinos de 230 na temporada e uma média de jogos de 31 jogos numa temporada.

No geral, os jogadores eram de 14 países diferentes; no entanto, a maioria ($n = 56$) era portuguesa. As avaliações foram realizadas no início da temporada desportiva, todos os participantes estavam saudáveis durante a recolha dos dados. Os participantes foram avaliados quanto ao salto vertical e força muscular. Cada jogador foi avaliado num laboratório de desempenho físico seguindo a ordem de testes mencionada por quatro dias consecutivos. Entre os testes, um intervalo de 5 minutos foi dado a cada participante para evitar os efeitos da fadiga acumulada.

Todos os procedimentos aplicados foram aprovados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Motricidade Humana, CEIFMH nº 34/2021. A investigação foi conduzida de acordo com a Declaração de Helsinki, e o consentimento informado foi obtido dos responsáveis legais dos participantes menores de idade. Todas as avaliações dos testes foram realizadas por pessoal treinado da equipa de pesquisa, com experiência em cada protocolo.

Avaliação de Salto Vertical

O CMJ e o SJ foram utilizados para avaliar a capacidade de salto vertical (Bosco et al., 1983). Os participantes realizaram quatro tentativas de coleta de dados com 30 segundos de intervalo. Embora seja recomendado 60 segundos de descanso passivo entre os saltos para garantir a recuperação muscular (Petrigna et al., 2019), a questão não é consensual na literatura. No nosso estudo, devido a restrições de tempo para realizar todas as avaliações do protocolo, principalmente na equipa profissional, consideramos um período de repouso de 30 segundos entre a realização do salto. Alguns estudos também apresentaram tempos de recuperação mais curtos, como os 20 segundos (Wu et al., 2019) e 30 segundos entre cada repetição do CMJ (Ishak et al., 2022). Os dados foram coletados usando o sistema de análise e medição Optojump Next (Microgate, Bolzano, Itália). Os participantes foram encorajados a saltar até a altura máxima durante o teste. Após a explicação do protocolo, cada participante teve três tentativas experimentais para garantir a execução correta. Para o CMJ, os participantes começaram de pé, com os pés colocados na largura da anca e/ou na largura dos ombros. Os participantes flexionaram os joelhos em aproximadamente 90° e a partir desta posição, efetuaram um salto vertical de esforço máximo. Para evitar a influência do balanço do braço, as mãos permaneceram na anca durante todo o movimento. A tentativa era repetida se as mãos fossem removidas da anca em qualquer momento. Após cada salto, os participantes voltavam à posição inicial (S. Markovic et al., 2014). Para o SJ, os participantes iniciaram numa posição de agachamento de aproximadamente 90° de flexão do joelho, seguido de um salto vertical de esforço máximo. A tentativa foi repetida se um movimento de avanço das pernas fosse percebido e/ou se as mãos fossem removidas da anca em qualquer momento. Os participantes voltam à posição inicial após cada salto (S. Markovic et al., 2014).

Avaliação de força isocinética

Para determinar a força na flexão e extensão do joelho foi utilizado o dinamómetro Biodex System 4 Pro (Shirley, Nova Iorque, EUA). De salientar que foram utilizadas três velocidades angulares, 60°/s, 180°/s e 300°/s. Estas velocidades variam entre rápidas e lentas. As velocidades abaixo de 180°/s são consideradas lentas (Correia et al., 2017). Antes de começarem, os participantes foram solicitados a realizar um aquecimento numa bicicleta reclinada (Technogym Xt Pro 600 Recline, Cesena, Itália) durante 5 minutos. O

nível de esforço na Bicicleta foi entre 4 e 5 enquanto a cadência foi entre 50 e 60 rotações por minuto. Após o aquecimento, os participantes foram solicitados a se sentar no dinamômetro de acordo com as diretrizes do fabricante, adotando uma postura de flexão da anca de 85° a partir da sua posição anatômica. O braço do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do joelho. O tronco, coxa e a perna (ligeiramente acima do maléolo medial) foram estabilizados através de cintos. De forma a definir a amplitude do movimento na extensão, no software, foi pedido para que os participantes fizessem extensão máxima do joelho. Em seguida, foi pedido para que estes fizessem flexão do joelho até 90° de amplitude. Tendo em conta que a força gravítica tem o seu contributo na fase da flexão do joelho, foi efetuada uma calibração individual para que o software consiga corrigir essa influência (Osternig, 1986). Para se fazer a essa correção é necessário que o participante esteja numa posição de aproximadamente 30° de flexão do joelho. No decorrer do teste, foi instruído aos participantes para manterem os braços cruzados com as mãos a tocar nos ombros opostos, mais concretamente na zona onde os cintos permanecem (Baltzopoulos et al., 1991). Durante a avaliação foi dado feedback positivo verbal de forma a incentivar os participantes a “chutar” e “puxar para trás” o mais forte e rápido possível. Foram efetuadas 5 repetições teste para cada velocidade antes de cada avaliação de forma a garantir a correta execução (De Ste Croix et al., 2017).

A sequencia utilizada foi a seguinte: (1) 5 repetições de extensão do joelho combinadas com 5 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 60°/s com um intervalo de 60 segundos após as repetições; (2) 10 repetições de extensão do joelho combinadas com 10 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 180°/s com um intervalo de 60 segundos após as repetições; (3) 10 repetições de extensão do joelho combinadas com 10 repetições de flexão do joelho na velocidade angular de 300°/s. Esta sequência escolhida permite determinar o momento máximo de força, já que para velocidades mais lentas, as repetições pretendidas são entre 4 e 5, e para velocidades mais rápidas entre 6 a 10 repetições, com um tempo de descanso entre as séries de 60 a 160 segundos. A perna preferida foi testada primeiro, seguida da perna não preferida nas mesmas condições e após um intervalo de 3 minutos.

Pico de Torque (ou momento máximo de força, MMF) é um indicativo da força muscular e é medido através do valor máximo de força alcançado na execução (Biodex,

2021). A potência média (PM) é a taxa média de execução do trabalho, mostrando com que eficácia o músculo produz força durante o tempo (Biodex, 2021).

Estatística

As estatísticas descritivas são apresentadas como médias (desvio padrão). Todos os dados foram verificados quanto à normalidade usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. As correlações de Pearson foram usadas para explorar a força e a direção da relação linear entre idade, salto vertical e parâmetros de força isocinética. Todas as análises foram realizadas com o software IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$.

Resultados

Tabela 1. Estatísticas descritivas para idade e composição corporal de jogadores de futebol (n = 83).

Variáveis	Média ± DP
IC (anos)	21,7 ± 0,5
CMJ (cm)	38,0 ± 0,6
SJ (cm)	36,7 ± 0,5
Altura (cm)	179,3 ± 3,9
Massa Corporal (kg)	74,6 ± 9
IMC (kg/m ²)	23,2 ± 1,7
MG (kg)	9,3 ± 3,0
MME (kg)	37,3 ± 4,4

IC (Idade cronológica); CMJ (countermovement jump); SJ (squat jump); IMC (Índice massa corporal); MG (Massa gorda); MME (Massa Muscular Esquelética)

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para idade e composição corporal. A Tabela 2 resume as estatísticas descritivas para avaliação da força isocinética nas velocidades angulares de 60°/s, 180°/s e 300°/s. No geral, os valores de MMF e PM para extensão do joelho foram maiores do que para flexão do joelho. Por outro lado, o desempenho do MMF diminuiu com o aumento da velocidade angular.

Tabela 2. Estatística descritiva para avaliação da força muscular do joelho considerando diferentes velocidades angulares.

Movimento	Variável	Velocidade Angular	Perna Direita	Perna Esquerda
			Média ± DP	Média ± DP
Extensão	MMF (N/m)	60°/s	190.2 ± 3.9	191.0 ± 3.7
	PM (W)		153.5 ± 3.9	155.0 ± 4.0
	MMF (N/m)	180°/s	136.4 ± 2.7	139.0 ± 2.8
	PM (W)		282.4 ± 5.7	283.4 ± 5.9
	MMF(N/m)	300°/s	104.8 ± 1.9	108.4 ± 2.1
	PM (W)		322.9 ± 6.9	326.5 ± 8.4
Flexão	MMF (N/m)	60°/s	107.4 ± 2.6	108.4 ± 3.2
	PM (W)		97.4 ± 2.9	98.2 ± 2.6
	MMF (N/m)	180°/s	87.3 ± 2.1	87.6 ± 2.0
	PM (W)		187.5 ± 5.7	186.6 ± 5.0
	MMF(N/m)	300°/s	80.7 ± 2.1	83.2 ± 2.1
	PM (W)		207.3 ± 7.2	197.3 ± 7.7

DP (Desvio Padrão); MMF (Momento máximo de força); PM (Potência média)

Tabela 3 – Coeficientes de correlação significativos entre idade, salto vertical e parâmetros de potência isocinética da perna direita em jogadores de futebol masculino (n=83)

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. IC	-	.38**	.45**			.28*		.37**	
2. SJ		-	.87**					.30*	.27*
3. CMJ			-			.29*		.38**	.30*
4. PM_EJ_60°/s				-	.65**	.75**	.63**	.63**	.55**
5. PM_FJ_60°/s					-	.50**	.74**	.35**	.47**
6. PM_EJ_180°/s						-	.67**	.86**	.65**
7. PM_FJ_180°/s							-	.59**	.82**
8. PM_EJ_300°/s								-	.76**
9. PM_FJ_300°/s									-

IC (Idade cronológica); SJ (squat jump altura máxima); CMJ (countermovement jump altura máxima); PM_EJ (Potência média da extensão joelho); PM_FJ (Potência média da flexão joelho)

Tabela 4 – Coeficientes de correlação significativos entre idade, salto vertical e parâmetros de potência isocinética da perna esquerda em jogadores de futebol masculino (n=83)

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. IC	-	.38**	.45**			.25*		.25*	
2. SJ		-	.87**					.26*	
3. CMJ			-			.28*		.31**	.25*
4. PM_EJ_60°/s				-	.82**	.83**	.68**	.57**	.52**
5. PM_FJ_60°/s					-	.63**	.70**	.47**	.51**
6. PM_EJ_180°/s						-	.74**	.66**	.63**
7. PM_FJ_180°/s							-	.56**	.85**
8. PM_EJ_300°/s								-	.66**
9. PM_FJ_300°/s									-

IC (Idade cronológica); SJ (squat jump altura máxima); CMJ (countermovement jump altura máxima); PM_EJ (Potência média da extensão joelho); PM_FJ (Potência média da flexão do joelho)

As Tabelas 3 e 4 resumem os coeficientes de correlação significativa entre idade, salto vertical e força muscular. Uma relação forte e positiva foi observada entre idade decimal e o SJ e CMJ (SJ: $r = 0,38$, $p \leq 0,01$; CMJ: $r = 0,45$, $p \leq 0,01$), indicando que jogadores mais velhos saltaram mais alto do que seus pares mais jovens. A idade também se correlacionou forte e positivamente com a potência média na extensão do joelho nos 180°/s e 300°/s, tanto para o membro direito quanto para o esquerdo.

Foi observada uma relação significativa e positiva entre o desempenho de SJ e CMJ ($r = 0,87$, $p \leq 0,01$). Entre as tarefas de salto vertical, o CMJ apresentou o maior número de correlações com as variáveis de força muscular, principalmente na avaliação de 300°/s ($0,25 > r < 0,38$, $p \leq 0,05$).

Correlações significativas e positivas foram encontradas entre o CMJ e a potência média na extensão do joelho a 180°/s ($0,28 \leq r \leq 0,2$, $p \leq 0,05$) e 300°/s ($0,31 \leq r \leq 0,38$, $p \leq 0,05$). O CMJ também apresentou forte relação com potência média na flexão do joelho a 300°/s ($0,25 \leq r \leq 0,30$, $p \leq 0,05$).

Existe uma forte correlação positiva entre potência média na extensão do joelho e a potência média na flexão do joelho em todas as velocidades angulares ($0,35 \leq r \leq 0,97$, $p \leq 0,05$).

No geral, as tabelas 3 e 4 fornecem informações importantes sobre as relações entre idade, salto vertical e parâmetros de força isocinética em jogadores de futebol masculino. Os parâmetros de força isocinética também estão fortemente relacionados com a altura CMJ e SJ, indicando que podem ser importantes preditores de potência de membros inferiores em jogadores de futebol.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação significativos entre idade, salto vertical e parâmetros de força isocinética da perna direita em jogadores de futebol masculino (n=83)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. IC	-	.38**	.45**						
2. SJ		-	.87**						
3. CMJ			-						
4. MMF_EJ_60°/s				-	.70**	.86**	.71**	.78**	.60**
5. MMF_FJ_60°/s					-	.62**	.84**	.53**	.60**
6. MMF_EJ_180°/s						-	.74**	.90**	.51**
7. MMF_FJ_180°/s							-	.73**	.73**
8. MMF_EJ_300°/s								-	.63**
9. MMF_FJ_300°/s									-

IC (Idade cronológica); SJ (squat jump altura máxima); CMJ (countermovement jump altura máxima); MMF_EJ (Momento máximo de força da extensão do joelho); MMF_FJ (Momento máximo de força da flexão do joelho)

Tabela 6 – Coeficientes de correlação significativos entre idade, salto vertical e parâmetros de força isocinética da perna esquerda em jogadores de futebol masculino (n=83)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. IC	-	.38**	.45**						
2. SJ		-	.87**						
3. CMJ			-						
4. MMF_EJ_60°/s				-	.70**	.84**	.75**	.74**	.67**
5. MMF_FJ_60°/s					-	.59**	.81**	.43**	.56**
6. MMF_EJ_180°/s						-	.76**	.93**	.68**
7. MMF_FJ_180°/s							-	.69**	.73**
8. MMF_EJ_300°/s								-	.64**
9. MMF_FJ_300°/s									-

IC (Idade cronológica); SJ (squat jump altura máxima); CMJ (countermovement jump altura máxima); MMF_EJ (Momento máximo de força da extensão do joelho); MMF_FJ (Momento máximo de força da flexão do joelho)

As Tabelas 5 e 6 resumem as relações significativas e positivas entre a idade e tanto o SJ ($r = 0,38$, $p \leq 0,01$) quanto o salto contramovimento CMJ ($r = 0,45$, $p \leq 0,01$). No geral, também houve uma correlação forte e positiva entre o desempenho do SJ e do CMJ ($r = 0,87$, $p \leq 0,01$).

Finalmente, existe também uma forte correlação positiva entre MMF_FJ e MMF_EJ em todas as velocidades angulares ($0,38 \leq r \leq 0,93$, $p \leq 0,05$).

Discussão de Resultados

Este estudo teve como objetivo explorar a relação entre variáveis de força muscular e tarefas de salto vertical em jogadores profissionais de futebol. Os resultados indicam uma relação significativa e positiva entre o salto vertical e a avaliação da força isocinética, principalmente a 300°/s.

Em geral, a avaliação da força isocinética não responde as velocidades angulares alcançadas em movimentos desportivos, já que a performance de alguns movimentos

desportivos pode chegar a 7000°/s. Portanto, a avaliação a 300°/s foi usada para determinar a potência (Correia et al., 2017).

Os resultados indicam uma forte relação entre o CMJ, o SJ e a PM na maior velocidade angular isocinética (300°/s), o que é consistente com a literatura anterior (Iossifidou et al., 2007). Este resultado pode ser explicado uma vez que os testes de salto vertical (CMJ e SJ têm sido usados como medidas preditivas de potência muscular (G. Markovic et al., 2004b; Mclellan et al., 2011; Quagliarella et al., 2011) e a força isocinética a avaliação a 300°/S também pode representar a potência muscular (Correia et al., 2017), pelo que os saltos verticais e a avaliação da força isocinética, podem ser utilizados como medidas complementares de avaliação da potência muscular dos jogadores pelos agentes desportivos e treinadores.

No presente estudo, não foi observada relação significativa entre MMF_EJ e altura dos saltos, o que está de acordo com pesquisas anteriores sobre o tema (Delvaux et al., 2020; Kabacinski et al., 2022b; Śliwowski et al., 2018).

No entanto, MMF_EJ e altura do salto foram fortemente relacionados ao desempenho da força isocinética em avaliações anteriores feitas. Um estudo de (Özçakar et al., 2003) com jogadores de futebol de elite que fizeram avaliação de força isocinética a uma velocidade angular de 60°/s e fizeram o SJ e o CMJ, mostrou relações positivas entre o momento máximo de força a 60°/s e o CMJ, Desempenho SJ. Um estudo de (Pääsuke et al., 2001), com uma população diferente (atletas de salto de esqui e de cortamato de esqui) demonstrou relação positiva entre momento máximo de força a 60°/s e desempenho CMJ e SJ. Finalmente, um estudo com 29 estudantes de educação física verificou uma relação positiva entre a avaliação isocinética da força do joelho (60°/s, 120°/s e 180°/s) e o desempenho do salto vertical (CMJ e SJ) (Tsiokanos et al., 2002).

Embora o salto vertical seja uma tarefa multiarticular de cadeia fechada envolvendo movimentos do tipo alongamento-encurtamento e coordenação muscular complexa, a extensão do joelho tem um papel substancial em seu desempenho (Goodwin et al., 1999). Portanto, os extensores do joelho são os músculos estimulados principalmente nos saltos verticais (Lehnert et al., 2013; Mackala et al., 2013; Rodacki et al., 2002).

Algumas limitações são apresentadas neste estudo, uma vez que a avaliação do salto bilateral foi comparada com a avaliação da força isocinética unilateral. Recomenda-se a utilização do salto unipodal em futuras pesquisas sobre o tema, o que poderá ser bem mais informativo na comparação com o desempenho da força isocinética. Além disso, os dados apresentados são transversais, o que limita as conclusões causa-efeito. No entanto, esses resultados trazem informações importantes para os envolvidos no processo de treino do futebol devido às exigências do futebol em um nível altamente competitivo. Uma vez que os jogadores que estão em um nível competitivo mais alto têm mais potência de membros inferiores (Gouveia et al., 2023; Tereso et al., 2021), e o desempenho do salto vertical e a potência de extensão da perna têm uma relação positiva com o sucesso da equipa (Charoenpanich et al., 2013) podemos deduzir que a potência de membros inferiores é um fator importante para um nível altamente competitivo.

Conclusão

Este estudo, que inclui uma amostra profissional, contribui para aumentar o conhecimento sobre as avaliações e indicadores de força de membros inferiores de jogadores de futebol. Esta informação é importante para cientistas desportivos e treinadores de força e condicionamento, reforçando o uso de salto vertical e avaliação de força isocinética como medidas complementares para estimar a força inferior do corpo. Uma vez que a força tem sido relacionada com a prevenção de lesões e desempenho no jogo (Beato, Maroto-Izquierdo, et al., 2021; Beato, Young, et al., 2021), os agentes desportivos e treinadores devem considerar os conteúdos de força durante o processo de treino do futebol

5 – Conclusões e Implicações práticas

Deste modo podemos constatar que, com base no primeiro artigo, quanto maior o nível competitivo, melhor serão os resultados do salto vertical e de potência média no dinamómetro isocinético.

Relativamente à idade, dá-se a mesma situação, os atletas mais velhos têm melhores resultados no salto vertical e na potência média no isocinético.

Na variável da posição em campo não foi obtido nenhum resultado significativo, pelo que não conseguimos corresponder com a hipótese levantada.

O segundo artigo veio apenas confirmar uma parte da nossa hipótese inicial, uma vez que não encontramos resultados significativos que confirmassem que valores mais altos de momento máximo de força na extensão e flexão do joelho levassem a melhores resultados no SJ. Contudo valores de potência média mais altos estão associados a melhores performances no CMJ e também no SJ.

O futebol é caracterizado por ações intermitentes, que envolvem ações muito curtas de elevada intensidade e outras de baixa intensidade. Isto leva a que, cada vez mais, haja a preocupação de conseguir suplantar as exigências implícitas.

É então fulcral entender a importância do preparador físico, fisiologista no desenvolvimento dos jogadores, uma vez que estes profissionais têm como objetivo melhorar a performance e diminuir o risco de lesão. Isto torna-se possível através de diversos fatores nos quais o trabalho de força tem também a sua importância.

Estes artigos vêm reforçar a importância do treino de força para a melhoria da performance, uma vez que foi possível perceber que os jogadores de níveis mais alto têm valores de força e potência superiores.

6 - Referências

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 93(4), 1318–1326.
<https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.00283.2002>
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231–237.
<https://doi.org/10.1177/03635465980260021201>
- Aksović, N., Kocić, M., Berić, D., & Bubanj, S. (2020). EXPLOSIVE POWER IN BASKETBALL PLAYERS. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 0(1), 119–134. <https://doi.org/10.22190/FUPES200119011A>
- Alt, T., Knicker, A. J., Severin, J., Horn, D., Nodler, Y. T., & Strüder, H. K. (2020). Peak Power Assessment of Isokinetic Knee Flexor and Extensor Tests – Pitfalls of a Dynamometer-based Assessment. *Https://Doi.Org/10.1080/1091367X.2020.1716237*, 24(2), 123–128.
<https://doi.org/10.1080/1091367X.2020.1716237>
- Andersen, E., Lockie, R. G., & Dawes, J. J. (2018). Relationship of Absolute and Relative Lower-Body Strength to Predictors of Athletic Performance in Collegiate Women Soccer Players. *Sports 2018, Vol. 6, Page 106*, 6(4), 106.
<https://doi.org/10.3390/SPORTS6040106>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278–285.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>

- Baker, D. (1996). Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *10*(2), 131–136.
- Baltzopoulos, V., Williams, J. G., & Brodie, D. A. (1991). Sources of Error in Isokinetic Dynamometry: Effects of Visual Feedback on Maximum Torque Measurements. <https://doi.org/10.2519/Jospt.1991.13.3.138>, *13*(3), 138–142. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.1991.13.3.138>
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A. N., & Bishop, C. (2021). Implementing Strength Training Strategies for Injury Prevention in Soccer: Scientific Rationale and Methodological Recommendations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(3), 456–461. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2020-0862>
- Beato, M., Young, D., Stiff, A., & Coratella, G. (2021). Section III-Sports Training Lower-Limb Muscle Strength, Anterior-Posterior and Inter-Limb Asymmetry in Professional, Elite Academy and Amateur Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, *77*, 135–146. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0058>
- Biodex. (2021). *Biodex System 4 (Advantage BX Software 5.3X): Instructions for Use* (Biodex, Ed.).
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, *21*(3), 249–262. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90175-3](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90175-3)
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *50*(2), 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krusturup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>, *27*(2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>

- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715–2722.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181BF0223>
- Charoenpanich, N., Boonsinsukh, R., Sirisup, S., & Saengsirisuwan, V. (2013). Principal component analysis identifies major muscles recruited during elite vertical jump. *ScienceAsia*, 39(3), 257–264.
<https://doi.org/10.2306/SCIENCEASIA1513-1874.2013.39.257>
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45–51.
<https://doi.org/10.1055/S-2001-11331/ID/30>
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173–177.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318291B8C7>
- Correia, P., Mil-Homens, P., & Mendonça, G. (2017). *Treino da Força - Avaliação, planeamento e aplicações* (FMH Edições, Vol. 2).
<https://www.wook.pt/livro/treino-da-forca-volume-2-pedro-mil-homens/19248422>
- Costa Silva, J. R. L., Detanico, D., Dal Pupo, J., & Freitas, C. de la R. (2015). Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(2), 195–204.
<https://doi.org/10.5007/1980-0037.2015V17N2P195>
- Cronin, J., Lawton, T., Harris, N., Kilding, A., & McMaster, D. T. (2017). A Brief Review of Handgrip Strength and Sport Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3187–3217.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002149>

- Darmiento, A., Galpin, A. J., & Brown, L. E. (2012). Vertical jump and power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 34–43.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0B013E3182752B25>
- De Carvalho Froufe Andrade, A. C. P., Caserotti, P., De Carvalho, C. M. P., De Azevedo Abade, E. A., & Da Eira Sampaio, A. Ó. J. (2013). Reliability of Concentric, Eccentric and Isometric Knee Extension and Flexion when using the REV9000 Isokinetic Dynamometer. *Journal of Human Kinetics*, 37(1), 47.
<https://doi.org/10.2478/HUKIN-2013-0024>
- De Ste Croix, M., ElNagar, Y. O., Iga, J., Ayala, F., & James, D. (2017). The impact of joint angle and movement velocity on sex differences in the functional hamstring/quadriceps ratio. *The Knee*, 24(4), 745–750.
<https://doi.org/10.1016/J.KNEE.2017.03.012>
- Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, D. P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3219–3226.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181B94A63>
- Delvaux, F., Schwartz, C., Rodriguez, C., Forthomme, B., Kaux, J. F., & Croisier, J. L. (2020). Preseason assessment of anaerobic performance in elite soccer players: comparison of isokinetic and functional tests.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1750681>
<https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1750681>
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205–212. <https://doi.org/10.1055/S-0028-1105950/ID/29>
- Duarte, J. P., Valente-dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., Couto, P., Costa, D., Martinho, D., Seabra, A., Cyrino, E. S., Conde, J., Rosado, J., & Gonçalves, R. S. (2018). Reproducibility of isokinetic strength assessment of knee muscle actions in adult athletes: Torques and antagonist-agonist ratios derived at the same angle position. *PloS One*, 13(8). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0202261>

- Eirale, C., Tol, J. L., Farooq, A., Smiley, F., & Chalabi, H. (2013). Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *British Journal of Sports Medicine*, *47*(12), 807–808. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2012-091040>
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, *30*(7), 625–631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Ferreira, J. C., Araujo, S. R. S., Pimenta, E. M., Karl Menzel, H. J., Medeiros, F. B., de Andrade, A. G. P., Ocarino, J. de M., & Chagas, M. H. (2018). IMPACT OF COMPETITIVE LEVEL AND AGE ON THE STRENGTH AND ASYMMETRY OF YOUNG SOCCER PLAYERS. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *24*(5), 357–360. <https://doi.org/10.1590/1517-869220184985>
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower Limb Strength in Professional Soccer Players: Profile, Asymmetry, and Training Age. *Journal of Sports Science & Medicine*, *9*(3), 364. [/pmc/articles/PMC3761700/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1700700/)
- França, C., Gouveia, É. R., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., Costa, M., & Ihle, A. (2021). Predictors of explosive leg power in elite football players. *Journal of Physical Education and Sport*, *21*(6), 3599–3605. <https://doi.org/10.7752/JPES.2021.06486>
- França, C., Ihle, A., Marques, A., Sarmiento, H., Martins, F., Henriques, R., & Gouveia, É. R. (2022). Physical Development Differences between Professional Soccer Players from Different Competitive Levels. *Applied Sciences* 2022, *Vol. 12*, Page 7343, *12*(14), 7343. <https://doi.org/10.3390/APP12147343>
- Gerodimos, V. (2012). Reliability of handgrip strength test in basketball players. *Journal of Human Kinetics*, *31*(1), 25–36. <https://doi.org/10.2478/V10078-012-0003-Y>
- 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 (Print)*, 14(3), 205–214. <https://doi.org/10.1080/15438620600854769>
- Gleeson, N. P., & Mercer, T. H. (1996). The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 21(1), 18–34. <https://doi.org/10.2165/00007256-199621010-00003>
- Goodwin, P. C., Koorts, K., Mack, R., Mai, S., Morrissey, M. C., & Hooper, D. M. (1999). Reliability of leg muscle electromyography in vertical jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(4), 374–378. <https://doi.org/10.1007/S004210050523>
- Gouveia, J. N., França, C., Martins, F., Henriques, R., Nascimento, M. de M., Ihle, A., Sarmiento, H., Przednowek, K., Martinho, D., & Gouveia, É. R. (2023). Characterization of Static Strength, Vertical Jumping, and Isokinetic Strength in Soccer Players According to Age, Competitive Level, and Field Position. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 1799, 20(3), 1799. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20031799>
- Iossifidou, A., Baltzopoulos, V., & Giakas, G. (2007). Isokinetic knee extension and vertical jumping: Are they related? <https://doi.org/10.1080/02640410500128189>, 23(10), 1121–1127. <https://doi.org/10.1080/02640410500128189>
- Ishak, A., Wong, F. Y., Seurot, A., Cocking, S., & Pullinger, S. A. (2022). The influence of recovery period following a pre-load stimulus on physical performance measures in handball players. *PloS One*, 17(3). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0249969>
- Kabacinski, J., Szozda, P. M., Mackala, K., Murawa, M., Rzepnicka, A., Szewczyk, P., & Dworak, L. B. (2022a). Relationship between Isokinetic Knee Strength and Speed, Agility, and Explosive Power in Elite Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol. 19, Page 671, 19(2), 671. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19020671>

- Kabacinski, J., Szozda, P. M., Mackala, K., Murawa, M., Rzepnicka, A., Szewczyk, P., & Dworak, L. B. (2022b). Relationship between Isokinetic Knee Strength and Speed, Agility, and Explosive Power in Elite Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol. 19, Page 671, 19(2), 671. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19020671>
- Kalapotharakos, V. I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, C., Diamantopoulos, K., & Kapreli, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 515–519. <https://europepmc.org/article/med/17119514>
- Katushabe, E. T., & Kramer, M. (2020). Effects of Combined Power Band Resistance Training on Sprint Speed, Agility, Vertical Jump Height, and Strength in Collegiate Soccer Players. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 950–963. <http://www.intjexersci.com>
- Keiner, M., Kapsecker, A., Stefer, T., Kadlubowski, B., Wirth, K., Jiménez Sáiz, S. L., Diana Leal dos Santos, S., Lorenzo Calvo, A., & Scanlan, A. (2021). Differences in Squat Jump, Linear Sprint, and Change-of-Direction Performance among Youth Soccer Players According to Competitive Level. *Sports* 2021, Vol. 9, Page 149, 9(11), 149. <https://doi.org/10.3390/SPORTS9110149>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2012). *Physiology of sport and exercise* (Human Kinetics, Ed.; 5th ed.). Human Kinetics.
- Knapik, J. J., & Ramos, M. U. (1980). Isokinetic and isometric torque relationships in the human body. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61(2), 64–67. <https://europepmc.org/article/med/7369840>
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 369–375. <https://doi.org/10.1519/R-14944.1>

- Križaj, J., Rauter, S., Vodičar, J., Hadžić, V., & Šimenko, J. (2019). Predictors of vertical jumping capacity in soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 27(1), 9–14. <https://doi.org/10.3233/IES-182138>
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., & Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 437–441. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181C09B79>
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(2), 243–251. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2008.00780.X>
- Lehnert, M., Svoboda, Z., & Cuberek, R. (2013). The correlation between isokinetic strength of knee extensors and vertical jump performance in adolescent soccer players in an annual training cycle. [Http://Gymnica.Upol.Cz/Doi/10.5507/Ag.2013.001.Html](http://Gymnica.Upol.Cz/Doi/10.5507/Ag.2013.001.Html), 43(1), 7–15. <https://doi.org/10.5507/AG.2013.001>
- Loturco, I., Contreras, B., Kobal, R., Fernandes, V., Moura, N., Siqueira, F., Winckler, C., Suchomel, T., & Pereira, L. A. (2018). Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLoS One*, 13(7). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0201475>
- Loturco, I., Kobal, R., Gil, S., Pivetti, B., Kitamura, K., Pereira, L. A., Cavinato Cal Abad, C., & Yuzo Nakamura, F. (2014). Differences in loaded and unloaded vertical jumping ability and sprinting performance between Brazilian elite under-20 and senior soccer players. *American Journal of Sports Science*, 2(1), 8–13. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.s.2014020601.12>
- Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief Review: Effects of Isometric Strength Training on Strength and Dynamic Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 40(6), 363–375. <https://doi.org/10.1055/A-0863-4539/ID/R7147-0025>

- MacDermid, J., Solomon, G., Valdes, K., & American Society of Hand Therapists. (2015). *Clinical assessment recommendations* (Third edition.). American Society of Hand Therapists.
- Mackala, K., Stodoka, J., Siemienski, A., & Coh, M. (2013). Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2650–2661.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31828909EC>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004a). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. <https://doi.org/10.1519/00124278-200408000-00028>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004b). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:rafvos>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:rafvos>2.0.co;2)
- Markovic, S., Mirkov, D. M., Nedeljkovic, A., & Jaric, S. (2014). Body size and countermovement depth confound relationship between muscle power output and jumping performance. *Human Movement Science*, 33(1), 203–210.
<https://doi.org/10.1016/J.HUMOV.2013.11.004>
- McGuigan, M. R., Doyle, T. L. A., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 992–995.
<https://doi.org/10.1519/R-19165.1>
- Mclellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 379–385. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181BE305C>

- Meckel, Y. (1995). Physiological characteristics of female 100 metre sprinters of different performance levels. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(3).
- Mohr, M., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Draganidis, D., Thomassen, M., Ørntoft, C., Ermidis, G., Loules, G., Batsilas, D., Poullos, A., Papanikolaou, K., Randers, M. B., Krstrup, P., & Nybo, L. (2022). Skeletal muscle phenotype and game performance in elite women football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(S1), 39–53. <https://doi.org/10.1111/SMS.14022>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Molina, A. P., & Pons, T. C. (2021). Strength training in relation to injury prevention in professional and semi-professional women’s football: A systematic review. *Apunts Sports Medicine*, 56(209), 100342. <https://doi.org/10.1016/J.APUNSM.2020.100342>
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men’s and women’s football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/02640410802428071>
- Mutalib, S. A., Mace, M., Seager, C., Burdet, E., Mathiowetz, V., & Goldsmith, N. (2022). Modernising grip dynamometry: Inter-instrument reliability between GripAble and Jamar. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/S12891-022-05026-0/FIGURES/4>
- Newton, R. U., Rogers, R. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 955–961. <https://doi.org/10.1519/R-5050502X.1>

- Nikolaidis P.T. (2014). Age-related Differences in Countermovement Vertical Jump in Soccer Players 8-31 Years Old: the Role of Fat-free Mass. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2(2), 60–64. <https://doi.org/10.12691/ajssm-2-2-1>
- Nimphius, S., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 885–895. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181D4D41D>
- NSCA - National Strength & Conditioning Association. (2016). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (G. G. Haff & N. T. Triplett, Eds.; 4th ed.). Human Kinetic Publishers.
- Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019). Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(4), 484–503. <https://doi.org/10.1111/SMS.13375>
- Osternig, L. R. (1986). Isokinetic Dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14, 45–80. <https://doi.org/10.1249/00003677-198600140-00005>
- OSTOJIC, S. M. (2004). Elite and Nonelite Soccer Players: Preseasonal Physical and Physiological Characteristics. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 143–150. <https://doi.org/10.1080/15438620490460495>
- Ostojic, S. M. (2010). Elite and Nonelite Soccer Players: Preseasonal Physical and Physiological Characteristics. [Http://Dx.Doi.Org/10.1080/15438620490460495](http://Dx.Doi.Org/10.1080/15438620490460495), 12(2), 143–150. <https://doi.org/10.1080/15438620490460495>
- Özçakar, L., Kunduracıoğlu, B., Cetin, A., Ülkar, B., Guner, R., & Hascelik, Z. (2003). Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 507–510. <https://doi.org/10.1136/BJSM.37.6.507>

- Pääsuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 354–361. <https://europepmc.org/article/med/11533567>
- Padulo, J., Migliaccio, G. M., Ardigò, L. P., Leban, B., Cosso, M., & Samozino, P. (2017). Lower Limb Force, Velocity, Power Capabilities during Leg Press and Squat Movements. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1083–1089. <https://doi.org/10.1055/S-0043-118341>
- Parpa, K. M., & Michaelides, M. (2017). Peak Isokinetic Torques of Football Players Participating in Different Levels in Cyprus and Lower Limb Asymmetries The effect of COVID-19 infection on the aerobic capacity of professional soccer players. View project Peak Isokinetic Torques of Football Pl. *Journal of Sports Science*, 5, 250–255. <https://doi.org/10.17265/2332-7839/2017.05.003>
- Peñailillo, L., Espíldora, F., Jannas-Vela, S., Mujika, I., & Zbinden-Foncea, H. (2016). Muscle Strength and Speed Performance in Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 203–210. <https://doi.org/10.1515/HUKIN-2015-0157>
- Pérez-Gómez, J., Adsuar, J. C., Alcaraz, P. E., & Carlos-Vivas, J. (2022). Physical exercises for preventing injuries among adult male football players: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 11(1), 115–122. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2020.11.003>
- Perrine, J. J., & Edgerton, V. R. (1978). Muscle force-velocity and power-velocity relationships under isokinetic loading. *Medicine and Science in Sports*, 10(3), 159–166. <https://europepmc.org/article/med/723504>
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2019.01384>

- Quagliarella, L., Sasanelli, N., Belgiovine, G., Moretti, L., & Moretti, B. (2011). Power output estimation in vertical jump performed by young male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1638–1646.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181D85A99>
- Rodacki, A. L. F., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 105–116.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00017>
- Ruas, C. V., Minozzo, F., Pinto, M. D., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2015). Lower-extremity strength ratios of professional soccer players according to field position. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1220–1226.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000766>
- Sapega, A. A. (1990). Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 72(10), 1562–1574.
- Śliwowski, R., Grygorowicz, M., Hojszyk, R., & Jadczyk, Ł. (2017). The isokinetic strength profile of elite soccer players according to playing position. *PLOS ONE*, 12(7), e0182177. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0182177>
- Śliwowski, R., Grygorowicz, M., Wieczorek, A., & Jadczyk, Ł. (2018). The relationship between jumping performance, isokinetic strength and dynamic postural control in elite youth soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(9), 1226–1233. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07289-9>
- Snyder, B. W., Munford, S. N., Connaboy, C., Lamont, H. S., Davis, S. E., & Moir, G. L. (2018). Assessing Plyometric Ability during Vertical Jumps Performed by Adults and Adolescents. *Sports 2018, Vol. 6, Page 132*, 6(4), 132.
<https://doi.org/10.3390/SPORTS6040132>
- Sole, G., Hamrén, J., Milosavljevic, S., Nicholson, H., & Sullivan, S. J. (2007). Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(5), 626–631.
<https://doi.org/10.1016/J.APMR.2007.02.006>

- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415–2423. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000547>
- Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1947–1953. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181B3E141>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J., Cardinale, M., & Newton, R. U. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1037–1043. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000171621.45134.10>
- Stubbe, J. H., Van Beijsterveldt, A. M. M. C., Van Der Knaap, S., Stege, J., Verhagen, E. A., Van Mechelen, W., & Backx, F. J. G. (2015). Injuries in Professional Male Soccer Players in the Netherlands: A Prospective Cohort Study. *Journal of Athletic Training*, 50(2), 211–216. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.64>
- Taylor, K., Chapman, D., Cronin, J., Newton, M. J., & Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20(1), 12–23.
- Tereso, D., Paulo, R., Petrica, J., Duarte-Mendes, P., Gamonales, J. M., & Ibáñez, S. J. (2021). Assessment of Body Composition, Lower Limbs Power, and Anaerobic Power of Senior Soccer Players in Portugal: Differences According to the Competitive Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, Vol. 18, Page 8069, 18(15), 8069. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18158069>

- Tourny-Chollet, C., Leroy, D., Leger, H., & Beuret-Blanquart, F. (2000). Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetics and Exercise Science*, 8(4), 187–193. <https://doi.org/10.3233/IES-2000-0050>
- Trosclair, D., Bellar, D., Judge, L. W., Smith, J., Mazerat, N., & Brignac, A. (2011). Hand-Grip Strength as a Predictor of Muscular Strength and Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25, S99. <https://doi.org/10.1097/01.JSC.0000395736.42557.BC>
- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A., & Kellis, S. (2002). The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 10(2), 107–115. <https://doi.org/10.3233/IES-2002-0092>
- Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121–127. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.627941>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004a). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002071>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004b). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285–288. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002071>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004c). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002071>

Wu, P. P.-Y., Sterkenburg, N., Everett, K., Chapman, D. W., White, N., & Mengersen, K. (2019). Predicting fatigue using countermovement jump force-time signatures: PCA can distinguish neuromuscular versus metabolic fatigue. *PloS One*, *14*(7), e0219295. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219295>

Young, W., McLean, B., & Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *35*(1), 13–19. <https://europepmc.org/article/med/7474987>

7 – Anexos

Report Optojump



CMJ 3

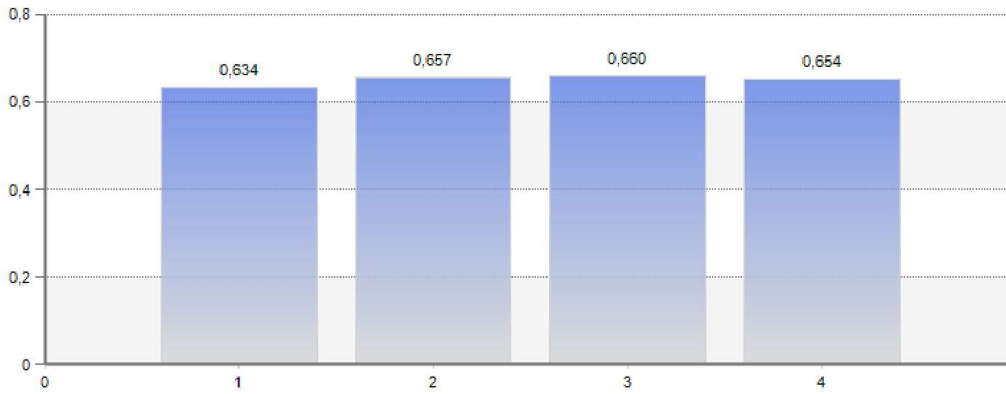
Data

Athlete	Test data
Last name:	Athlete's weight [Kg]: 76,0
First name:	Athlete height [cm]: 184
Birth date:	Time effective: 00:22.15
Gender:	Total time: 00:24.93
Sport:	Specific energy [J/Kg]: 20,399
	Total energy [J]: 1550,291
	Specific power [W/Kg]: 17,920
	Total power [W]: 1361,916

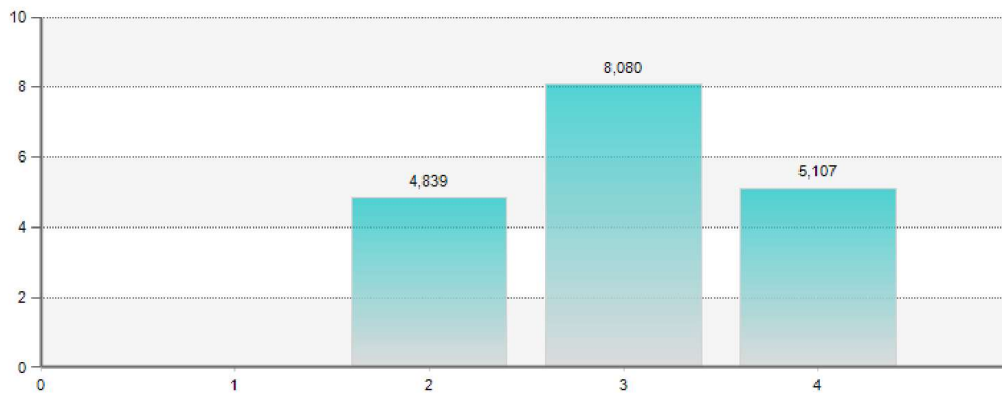
Test Data

#	TCont.	TFlight	Height	Power	Pace	RSI
	[s]	[s]	[cm]	[W/Kg]	[step/s]	[m/s]
✓ 1		0,634	49,3			
✓ 2	4,839	0,657	52,9	17,94	0,18	0,11
✓ 3	8,080	0,660	53,4	17,16	0,11	0,07
✓ 4	5,107	0,654	52,4	17,74	0,17	0,10
⊖ Minimum (#2)	4,839 (#1)	0,634 (#1)	49,3 (#1)	17,16 (#3)	0,11 (#3)	0,07 (#3)
⊖ Maximum (#3)	8,080 (#3)	0,660 (#3)	53,4 (#3)	17,94 (#2)	0,18 (#2)	0,11 (#2)
⊖ Avg	6,009	0,651	52,0	17,61	0,16	0,09
⊖ Std dev	1,799	0,012	1,9	0,40	0,04	0,02
⊖ CV	29,9%	1,8%	3,7%	2,3%	25,0%	22,2%

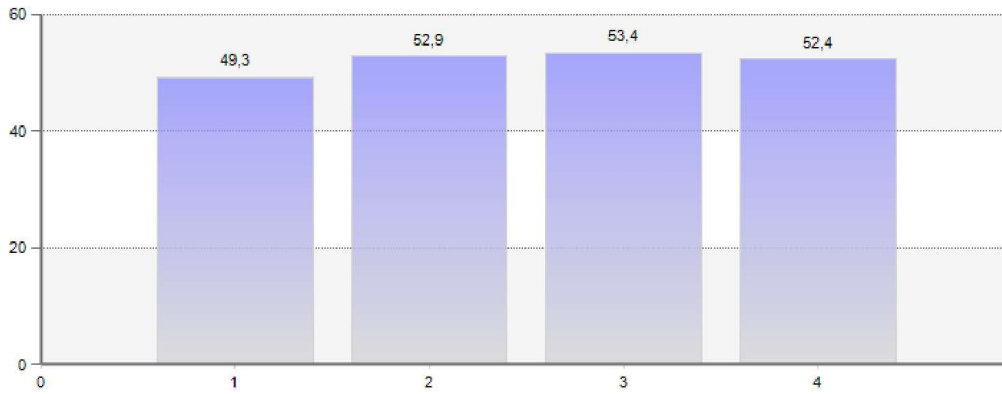
FLIGHT TIMES CHART



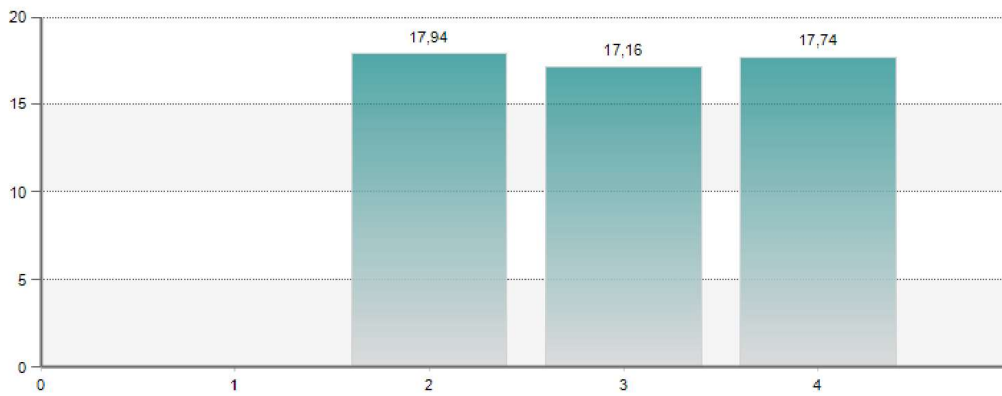
CONTACT TIMES CHART



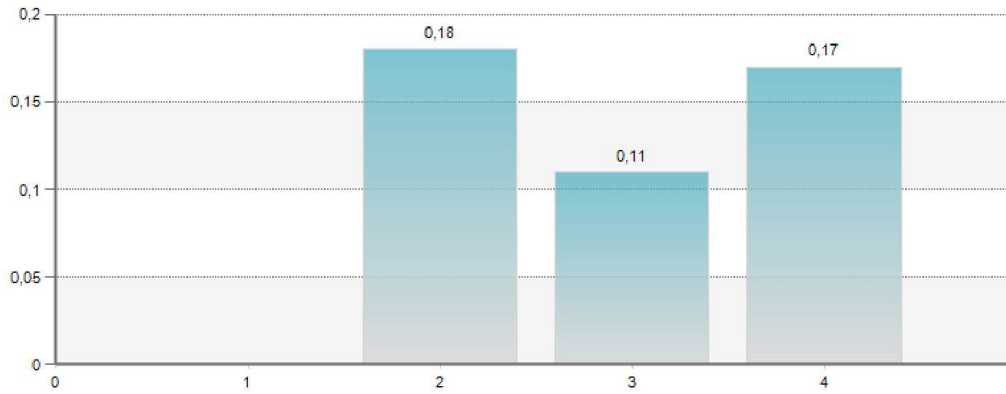
HEIGHT CHART



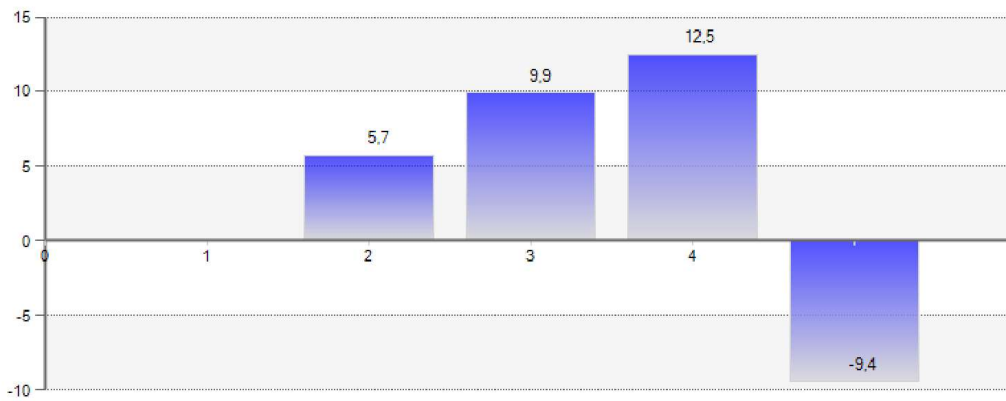
POWER CHART



PACE CHART



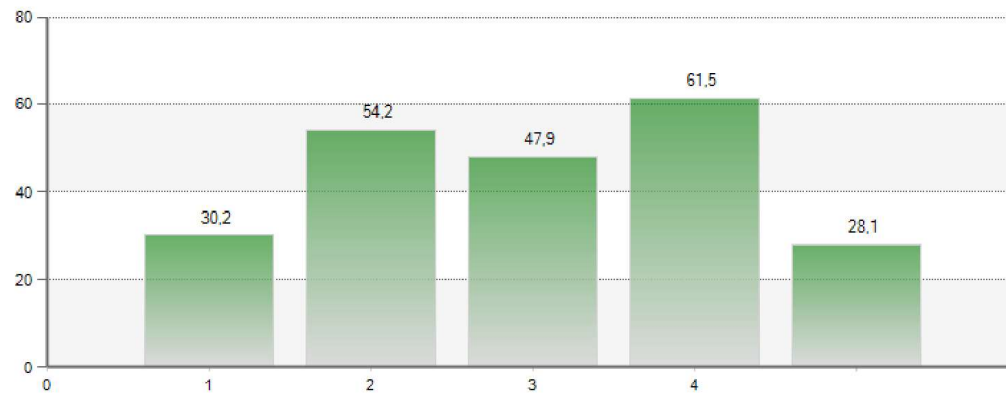
JUMPING POINT CHART



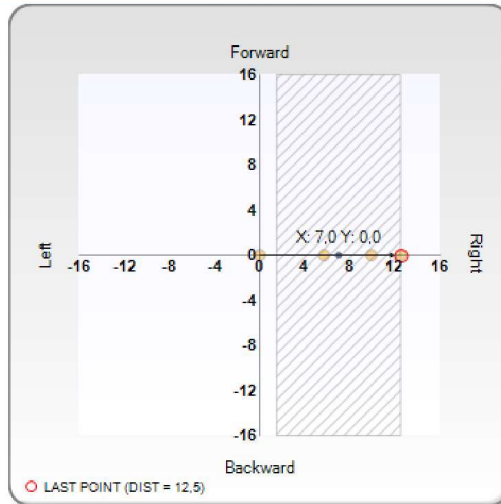
JUMPING POINT GAP CHART



USED AREA CHART



Drift



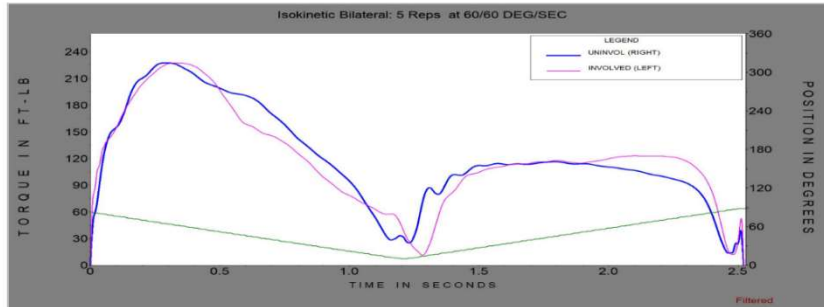
Relatório Isocinético

Comprehensive Evaluation

Windowing: None
 Protocol: Isokinetic Bilateral
 Pattern: Extension/Flexion
 Mode: Isokinetic
 Contraction: CON/CON
 GET: 19 FT-LBS at 15 Degrees

.EXION
 60 DEG/SEC

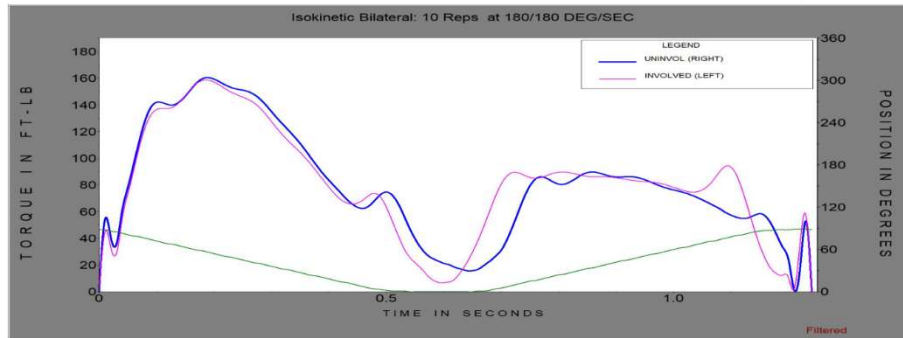
# OF REPS: Right 5		UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 5		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	FT-LBS	227.4	227.5	0.0	116.3	122.9	-5.7
PEAK TQ/BW	%	125.0	125.0		63.9	67.6	
TIME TO PK TQ	MSEC	300.0	390.0		580.0	940.0	
ANGLE OF PK TQ	DEG	65.0	59.0		40.0	56.0	
TORQ @ 30.0 DEG	FT-LBS	128.1	137.0	-7.0	113.2	116.2	-2.6
TORQ @ 0.18 SEC	FT-LBS	205.7	186.0	9.6	101.7	98.8	2.9
COEFF. OF VAR.	%	5.4	5.8		7.9	6.2	
MAX REP TOT WORK	FT-LBS	216.9	211.9	2.3	132.2	161.1	-21.9
MAX WORK REP #	#	3	2		5	2	
WRK/BODYWEIGHT	%	119.2	116.4		72.6	88.5	
TOTAL WORK	FT-LBS	984.3	1010.4	-2.7	620.3	740.5	-19.4
WORK FIRST THIRD	FT-LBS	359.9	353.1		250.0	288.1	
WORK LAST THIRD	FT-LBS	269.3	306.4		176.6	218.2	
WORK FATIGUE	%	25.2	13.2		29.4	24.3	
AVG. POWER	WATTS	188.2	180.0	4.4	111.4	130.1	-16.8
ACCELERATION TIME	MSEC	20.0	10.0		30.0	40.0	
DECELERATION TIME	MSEC	50.0	160.0		40.0	50.0	
ROM	DEG	88.6	84.1		88.6	84.1	
AVG PEAK TQ	FT-LBS	212.4	219.3		104.9	116.2	
AGON/ANTAG RATIO	%	51.1	54.1	G: N/A			



Comprehensive Evaluation

Windowing: **None**
 Protocol: **Isokinetic Bilateral**
 Pattern: **Extension/Flexion**
 Mode: **Isokinetic**
 Contraction: **CON/CON**
 GET: **19 FT-LBS at 15 Degrees**

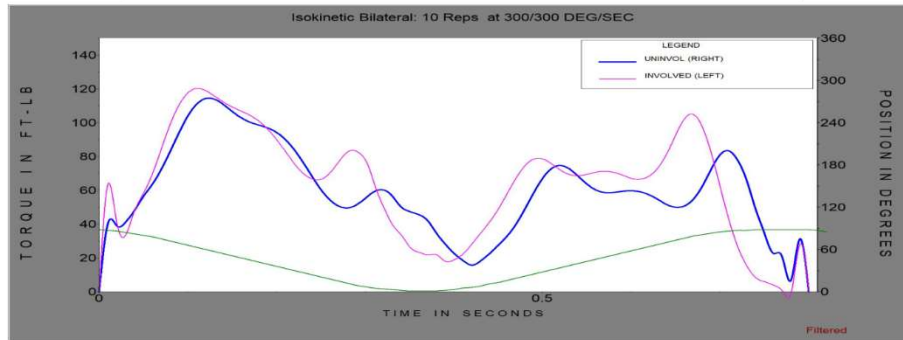
EXTENSION 180 DEG/SEC				FLEXION 180 DEG/SEC			
# OF REPS: Right 10		UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 10		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	FT-LBS	160.5	158.7	1.1	89.7	94.2	-5.0
PEAK TQ/BW	%	88.2	87.2		49.3	51.8	
TIME TO PK TQ	MSEC	200.0	190.0		230.0	520.0	
ANGLE OF PK TQ	DEG	56.0	53.0		34.0	82.0	
TORQ @ 30.0 DEG	FT-LBS	116.1	118.3	-1.9	87.7	88.6	-1.0
TORQ @ 0.18 SEC	FT-LBS	159.7	158.7	0.6	82.4	85.0	-3.2
COEFF. OF VAR.	%	11.7	8.9		5.1	10.3	
MAX REP TOT WORK	FT-LBS	176.5	163.3	7.5	109.5	112.9	-3.1
MAX WORK REP #	#	3	2		3	1	
WRK/BODYWEIGHT	%	97.0	89.8		60.2	62.0	
TOTAL WORK	FT-LBS	1480.0	1457.5	1.5	953.9	959.5	-0.6
WORK FIRST THIRD	FT-LBS	500.1	549.6		373.6	377.7	
WORK LAST THIRD	FT-LBS	389.2	389.6		247.7	243.2	
WORK FATIGUE	%	22.2	29.1		33.7	35.6	
AVG. POWER	WATTS	333.9	343.7	-2.9	205.3	207.8	-1.2
ACCELERATION TIME	MSEC	30.0	40.0		60.0	80.0	
DECELERATION TIME	MSEC	170.0	120.0		100.0	160.0	
ROM	DEG	88.9	84.0		88.9	84.0	
AVG PEAK TQ	FT-LBS	140.6	140.3		80.1	80.9	
AGON/ANTAG RATIO	%	55.9	59.4	G: N/A			



Comprehensive Evaluation

Windowing: **None**
 Protocol: **Isokinetic Bilateral**
 Pattern: **Extension/Flexion**
 Mode: **Isokinetic**
 Contraction: **CON/CON**
 GET: **19 FT-LBS at 15 Degrees**

EXTENSION 300 DEG/SEC				FLEXION 300 DEG/SEC			
# OF REPS: Right 10		UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 10		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	FT-LBS	114.3	120.0	-5.0	83.3	104.3	-25.1
PEAK TQ/BW	%	62.8	66.0		45.8	57.3	
TIME TO PK TQ	MSEC	130.0	120.0		340.0	330.0	
ANGLE OF PK TQ	DEG	60.0	57.0		85.0	79.0	
TORQ @ 30.0 DEG	FT-LBS	84.0	93.2	-11.0	74.7	78.8	-5.6
TORQ @ 0.18 SEC	FT-LBS	98.6	102.6	-4.1	60.2	70.0	-16.3
COEFF. OF VAR.	%	10.4	11.3		10.2	7.1	
MAX REP TOT WORK	FT-LBS	122.2	126.1	-3.2	83.7	94.5	-12.8
MAX WORK REP #	#	4	2		3	1	
WRK/BODYWEIGHT	%	67.1	69.3		46.0	51.9	
TOTAL WORK	FT-LBS	1072.0	1082.4	-1.0	746.8	781.0	-4.6
WORK FIRST THIRD	FT-LBS	396.1	393.7		298.9	281.2	
WORK LAST THIRD	FT-LBS	276.2	282.6		188.2	199.9	
WORK FATIGUE	%	30.3	28.2		37.0	28.9	
AVG. POWER	WATTS	367.1	382.2	-4.1	233.3	254.6	-9.1
ACCELERATION TIME	MSEC	60.0	50.0		80.0	90.0	
DECELERATION TIME	MSEC	90.0	100.0		110.0	160.0	
ROM	DEG	87.6	83.4		87.6	83.4	
AVG PEAK TQ	FT-LBS	103.0	104.9		78.5	82.1	
AGON/ANTAG RATIO	%	72.9	86.9	G: N/A			



Parecer ético



Conselho de Ética para a Investigação

MEMBROS

Maria Helena Santa Clara Pombo Rodrigues - Presidente
António José Marques dos Santos - Vice-Presidente
João Manuel Pardal Barreiros
Pedro Jorge Moreira de Parrot Morato
Ana Isabel Amaral Nascimento Rodrigues de Melo
António José Mendes Rodrigues
Filipa Oliveira da Silva João

António Fernando Boleto Rosado - Suplente
Fernando Manuel da Cruz Duarte Pereira - Suplente

Para:

Prof. Doutor Élvio Gouveia
Faculdade de Motricidade Humana

Data: **06 de julho de 2021**

Projeto: **“MTL - Marítimo Training Lab - Avaliação e Monitorização da Aptidão Física no treino e na Competição”**

Estado CEIFMH: **Positivo**

Parecer CEIFMH N.º: **34/2021**

Este Conselho analisou o projeto em epígrafe. Confirma-se que o mesmo está em conformidade com as diretrizes nacionais e internacionais para a investigação científica que envolve seres humanos, incluindo a Declaração de Helsínquia sobre os Princípios Éticos para a Investigação Médica em Seres Humanos (2013) e a Convenção sobre os Direitos do Homem e a Biomedicina (“Convenção de Oviedo”, 1997).

*O Vice-Presidente do Conselho de Ética para a Investigação da FMH
(em substituição do Presidente)*

António José Marques dos Santos
António José Marques dos Santos