João Miguel Guedes Espinhosa

U.PORTO

FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

Potência muscular, velocidade e a mudança de direção em jogadores de futebol – relevância da assimetria funcional para performance.

Potência muscular, velocidade e a mudança de direção em jogadores de futebol - relevância da assimetria funcional para a performance.

João Espinhosa

Setembro de 2020

U.PORTO

Potência muscular, velocidade e a mudança de direção em jogadores de futebol - relevância da assimetria funcional para performance

João Miguel Guedes Espinhosa

Porto, 2020

Potência muscular, velocidade e a mudança de direção em jogadores de futebol - relevância da assimetria funcional para performance

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Treino Desportivo, especialização em Treino de Alto Rendimento, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto.

Orientador: Prof. Dr. António Natal Campos Rebelo

João Miguel Guedes Espinhosa

Porto, 2020

Ficha de Catalogação

ESPINHOSA, J. M. G. (2020) Potência muscular, velocidade e a mudança de direção em jogadores de futebol – relevância da assimetria funcional para performance. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palvras-chave: VELOCIDADE, MUDANÇA DE DIREÇÃO, POTÊNCIA MUSCULAR, ASSIMETRIA FUNCIONAL .

Agradecimentos

Uma tese de mestrado é algo que sempre idealizei no meu percurso académico, inclui uma longa viagem cheia de desafios, incertezas e muitos percalços. Um ano tão atípico como foi este, colocou mais alguns entraves na realização deste trabalho. No entanto tudo correu pelo melhor.

No fim de mais um ciclo, não posso deixar de agradecer a todos o que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Agradeço à minha família por todo o apoio e dedicação, tentando desde sempre dar-me a melhor educação e condições para poder prosperar na vida. Obrigado.

Ao Prof. Dr. António Natal Campos Rebelo, o meu orientador, por toda a paciência e disposição em me ajudar. Obrigado por toda a sua compreensão, nos momentos mais complicados e por partilhar o seu conhecimento com os seus alunos.

Aos meus grandes amigos, João Castro, Gustavo Cardoso e Nuno Dias por todos os momentos partilhados e por me ajudarem a manter o foco no que é essencial.

Agradeço aos meus colegas de curso, Vinicius Freitas, Pedro Sousa, João Almeida, Rui Ferreira, Henrique Lobo, André Milheiro e Gabriel Maroja. Pela amizade, companheirismo e entre ajuda em todos os momentos.

Agradeço por fim a todos os Professores, funcionários e auxiliares desta casa, FADEUP. Por todo o carinho e apoio que demonstraram desde o primeiro dia desta jornada de 5 anos.

Índice

Agradecimentos…… IV

Índice……..V

Índice de tabelas……VI

Índice de Figuras……..VII

Abreviaturas……VIII

Resumo……IX

Abstract……X

Introdução……1

Objetivos do estudo……3

Hipótese de estudo…… 3

Revisão da Literatura…… 5

Metodologia……19

Análise estatística……21

Discussão……27

Aplicações Práticas……33

Sugestões e Limitações……37

Conculsões……39

Referências Bibliográficas……41

Índice de tabelas

Tabela 1: Resultados no teste de velocidade, saltos e mudança de direção..... 23
Tabela 2: Valores de Correlação entre os testes..... 23
Tabela 3 Valores de Correlação entre os testes..... 24
Tabela 4: Resultados nos testes SLH, CODD e Mod505 e valores de assimetria entre o membro inferior dominante e não dominante. 24
Tabela 5: Correlação de Pearson (intervalo de confiança de 95%) entre as assimetrias dos respetivos testes 26
Tabela 6: Correlação de Pearson (intervalo de confiança de 95%) entre as diferentes assimetrias e os testes de saltos e velocidade 26

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de Sheppard & Young, 2006..... 6
Figura 2: Ilustração das exigências do COD (Thomas, Comfort, & Jones, 2018)..... 8
Figura 3: Análise Individual das assimetrias nos testes CODD, Mod505 e SLH (assimetrias positivas indicam dominância do membro inferior direito e assimetrias negativas dominância do membro inferior esquerdo)..... 25

Abreviaturas

SLH: Salto horizontal unilateral

BJ: Salto horizontal bilateral

MI: Membro inferior

COD: Mudança de direção

CODD: Défice de mudança de direção

Mod505: Teste de mudança de direção 505 modificado

Resumo

Objetivos: analisar a associação entra a potência muscular, a velocidade a mudança de direção em jogadores de futebol, bem como investigar a importância das assimetrias funcionais em diferentes testes para a performance.

Amostra: Dezasseis jogadores profissionais e semiprofissionais de futebol do sexo masculino (idade: 22.1±2.1 anos; peso: 75.1±8.1 kg; altura: 1.79m±7.6cm; massa gorda: 10.2±2.3%). Os jogadores foram avaliados no período transitório entre épocas desportivas.

Resultados: verificaram-se correlações estatisticamente significativas entre o BJ e a V20 ; não se encontraram associações entre o CMJ e BJ e o CODD; verificaram-se associações significativas e inversas entre o CODD e a V20; não foram encontradas associações entre o V20 e o Mod505; os jogadores mostraram dominância direcional moderada e significativa no SLH, CODD e Mod505, sendo mais acentuada no CODD; não se verificaram associações entre as assimetrias no SLH, CODD e Mod505, nem entre as assimetrias no SLH, CODD e Mod505 e o V10,V20,BJ,CMJ.

Conclusões: (I) o salto horizontal bilateral apresentou correlação com o tempo aos 20m; (II) não foram verificadas associações entre testes de saltos e a performance na mudança de direção; (III) o CODD apresentou uma associação inversa com a velocidade; (VI) verificaram-se assimetrias significativas nos testes SLH, Mod505 e CODD; (V) o CODD foi o teste que melhor caracterizou o perfil assimétrico na mudança de direção ; (VI) não existiram associações entre as assimetrias nos diferentes testes, SLH, CODD e Mod505; (VII) as assimetrias não mostraram associação com a performance em testes bilaterais.

Palavras-chave: velocidade, mudança de direção, potência muscular, assimetria funcional,

Abstract

Objective: Analyze in soccer players the association between muscle power, speed and change of direction and how to analyze asymmetric functions in different tests, the relationship between them and their importance for performance.

Sample: Sixteen professional and semi-professional male soccer players (age: 22.1 ± 2.1 years; weight: 75.1 ± 8.1 kg; height: 1.79m ± 7.6cm; fat mass: 10.2 ± 2.3%). The players were evaluated in a transitional period between sports seasons.

Results: there were statistically significant correlations between BJ and V20; show no association between the CMJ, BJ and the CODD; show significant and inverse associations between CODD and V20; show no associations between V20 and Mod505; show moderate and significant directional dominance in SLH, CODD and Mod505 being more pronounced in CODD; show no associations between asymmetries in SLH, CODD and Mod505; show no associations between asymmetries in SLH, CODD and Mod505 and V10, V20, BJ, CMJ.

Conclusions: (I) The bilateral horizontal correlates with the time at 20m; (II) There are no associations between jump tests and performance in changing direction; (III) CODD has an inverse association with speed; (VI) There are significant asymmetries in the SLH, Mod505 and CODD tests; (V) CODD is the best test to characterize the asymmetric profile in the change of direction; (VI) there are no associations between asymmetries in the different tests, SLH, CODD and Mod505; (VII) Asymmetries have no association with performance in bilateral tests,

Keywords: speed, change of direction, muscle power, asymmetry functional

Introdução

O futebol é um desporto cujo rendimento depende dos fatores técnico, tático, físico e psicológico (Reilly et.al.,2000). Embora estas dimensões tenham importância para o sucesso do futebolista, será a componente física a mais abordada neste trabalho.

É consensual o reconhecimento da aptidão física como um fator diferenciador entre jogadores de diferentes níveis. Adicionalmente, nos últimos anos o futebol tem-se tornado cada vez mais exigente do ponto de vista físico (C. Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014). Por exemplo, temos assistido a um incremento das distâncias percorrida no jogo, não só em valores absolutos, como em diferentes subcategorias de intensidade, algumas das quais diretamente relacionadas com o sucesso das equipas.(Christopher Carling et al., 2015; Chmura et al., 2019).

O aumento do número de competições impõe uma diminuição do tempo de recuperação entre jogos. Deste modo, os conteúdos visam a recuperação física e não o desenvolvimento da capacidade física, o que pode originar a deterioração da capacidade máxima de performance, à medida que a época desportiva avança (Christopher Carling et al., 2015).

Dado o contexto referido, o controlo do treino físico e a gestão das cargas de treino assumem-se cada vez mais como áreas de estudo relevantes pela comunidade científica. A maior parte dos clubes têm feito algum investimento nesta área, tanto em gabinetes de otimização de performance como em recursos humanos nesta área.

Nos últimos anos têm sido desenvolvidas baterias de testes físicos, estes permitem à equipa técnica perceber em que condição física o atleta se apresenta, como também monitorizar essa condição no decorrer da época. Estes testes também permitem programar o treino de acordo com as necessidades de cada atleta, respeitando assim o principio da individualidade .(Haugen & Seiler, 2015).

Dentro destes testes, estão incluídas avaliações da componente aeróbia e anaeróbia, neste estudo o foco será mais na componente anaeróbia e nos aspetos neuromusculares. Destacando assim a potência muscular, a velocidade e a mudança de direção.

O pouco tempo de treino cedido aos preparadores físicos para o desenvolvimento das capacidades físicas e avaliação tem de ser bem aproveitado. Não existindo a possibilidade de realizar todo o tipo de testes físicos, é necessário escolher os mais relevantes e abrangentes, que permitam ter uma ideia do estado de prontidão física do jogador.

Este estudo tem como objetivos gerais analisar a associação entre as capacidades físicas potência muscular, velocidade e mudança de direção de jogadores de futebol, bem como a relação entre as assimetrias funcionais e a performance física.

Objetivos do estudo

Este estudo, realizado com futebolistas, tem como objetivos:

1- Analisar a associação entre a potência muscular, a velocidade e a mudança de direção.

1.1 Investigar a associação entre a potência (horizontal e vertical) e a velocidade e mudança de direção.

1.2 Investigar a associação entre a velocidade, o CODD e o Mod505

2- Analisar as assimetrias no SLH, CODD e Mod505.

2.1 Investigar a associação entre as assimetrias nos vários testes.

2.2 Investigar a associação entre as assimetrias e a performance nas capacidades potência muscular e velocidade.

Hipótese de estudo

- De entre os indicadores de potência muscular dos membros inferiores, o salto horizontal é o que melhor se correlaciona com a velocidade e mudança de direção.
- Existe uma correlação significativa entre a velocidade o Mod505 quando comparado ao CODD.
- Existem assimetrias de performance nos testes de SLH CODD e COD, sendo estas mais acentuadas no CODD do que no Mod505.
- Existe relação entre as assimetrias no SLH e o CODD, Mod505.
- Estas assimetrias não têm relação com o resultado nos testes de performance bilaterais.

Revisão da Literatura:

Agilidade e mudança de Direção

Atualmente não existe uma definição de agilidade que seja precisa e aceite por toda a comunidade científica. Isto deriva maioritariamente dos diferentes *backgrounds* dos investigadores e das suas experiências. A dificuldade na definição deste termo advém também do seu caráter multidisciplinar, pois várias áreas das ciências do desporto têm ligação com a agilidade daí que cada investigador centre e defina a agilidade de acordo com a sua área de investigação, como a biomecânica, a preparação física ou a aprendizagem motora.

A agilidade é definida como o movimento rápido com mudança de direção ou de velocidade em resposta a um estímulo. Está implícito que a agilidade incorpora um processo cognitivo de tomada de decisão que se transfere para uma mudança de velocidade ou de direção (Sheppard & Young, 2006).

A agilidade assume grande importância no futebol. Diversos estudos mostram que futebolistas de elite apresentam melhores resultados em testes de agilidade quando comparados com jogadores amadores.(Kaplan, Erkmen, & Taskin, 2009; Rebelo et al., 2013). Por outro lado, a performance na agilidade parece variar de acordo com cada posição no terreno de jogo (Sporis, Jukic, Milanovic, & Vucetic, 2010).

Apesar da agilidade já ser estudada à algumas décadas e a sua importância ser reconhecida no meio cientifico, quando comparada com outras características físicas como a força, a velocidade e a resistência, a sua compreensão encontra-se mais limitada (Paul, Gabbett, & Nassis, 2015). É necessária uma compreensão holística de todos os fatores que limitam a performance na agilidade, só assim é possível conhecer melhor as variáveis que podem afetar a performance. Permitindo assim aos treinadores e preparadores físicos guiar o planeamento e prescrição de treino, de forma a que as suas intervenções sejam eficazes.

A figura 1, demonstra a complexidade das componentes da agilidade (Sheppard & Young, 2006). O diagrama foi dividido em duas partes: os fatores associados

às componentes cognitivas e os fatores associados às componentes físicas da agilidade (mudança de direção).

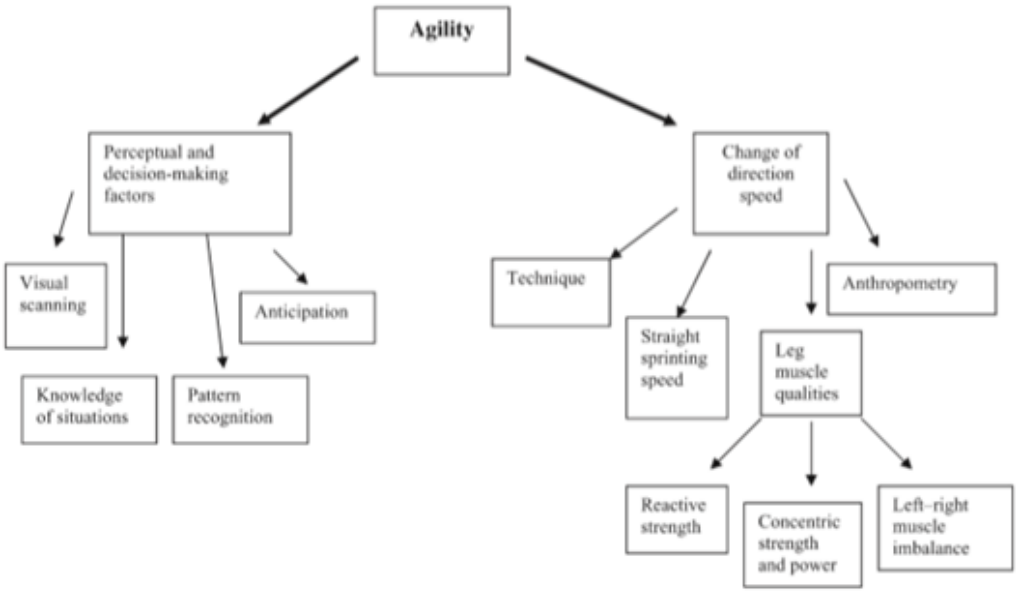


Figura 1: Diagrama de Sheppard & Young, 2006

Dentro das componentes cognitivas, W. Young & Farrow, 2013 sugere dois métodos de treino para melhorar estas componentes cognitivas. O primeiro método consuma-se através de exercícios de evasão que incluem pelo menos um atacante e um defesa em que um tem de reagir aos movimentos do outro. O outro método inclui os jogos reduzidos, onde um número reduzido de jogadores joga numa área diminuta com regras pré-definidas. Outro estudo demonstrou também que os jogos reduzidos são uma estratégia eficiente para melhorar a agilidade, quando comparado com uma intervenção mais analítica da mudança de direção os jogos reduzidos demostram melhores resultados na agilidade (A. Hammami, Gabbett, Slimani, & Bouhlel, 2018). Estas melhorias nas tarefas de agilidade podem ser explicadas em parte por ações especificas como saltos, desacelerações, acelerações que ocorrem nos jogos reduzidos, que foram realizadas a alta intensidade e em áreas de pequenas dimensões

De forma resumida, quando se aborda estas componentes cognitivas as melhorias no tempo de resposta devem ser traduzidas na prática em situações ou tarefas especificas do jogo para que o tempo de resposta melhore o desempenho geral da agilidade. Assim, os jogos reduzidos específicos podem ser usados como estímulo eficaz de treino durante a temporada para a melhoria

de certas tarefas. Dadas as restrições temporais de treino a que os preparadores físicos são expostos, os jogos reduzidos parecem ser um método adequado para melhorar a agilidade enquanto há ao mesmo tempo um desenvolvimento técnico e tático. (Amri Hammami, Gabbett, Slimani, & Bouhlel, 2017)

Dentro da mudança de direção, sabe-se que o seu sucesso está dependente de diversos fatores, deste a antropometria, a técnica, as qualidades musculares e velocidade de sprinte. Como tal, quando um atleta é avaliado nesta capacidade, é necessário um conhecimento profundo de como se pode manipular todas as variáveis que se quer analisar para perceber em qual destas o atleta tem de melhorar. Existem diversos testes de mudança de direção, estes variam de acordo com a distância percorrida, número de mudanças de direção, a sua velocidade e os ângulos da própria mudança de direção. Alguns testes de mudança de direção podem ser longos o suficiente para que a capacidade anaeróbia seja um fator critico no desempenho, bem como exigir diferentes requerimentos musculares e técnicos, entre outros. (Nimphius, Callaghan, Bezodis, & Lockie, 2017).

Dentro dos testes de agilidade, é importante ter em conta a velocidade de aproximação e a direção do ângulo da mudança de direção. Estes impactam diretamente os requisitos técnicos da mesma, ativação muscular entre outros (figura 2). Assim, estes dois fatores regulam a progressão e regressão da intensidade na mudança de direção (T. Dos'Santos, Thomas, Comfort, & Jones, 2018)



Red ***"Slam on the brakes!"***	**Directional changes 60-180°** • Substantial braking over PFC and potentially steps prior to push-off • Side-step or pivot strategy recommended
Amber ***"Slowdown"***	**Directional changes 45-60°** • Moderate braking prior to push-off • Possible role of PFC • Side-step strategy recommended
Green ***"Go!"***	**Directional changes 0-45°** • Velocity maintenance key • Limited braking requirements, thus PFC not required for braking prior to push-off • XOC strategy faster than sidestep

Key: PFC = Penultimate foot contact; XOC = Crossover cut

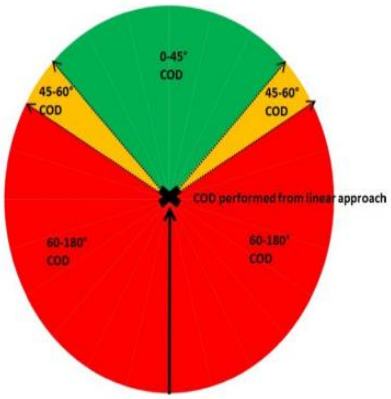


Figura 2: Ilustração das exigências do COD (Thomas, Comfort, & Jones, 2018)

Umas das limitações associadas aos testes de mudança de direção é que estes incluem uma distância realizada em sprinte, o que tem influência no tempo total do teste. Um dos testes mais conhecidos de agilidade, o "Pro-agility shuttle 5-10-5", muito usado no futebol americano, inclui uma distância de sprinte de 18.28m e duas mudanças de direção de 180º, no entanto do tempo total do teste apenas 31% desse tempo é passado a mudar de direção .(Nimphius, Geib, Spiteri, & Carlisle, 2013). O mesmo acontece quando se analisa o teste de 505, que tenta isolar a mudança de direção para cada membro, este tem que percorrer uma distância de sprint de aproximadamente 20m, por outro lado no teste Mod505 apenas inclui uma distância de sprint de aproximadamente 10m. (T. Gabbett, J. Kelly, & J. Sheppard, 2008). É de destacar que em todos os testes, sejam eles unilaterais, com maior ou menor distância de sprinte, existe a interferência da velocidade de deslocamento no tempo final de prova.

Assim, uma medida única de performance na mudança de direção num teste que em a maior parte do tempo é passada em sprinte, pode não mostrar a atual capacidade de mudar de direção deste atleta (o atleta pode ser fraco a mudar de direção, mas compensar com a sua velocidade).

Como tal, para se obter uma medida mais isolada da mudança de direção o CODD parece ser mais indicado do que o tempo total do teste. Neste teste, o tempo realizado no teste de velocidade da distância em causa deve ser subtraído ao tempo total.

Um estudo realizado com o intuito de descobrir qual dos testes retrataria melhor a capacidade de mudar de direção, demonstrou que o CODD se correlacionava com o 505, mas não se correlacionava com a velocidade, no entanto o 505 correlaciona-se com a velocidade. (Nimphius, Callaghan, Spiteri, & Lockie, 2016; Sayers, 2015). Estas conclusões acarretam grandes implicações tanto do ponto de vista prático de prescrição de treino como também aumenta a complexidade das avaliações.

Relativamente à relação entre a velocidade e mudança de direção, o treino de velocidade não conduz a melhorias na COD, dado tratarem-se de qualidades físicas distintas, que necessitam protocolos de avaliação também distintos (W. B. Young, McDowell, & Scarlett, 2001). No entanto, alguns estudos demonstram uma associação negativa entre a velocidade e o CODD, isto é, quanto mais rápidos os atletas eram menor performance apresentavam na mudança de direção (Dos'Santos, Thomas, Jones, & Comfort, 2019; Irineu Loturco et al., 2019).Por outro lado, outros estudos mostraram não existir associação entre estes a velocidade e a mudança de direção (Nimphius et al., 2016; Thomas et al., 2018).

Assimetria funcional

A assimetria funcional é um termo bastante utilizado nas ciências do desporto, estas estão normalmente associadas a diferenças bilaterais como a altura de salto ou produção de força. Estas assimetrias são consequência das demandas do desporto e pela exposição contínua durante longos períodos aos mesmos padrões de movimento no desporto que praticam. Apesar de essas assimetrias hipoteticamente estarem relacionadas com a diminuição da performance, a evidência não sustenta tais hipóteses (Maloney, 2019). No entanto, uma discrepância de força entre membros superior a 10-15% é considerado como uma assimetria potencialmente problemática (Kannus, 1994). Uma maior assimetria está associada a um maior risco de lesão (Kiesel, Plisky, & Voight, 2007; Knapik, Bauman, Jones, Harris, & Vaughan, 1991), no entanto outros autores refutam esta ideia e associação (Bennell et al., 1998). O facto de a lesão

ser multifatorial limita o seu estudo, sendo difícil através da manipulação de uma só variável determinar as suas causas.

As assimetrias estão presentes em todos os desportos, estas vão depender do tipo de desporto que o atleta pratica e se esse desporto tem mais ações unilaterais ou não. No futebol, por norma, usa-se a perna dominante para controlar e dirigir a bola (passes, remates), sendo a perna não dominante utilizada como suporte do corpo e para manter a estabilidade (Wong et al., 2007). Este estudo demonstra que o pé dominante e o não dominante devem ser tratados de forma diferente, em relação treino de força para evitar lesões, bem como no calçado e programas de fortalecimento muscular (Wong et al., 2007)..

Esta preferência de um membro em relação ao outro para determinadas ações acentua as diferenças de força entre os dois membros (Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010).

Quando se considera as assimetrias funcionais é importante ter em conta o nível de treino dos sujeitos em causa, bem como os seus níveis de força. Um estudo realizado com 63 atletas demonstrou que atletas mais fracos do ponto de vista da força apresentam maior probabilidade de ser assimétricos na capacidade de produzir força. Como tal, desenvolver a força parece ser uma boa estratégia para atenuar estas assimetrias (Bailey, Sato, Burnett, & Stone, 2015).

As assimetrias entre membros são normalmente avaliadas através de dinamómetros, testes de saltos unilaterais e testes isométricos unilaterais (*mid-thigh pull*). Do ponto de vista prático, nem sempre os testes de laboratório são de fácil administração, assim os testes de saltos são uma opção mais viável. Neste estudo, para além dos testes de mudança de direção, foi usado o teste de SLH para analisar as assimetrias funcionais. O SLH, para além de ser um teste fácil de administrar, produz medidas fiáveis da potência, originada pela tripla extensão dos membros inferiores (Stolberg et al., 2016), bem como permite detetar assimetrias entre membros (Hewit, Cronin, & Hume, 2012; P. A. Jones & Bampouras, 2010).

Relativamente à mudança de direção, têm sido observadas diferenças significativas entre o lado dominante e o lado não dominante, avaliadas no teste mod505, no entanto estas assimetrias são baixas (Thomas Dos'Santos, Thomas,

Jones, & Comfort, 2017). Assimetrias são consideradas não problemáticas se se situarem abaixo do limiar de 10-15% (Kannus, 1994). As baixas assimetrias nestes testes podem ser explicadas pela não utilização do CODD, uma medida de análise mais precisa da mudança de direção. Como tal, qualidade físicas como a aceleração e a velocidade linear podem mascarar o perfil assimétrico da mudança de direção. Ao comparar o perfil assimétrico usando o teste 505 e CODD, observa-se que enquanto no teste 505 apenas 5% dos atletas apresentam assimetrias superiores a 10%, ao se usar o CODD 49% dos atletas apresentam assimetrias superiores a 10% (Dos'Santos et al., 2019). Logo, o CODD é mais eficaz para caracterizar a magnitude da assimetria funcional dos atletas.

Quanto à relação entre as assimetrias entre o SLH e os testes de mudança de direção, (Thomas Dos'Santos et al., 2017; Lockie et al., 2014) mostraram não haver associação entre as assimetrias no SLH e testes de mudança de direção, também os resultados encontrados por Hoffman, Ratamess, Klatt, Faigenbaum, & Kang, 2007, demonstraram que assimetrias no salto vertical não afetam significativamente a performance na mudança de direção. Isto reforça a ideia de que as assimetrias são especificas em cada tarefa. No entanto, não existe muita investigação nesta área.

Relativamente ao impacto das assimetrias na performance, no que remete à velocidade, está descrito que existem assimetrias tanto nos aspetos cinéticos como cinemáticos da corrida entre os membros inferiores, no entanto estas assimetrias não se associam diretamente com a performance (Exell, Irwin, Gittoes, & Kerwin, 2017). Na associação entre as assimetrias nos saltos e a velocidade, (Lockie et al., 2014) mostrou não existirem associações significativas entre as assimetrias em nenhum teste de saltos e a performance no sprinte nas distâncias 5, 10 e 20m. Na mesma linha, (Bishop, Read, McCubbine, & Turner, 2018) não encontraram associação entre as assimetrias funcionais nos saltos horizontais e a performance no sprinte de 20m, no entanto verificaram associações entre as assimetrias no *Single leg Countermovement jump* e o tempo do sprinte aos 5,10 e 20m. Também (Bishop et al., 2019) demonstraram não haver associação entre o SLH e o sprinte de 10m em jogadores de futebol.

Quanto à associação entre as assimetrias e testes de salto unilaterais e bilaterais, Bishop et al., 2018 verificaram que as assimetrias em testes unilaterais estavam associadas a performance mais baixas em saltos bilaterais. No entanto, estas relações revelaram-se significativas apenas no *triple leg hop*, mas não no SLH.

Velocidade linear

A velocidade linear está divida em três fases: aceleração, velocidade máxima e desaceleração. Cada uma destas fases está dependente de diferentes aspetos, sejam eles de cariz mais físico ou cinemático\ técnico, reportando para aspetos biomecânicos da velocidade. Assim, velocidade e aceleração devem ser consideradas qualidade especificas diferentes, que exigem procedimentos de avaliação distintos (Little & Williams, 2005).

Ao comparar velocistas de topo com futebolistas, verifica-se a existência de algumas diferenças: na fase de velocidade máxima, os futebolistas atingem rapidamente o plateau de velocidade, ao contrário dos velocistas que conseguem manter este pico durante mais tempo. A justificação centra-se na potência externa horizontal ser maior nos velocistas, pois estes apresentam um swing final mais efetivo e produzem mais força no solo. Isto destaca o papel da técnica de corrida na manutenção da velocidade máxima, mas também na produção de força, pois os atletas mais rápidos produzem níveis de força no solo superiores, consequência de uma melhorar capacidade contrátil, o que lhes permite atenuar as forças de travagem e gerar altas forças propulsivas (Colyer, Nagahara, Takai, & Salo, 2018; Nagahara, Mizutani, Matsuo, Kanehisa, & Fukunaga, 2018)

O sprinte linear é uma ação bastante comum em situações ofensivas em futebolistas de elite. Normalmente estas situação são as que originam momentos de finalização, que se podem traduzir em golos. As mudanças de direção, os saltos e as rotações parecem ser menos importantes em situações de finalização. Por outro lado, as ações mais potentes do jogador são realizadas sem bola, esta capacidade permite ao jogador escapar do jogador adversário,

atingir uma zona livre para rematar e fazer o golo e efetuar um passe decisivo. (Oliver Faude, Thorsten Koch, & Tim Meyer, 2012).

A análise *time-motion* por GPS mostra que mais de 90% dos sprintes realizados durante uma partida ocorrem em distâncias inferiores a 20m (Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010).

No que toca às diferenças nos testes de velocidade em função do nível do atleta, um estudo longitudinal realizado com 939 jogadores de futebol profissionais comparou a performance no teste de velocidade(40m) e concluiu que os jogadores da primeira divisão eram mais rápidos que os da segunda divisão, terceira divisão e quinta divisão. Outro estudo realizado com futebolistas gregos mostrou que o teste de velocidade de 10m, era um fator que diferenciava atletas elite de sub elite e recreacional (Gissis et al., 2006). Um estudo realizado com 161 jogadores de futebol concluiu que há diferenças significativas no tempo aos 40m entre futebolistas internacionais e amadores e diferenças significativas nos tempo dos 10m e 20m entre guarda redes profissionais e amadores(le Gall, Carling, Williams, & Reilly, 2010). Também (Rebelo et al., 2013) demonstrou que os guarda redes de elite tendem a apresentar melhores resultados nos testes de velocidade e agilidade quando comparados com guarda redes sub-elite.

Por outro lado um estudo realizado com 95 futebolistas franceses da primeira liga, segunda liga e amadores, concluiu não haver diferenças significativas no teste de velocidade de 30m entre atletas de elite, sub elite e amadores. No entanto, no teste de 10m os jogadores amadores eram significativamente os mais lentos e os atletas de elite os mais rápidos.(Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001). Estes resultados que descriminam atletas de elite, sub-elite e amadores nem sempre são conclusivos porque há uma grande dependência de outras variáveis que comprometem os resultados como o estágios de desenvolvimento (Vaeyens et al., 2006).

Para além das diferenças observadas na velocidade em função do grupo competitivo, também há diferenças em função da posição de cada jogador. Na maioria dos estudos o que se conclui é que, os avançados são mais rápidos que os defesas, médios e guarda redes. Esta capacidade de sprinte vai de encontro às exigências do jogo que são inerentes a cada posição, é de esperar que um

atacante de todas as posições seja o que realiza mais sprintes. Assim com o decorrer dos anos vai aprimorando mais esta capacidade, quando comparado com um guarda redes por exemplo.

Potência Muscular

A potência muscular máxima descreve o nível mais alto de potência, relação trabalho tempo, alcançada nas contrações musculares. Do ponto de vista prático a potência máxima representa a potência instantânea durante um movimento com o objetivo de o realizar à velocidade máxima na descolagem. Isto traduz-se em ações desportivas como lançamentos, corridas, saltos ou mudanças de direção. A literatura demonstra que a capacidade de produzir potência máxima resulta em melhores performances desportivas (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011)

O futebol é uma atividade complexa que é influenciada por fatores físicos, psicológicos, táticos e técnicos(Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005).

A maior parte das ações físicas do futebol são de baixa intensidade, no entanto as mais decisivas são influenciadas pelas ações explosivas(O. Faude, T. Koch, & T. Meyer, 2012). Dentro das componentes físicas a força e potência têm grande importância no futebol (Hoff, 2005). Estas manifestam-se nos momentos cruciais do jogo, isto é, nos momentos de finalização. Como tal os testes para avaliar a força e potência estão normalmente incluídos em todas baterias de testes do futebol.

Alguns estudos mostram que analisando através de meios isocinéticos a força dos extensores e flexores do joelho, este é um fator diferenciador entre os jogadores de diferentes níveis no salto vertical e no sprint .(Kalapotharakos et al., 2006). Nesta linha de pensamento, demonstrou a importância do desenvolvimento da força explosiva dos membros inferiores pois os resultados demonstraram haver relação entre o desempenho da força e potência e as taxas de sucesso nos cabeceamentos vencedores em 16 partida de futebol. (Wing, Turner, & Bishop, 2018)

Apesar dos testes de laboratório, serem válidos para analisar a potência muscular dos membros inferiores, estes testes apresentam bastantes limitações. Dentro destas limitações destaca-se o elevado custo do material, o difícil acesso por parte de algumas estruturas e a praticabilidade, não é fácil avaliar uma equipa inteira nem a monitorizar, sendo necessário despender demasiado tempo para a sua utilização. Por outro lado, a análise de ações musculares isoladas não refletem uma habilidade funcional, como tal para a análise da capacidade funcional do atleta testes de terreno parecem ser mais úteis (Greenberger & Paterno, 1995; P. A. Jones & Bampouras, 2010).

Quando se avalia a potência dos membros inferiores, um dos métodos mais usados são os testes de saltos, horizontais, verticais e unilaterais\bilaterais. Estes são uma alternativa mais acessível a todos, que permite obter uma métrica de avaliação da potência neuromuscular bem como a sua capacidade elástica.

O countermovement jump (CMJ) é fiável e está fortemente associado à produção de força dos membros inferiores, para além disto é um salto mais fácil de executar quando comparado a um drop jump. (Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García, & González-Badillo, 2017). A utilização deste método para avaliar ao longo da época os atletas, permite traçar a longo prazo planos de treino de desenvolvimento das qualidades físicas como a potência (Morin & Samozino, 2016).

O single leg hop (SLH) é um salto horizontal que é usado muitas vezes nas baterias de testes. Este é de fácil administração e permite obter medidas fiáveis da produção de força horizontal através da tripla extensão. (Bolgla & Keskula, 1997; Grindem et al., 2011). Para além de ser uma medida fiável da potência muscular, o facto de ser um teste unilateral permite comparar membros e identificar assimetrias funcionais.

A associação entre a potência muscular e a velocidade está bem descrita na literatura. Numa fase inicial de aceleração onde os tempos de contacto são maiores, a produção de força no plano horizontal permite atingir maiores velocidades. Aqui os tempos de contactos são maiores em contraste com a velocidade máxima (Morin et al., 2012; Morin, Edouard, & Samozino, 2011). O facto de os tempos de contacto serem maiores, permite ao atleta ter mais tempo

para realizar força no solo. Diversos autores compararam quais dos testes de saltos, horizontais ou verticais, têm maior associação com a performance na velocidade. (Maulder & Cronin, 2005) demonstrou que os saltos horizontais têm maior associação com a o tempo aos 20m. De acordo com esta ideia, outros autores identificaram os saltos horizontais (single leg hop, triple leg hop, standing long jump) como melhores preditores de performance da velocidade em distâncias dos 0-50m, do que os testes de salto verticais (squat jump, counter-movemnt jumps) (Habibi et al., 2010; I. Loturco et al., 2015; Robbins, 2012). Isto reforça a ideia de que, a força propulsiva horizontal tem mais importância na aceleração do que a força propulsiva vertical (Hunter, Marshall, & McNair, 2005).

Por outro lado, (Robbins & Young, 2012) mostrou existir uma associação maior entre os testes de saltos verticais e o teste “flying 18.3 sprint”, também (I. Loturco et al., 2015) mostrou uma associação muito maior entre o CMJ e a performance dos 100m do que os saltos horizontais. Isto reforça ideia de que as características associadas à produção de força vertical são mais importantes na velocidade máxima.

Com base na relação entre a potência muscular e a velocidade e tendo em conta as forças geradas durante a fase de contacto com o solo no teste do COD, é proposta que as qualidades musculares como a força, potência e força reativa são determinantes na habilidade de mudar de direção (Sheppard & Young, 2006). Por esta razão a associação entre o CMJ, broad jump e o teste do COD foi bastante estudada, sem chegar a um consenso. Enquanto alguns estudos mostram associações baixas entre estas variáveis(Peterson, Alvar, & Rhea, 2006; Salaj & Markovic, 2011), outros estudos mostram haver associações entre estes saltos e o COD (J. L. Barnes et al., 2007; Castillo-Rodríguez, Fernández-García, Chinchilla-Minguet, & Carnero, 2012; P. Jones, Bampouras, & Marrin, 2009).

Avaliação e controlo de treino no futebol:

O futebol é uma atividade intermitente que envolve várias habilidades motoras como correr, saltar, chutar entre outras. Os fatores técnicos e táticos são considerados os fatores predominantes de sucesso nesta modalidade, no entanto as capacidades físicas individuais também se apresentam como um fator de sucesso entre os melhores jogadores (Reilly et.al.,2000). Um estudo realizado na primeira liga italiana com 186 jogadores da primeira liga analisou as mudanças no desempenho técnico e físico entre a primeira e segunda parte durante os jogos oficiais da Série A. Concluindo que tanto do ponto de vista técnico como físico em ambos os níveis havia declínios, no entanto nos jogadores das melhores equipas estes declínios na performance eram menos acentuados(Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts, & Wisløff, 2009).

Os calendários competitivos estão cada vez mais congestionados nas principais ligas europeias. Se por um lado as épocas são cada vez mais longas, com mais torneios e jogos, as pré épocas são cada vez mais pequenas limitando a possibilidade de desenvolver e planear o condicionamento físico a longo prazo (C. Carling et al., 2015; Chmura et al., 2019). Com os calendários cada vez mais constrangidos a prioridade do treino passa cada vez mais por meios de recuperação e regeneração, para preparar e permitir jogar o próximo jogo na melhor condição possível.

A avaliação dos atletas do ponto de vista físico é uma ótima ferramenta para aumentar a performance. Estes resultados podem ser usados para avaliar, justificar métodos de treino, tratamento, intervenções de reabilitação através da identificação da capacidade de o atleta lidar com as demandas físicas (Clark, 2001). Durante a reabilitação a utilização de medidas de controlo permite ao staff avaliar a progressão do atleta e ao mesmo tempo minimizar a possibilidade de se voltar a lesionar no retorno ao treino e competição.

Durantes os últimos anos têm sido implementados tanto nas academias como nos clubes várias baterias de testes com o intuito de avaliar a condição física dos jogadores de futebol. Dentro destes testes destacam-se, os testes de sprint, agilidade, VO2 máx. e testes intermitentes de YO-YO, estes testes avaliam as

capacidades fisiológicas e físicas mais importantes num futebolista.(Haugen & Seiler, 2015)

Metodologia:

Sujeitos

A amostra deste estudo foi composta por 16 futebolistas profissionais e semiprofissionais (idade: 22.1±2.1 anos; peso: 75.1±8.1 kg; altura: 1.79m±7.6cm; massa gorda: 10.2±2.3%). Os dados foram recolhidos no período transitório, entre épocas desportivas.

Procedimentos

CMJ

Para o teste de countermovement jump foi usado um tapete de saltos da chrono jump, já validado (Pueo, Jimenez-Olmedo, Lipinska, Busko, & Penichet-Tomas, 2018; Pueo, Lipinska, Jimenez-Olmedo, Zmijewski, & Hopkins, 2017). Os atletas foram instruídos a subir para a plataforma, após colocarem as mãos na anca para retirar o efeito propulsivo dos membros superiores, estes realizavam um contramovimento e de seguida realizavam um salto vertical.

BJ

O teste do BJ é utilizado como medida de desempenho horizontal, este caracteriza-se por ser um teste de potência bilateral dos membros inferiores. Neste teste os atletas têm de realizar um contramovimento seguido duma máxima extensão dos membros inferiores. O objetivo deste teste é os atletas chegarem o mais longe possível, mantendo o equilíbrio na receção, sem movimentar os apoios ou apoiarem-se com os membros superiores. A distância foi medida com uma fita métrica de escala 0.01m, essa distância foi calculada desde o início da fita até ao calcanhar na respetiva queda. Cada sujeito teve 3

tentativas e um minuto de descanso entre tentativas. A melhor performance no BJ foi usada para análises futuras.

SLH

O teste de SLH é usado como medida de desempenho do salto horizontal de acordo com estudos prévios (P. A. Jones & Bampouras, 2010; Munro & Herrington, 2011). O teste do SLH requer que os atletas realizem um contramovimento e de seguida que cheguem o mais longe possível, este tem de partir com apenas um membro inferior em contacto com o solo e receber com o mesmo. Se os atletas não aguentarem a receção ao solo pelo menos dois segundos, ou se tocarem com qualquer outro membro no solo o resultado não é contabilizado. A distância foi medida com uma fita métrica de escala 0.01m, essa distância foi calculada desde o início da fita até ao calcanhar na respetiva queda. Cada sujeito teve 3 tentativas para cada membro e um minuto de descanso entre tentativas. A melhor performance de cada perna no SLH foi usada para análises futuras.

Velocidade (10m e 20m)

A velocidade foi avaliada em linha reta na distância de 20m, para a recolha de dados foi usado o sistema freelap. Os atletas foram instruídos para correr o mais rápido possível até à distância de 20m. Todos os atletas realizaram a corrida com chuteiras desportivas escolhidas pelos mesmos. Cada atleta teve a oportunidade de realizar uma vez o teste a título experimental, para se ambientar ao protocolo de avaliação. Para a recolha dos tempos de velocidade foi usado o sistema freelap, no qual se coloca 3 cones recetores o primeiro no 1.10m da linha de partida, o segundo cone a 10.80m e o terceiro a 20.8. Isto para recolher o tempo realizado tanto aos 10m como aos 20m.

Mod505 teste de mudança de direção

O teste Mod505 envolve um sprint atá uma linha marcada a 5m da partida (o atleta parte 30cm antes da linha de partida), o jogador posiciona o seu pé (esquerdo ou direito) na linha a 5m, gira 180 graus e corre o mais rápido possível de volta. Os cones foram colocados a 1.10m da linha de partida, a linha de mudança estava marcada a 5.40m da linha de partida e caso o atleta não chegasse a essa linha o teste não era contabilizado. O CODd foi calculado usando a fórmula: Mod505 time – 10msprint time.

Índice de assimetria

A dominância de membro foi definida como o membro que saltou mais ou que obteve os melhores tempos na mudança de direção. O índice de assimetria para a perna dominante e não dominante foi calculado pela fórmula (perna dominante -perna não dominante/ perna dominante *100) para o SLH e mudanças de direção. Os limiares de assimetria para foram estabelecidos usando mean imbalance –(0.2 SD of mean).

Análise estatística

Todas as análises dos dados foram realizadas no software estatístico IBM SPS 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). A média e desvio padrão foram calculadas para todas as variáveis. Na análise exploratória dos dados, a normalidade foi confirmada para todas as variáveis através do teste de Shapiro- Wilk (n=16). A fiabilidade intra-sessão foi avaliada com coeficientes de correlação intraclasse (ICC) e coeficientes de variação (CV) calculados como DP / média x 100. A fiabilidade mínima aceitável foi determinada com um ICC> 0,8 e CV <10% (Atkinson, 1998).

As relações entre a V20, CMJ, BJ, CODD e Mod505 foram analisadas usando a correlação de *Pearson* (intervalos de confiança de 95%)

A magnitude das diferenças entre os membros inferiores dominante e não dominante nos respetivos testes foi avaliada através dos testes t de amostras dependentes e o tamanho de efeito foi calculado através do Método g e interpretado como trivial (<0.19), pequeno (0.20-0.59), moderado (0.60-1.19), grande (1.20-1.99) e muito grande (2.0-4.0) (Hopkins Scale).

Em seguida, na análise da associação entre as assimetrias e a relação destas mesmas com a performance foi usado a correlação de Pearson, assumindo o nível de significância como $p \leq 0.05$.

Resultados

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos nos testes de velocidade, salto horizontal e vertical e de mudança de direção.

Tabela 1: Resultados no teste de velocidade, saltos e mudança de direção

Teste	Média ± SD	Amplitude
V20 (s)	2.97± 0.94	2.80-3.15
CMJ (cm)	34.79 ± 2.97	29.08-39.01
BJ (cm)	233.25 ± 12.91	207.00-257.00
CODD (s)	0.51 ± 0.12	0.34-0.72
Mod505 (s)	2.21 ± 0.08	2.03-2.33

Na tabela 2 são apresentadas as associações entre os testes de salto e de velocidade e mudança de direção.

Tabela 2: Valores de Correlação entre os testes

	V20	CODD
BJ	-0.46*	0.21
CMJ	-0.29	-0.26

* correlações significativas para $p < 0.05$

Como se pode observar na tabela 2, verificou-se uma associação significativa fraca e inversa entre o BJ e V20m.

Na tabela 3 são apresentadas as associações entre os resultados do teste de velocidade, CODD e Mod505.

Tabela 3 Valores de Correlação entre os testes

	V20	CODD	Mod505
V20	-	-0.66 **	0.12
CODD	-0.66 **	-	0.63**
Mod505	0.12	0.63**	-

** correlações significativas para p -0.01

A análise da tabela 3 regista-se uma associação significativa moderada e inversa entre o CODD e V20m. Por outro lado, regista-se uma associação significativa moderada entre o Mod505 e CODD.

Na tabela 4 são apresentados os valores descritivos e de associação entre os resultados do membro de direção dominante e não dominante. A dominância direcional é significativa e moderada nos três testes ($p < 0.0001$, $g=0.67$-1.16).

Tabela 4: Resultados nos testes SLH, CODD e Mod505 e valores de assimetria entre o membro inferior dominante e não dominante.

	D		ND		Assimetria				
	Média	SD	Média	SD	Média	SD	p	g	Limiar de assimetria (%)
SLH (cm)	206.38	12.70	192.88	13.03	6.49	4.04	< 0.0001	1.04	7.30
CODD (s)	0.51	0.12	0.60	0.14	-19.33	17.31	< 0.0001	-0.67	-22.79
Mod505	2.21	0.08	2.31	0.07	-4.24	3.55	< 0.0001	-1.16	-4.95

A figura 1 ilustra as assimetrias individuais verificadas nos testes CODD, Mod505 e SLH. Os valores positivos indicam a dominância da perna direita enquanto que os negativos indicam a dominância da perna esquerda. Tendo por base o limiar de assimetria de 7.30% no SLH, 7 dos 16 atletas (44%) foram classificados como *assimétricos*, sendo que 5 destes apresentavam assimetrias iguais ou superiores a 10%. Relativamente ao CODD, com base no limiar de assimetria de -22.5%, 5 dos 16 atletas (32%) foram classificados como *assimétricos*, sendo que 10 dos

16 atletas (62%) apresentaram assimetrias superiores a 10%. No teste Mod505, com base no limiar de assimetria de -4.95%, 5 dos 16 atletas (31%) foram classificados como assimétricos, sendo que apenas 1 (0.06%) dos atletas apresentou assimetrias superiores a 10%.

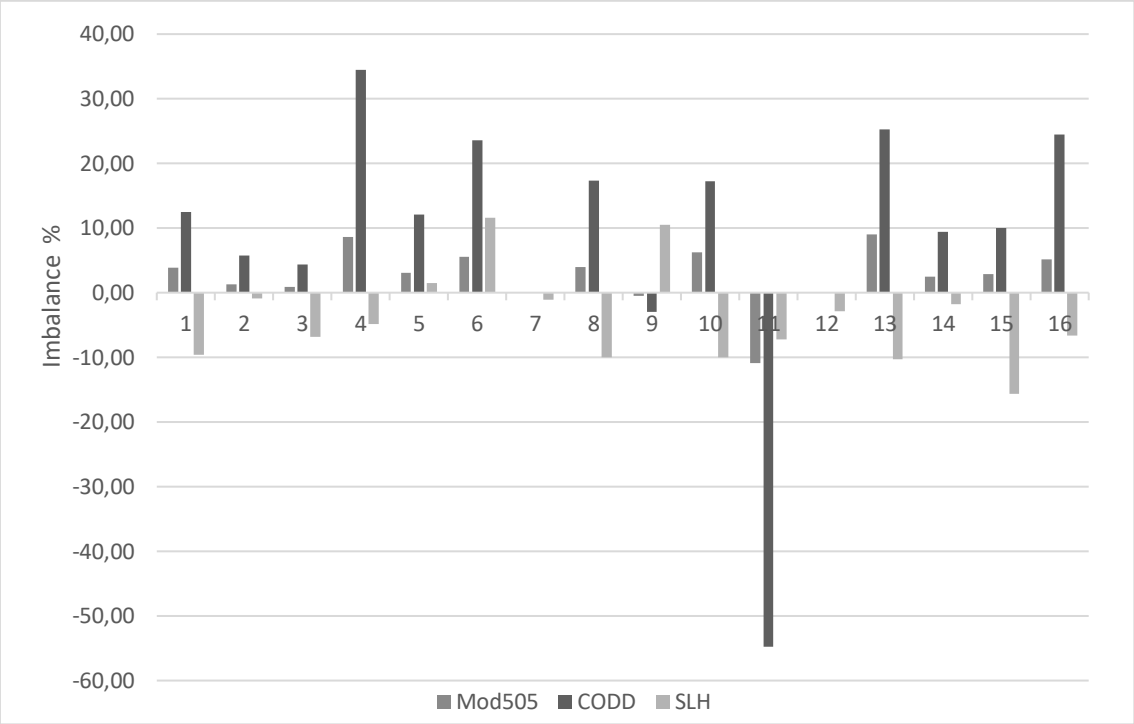


Figura 3: Análise Individual das assimetrias nos testes CODD, Mod505 e SLH (assimetrias positivas indicam dominância do membro inferior direito e assimetrias negativas dominância do membro inferior esquerdo).

Na tabela 5 são apresentadas as associações entre as assimetrias nos diferentes testes. Não foram observadas correlações estatisticamente significativas entre as assimetrias nos saltos e os dois testes de mudança de direção (tabela 5) ($r \leq -0.23$, $p > 0.05$). No entanto verificaram-se correlações significativas (forte) entre as assimetrias nos dois testes de mudança de direção 505 e Mod505 ($r=0.95$ $p \leq 0.01$).

Tabela 5: Correlação de Pearson (intervalo de confiança de 95%) entre as assimetrias dos respetivos testes

Imbalance D to DN	SLH	CODD	Mod505
SLH	-	-0.23	-0.31
CODD	-0.23	-	0.95**
Mod505	-0.31	0.95**	-

** correlações significativas para p -0.01

Na tabela 6 são apresentadas as associações entre as assimetrias e os testes de velocidade e saltos horizontal e vertical. Não foram encontradas relações significativas entre os índices de assimetria e os resultados nos testes V10, V20 ,BJ e CMJ (tabela 6).

Tabela 6: Correlação de Pearson (intervalo de confiança de 95%) entre as diferentes assimetrias e os testes de saltos e velocidade

Asymmetry	V10	V20	BJ	CMJ
SLH	-0.24	-0.18	-0.14	-0.38
CODD	0.22	0.26	-0.08	-0.39
Mod505	0.07	0.07	0.50	0.32

Discussão:

Este estudo teve comos objetivos analisar a associação entre a potência muscular, a velocidade e a mudança de direção de jogadores de futebol, bem como analisar a associação entre as assimetrias funcionais e a performance. Verificámos existir associação entre o teste de potência muscular horizontal e a velocidade aos 20 metros. Por outro lado, não se observaram associações entre a potência muscular e os testes de mudança de direção, nem entre a velocidade aos 20 metros e a agilidade. No entanto, a velocidade aos 20 metros mostrou uma associação significativa e inversa com a capacidade para mudar de direção.

Na análise das assimetrias dos testes SLH, CODD e Mod505, observam-se diferenças significativas moderadas entre o membro dominante e não dominante em todos os testes. As assimetrias no SLH não mostraram estar associadas às assimetrias no CODD e no Mod505, indicando que os futebolistas que apresentam maiores assimetrias no SLH não apresentam obrigatoriamente maiores assimetrias no COD. Finalmente, não foi encontrada associação significativa entre as assimetrias no SLH, no CODD, Mod505 e o tempo na velocidade ou a altura nos saltos bilaterais.

A associação existente entre os testes de saltos horizontais e o tempo no teste de velocidade de 20m está bem descrita pela literatura. A distância de 20m em sprinte é a mais comum no futebol atual (Vigne et al., 2010). O facto de os tempos de contacto no solo na fase de aceleração serem maiores do que na fase de velocidade máxima, permitem que o atleta tenha mais tempo na primeira fase para exercer força sobre o solo; logo a mesma está mais dependente desta capacidade (Morin et al., 2012; Morin et al., 2011). Além disso, a orientação do vetor de força tem implicações na cinética e cinemática dos primeiros apoios (Hunter et al., 2005), havendo mais semelhanças entre o salto horizontal e a velocidade do que com o salto vertical. Esta associação foi também descrita por outros autores, que referiram os saltos horizontais como melhores preditores de performance em corridas até 50m do que os saltos verticais (Habibi et al., 2010; I. Loturco et al., 2015). Nesta linha de pensamento, não foram observadas associações entre o teste de potência muscular vertical e o tempo no teste de velocidade de 20m; ideia apoiada por outros autores (I. Loturco et al., 2015) que

reportaram que a performance em saltos verticais apresenta uma maior associação com o os sprintes em distâncias mais longas, onde os atletas atingiram a velocidade máxima. Nestas distâncias os atletas atingiram já uma posição mais vertical do corpo, sendo de esperar que a produção de força no plano vertical seja mais decisiva para a performance.

Por outro lado, não foram observadas quaisquer associações entre a potência muscular e a mudança de direção. Apesar da força muscular e potência estarem descritos como fatores determinantes na habilidade de mudar de direção (Sheppard & Young, 2006), alguns estudos também não encontraram associações significativas entre a potência muscular e a mudança de direção(Peterson et al., 2006; Salaj & Markovic, 2011). Porém, alguns autores encontraram associações entre a potência muscular e a mudança de direção (Castillo-Rodríguez et al., 2012; P. Jones et al., 2009).

No entanto, através da análise do RSI (*Reactive Strenght Index*) através do drop jump, diversos autores verificaram existir uma associação significativa mais clara entre este salto e a mudança de direção (Castillo-Rodríguez et al., 2012; W. Young, James, & Montgomery, 2002). Esta ideia é apoiada pelo facto do tempo de contacto não ser tido em conta nos restantes saltos. Isto é, o atleta até pode ter uma altura de salto vertical considerável, mas se permanecer muito tempo no solo, não vai mostrar transferência de performance para a mudança de direção. Com efeito, a mudança de direção implica uma travagem rápida que se traduz em tempos de contacto curtos, sendo este um fator determinante no sucesso da mudança de direção (Marshall et al., 2014; Spiteri, Cochrane, Hart, Haff, & Nimphius, 2013; Spiteri et al., 2015).

O facto de não ser clara a associação entre a potência muscular e a performance na mudança de direção, não retira importância às capacidades neuromusculares nessa ação. Em alguns sujeitos outros fatores, como por exemplo a técnica, podem ser mais decisivos para o sucesso na fase inicial da corrida.

Relativamente à associação entre a velocidade e a mudança de direção, era de esperar uma associação significativa entre a velocidade aos 20m e o Mod505, visto que no teste Mod505 o atleta tem uma distância de 10m de sprinte. O facto do CODD isolar a mudança de direção ao subtrair ao tempo total da prova o

tempo do sprint nessa distância, permite obter uma medida mais realista da capacidade do atleta de mudar de direção (Nimphius et al., 2017; Nimphius et al., 2016). Quanto maior o tempo no CODD, pior a capacidade para mudar de direção. No entanto, se a análise se basear apenas no Mod505, o tempo pode melhorar porque o atleta ficou mais rápido e não porque está mais eficaz a mudar de direção. Apesar da mudança de direção e a velocidade serem qualidades físicas diferentes, que demandam de treino diferente (W. B. Young et al., 2001), estas qualidades físicas estão relacionadas, pois a agilidade incorpora ambas (Sheppard & Young, 2006). Através da análise dos resultados, não foram encontradas associações entre a velocidade e o Mod505, o que contraria uma das hipóteses do estudo e outros estudos que demonstraram uma associação entre a velocidade e o tempo total do teste de mudança de direção (T. J. Gabbett, J. N. Kelly, & J. M. Sheppard, 2008; Nimphius et al., 2016; Nimphius et al., 2013)

No entanto, foi observada uma associação significativa e inversa entre a velocidade e o CODD, o que sugere que os jogadores mais rápidos apresentam piores tempos no CODD, isto é, atletas mais rápidos são piores a mudar de direção. Esta ideia é apoiada por outros estudos, que demonstraram uma associação significativa e inversa entre a velocidade e o CODD (Dos'Santos et al., 2019; Irineu Loturco et al., 2019), indicando que atletas mais rápidos podem não ter a capacidade para desacelerar e mudar de direção e voltar a acelerar. Por outro lado, outros estudos não demonstraram associações entres estas variáveis (Nimphius et al., 2016; Thomas et al., 2018). Como tal, é necessária mais investigação sobre este tema para que se possa estabelecer uma relação mais exata entre estas duas capacidades de forma a programar o treino de acordo com as necessidades de cada atleta.

Na análise das assimetrias entre o membro dominante e não dominante, foram encontradas diferenças significativas entre membros nos testes Mod505, CODD e SLH, o que corrobora outros estudos que reportam assimetrias nestes mesmos testes (Thomas Dos'Santos et al., 2017; Dos'Santos et al., 2019).

As assimetrias entre membros superioras a 10-15%, são referidas como assimetrias potencialmente problemáticas (Kannus, 1994). Tendo em conta este aspeto, quando se analisa o perfil assimétrico da mudança de direção através

do CODD, 10 dos 16 atletas (62%) apresentaram assimetrias superiores a 10%. No entanto, no teste Mod505, apenas 1 dos 16 atletas (0,06%) apresentou assimetrias superiores a 10%. Esta discrepância na caracterização do perfil assimétrico corrobora outros estudos. (Dos'Santos et al., 2019) comparou o perfil assimétrico usando o CODD e o teste 505. Com base nos resultados do teste 505, apenas 5% dos 43 atletas avaliados apresentavam assimetrias superiores a 10%. No entanto, ao analisar a performance no CODD, 49% dos 43 atletas apresentavam assimetrias superiores a 10%. O facto do CODD fornecer uma medida mais isolada da capacidade do atleta mudar de direção permite uma caracterização mais precisa do perfil assimétrico, isto pelo facto de não ser tido em conta a distância de sprinte, que influencia o tempo total da prova (Nimphius et al., 2016).

As assimetrias no CODD, podem ser interpretadas como uma deficiência na habilidade de mudar de direção com um membro em relação ao outro, indicando que este apresenta um lado mais rápido, quando comparado a outro, na mudança de direção. Isto apresenta-se como uma desvantagem para o jogador de futebol, visto que o futebol se caracteriza por ser um desporto multidirecional e imprevisível, daí ser uma vantagem para o atleta ser eficiente na mudança de direção com ambos os membros.

Relativamente à associação entre as assimetrias nos diferentes testes, este estudo mostrou não haver uma associação entre as assimetrias no SLH e nos testes de mudança de direção. Estes resultados são corroborados pelos poucos estudos feitos até hoje sobre esta temática (Thomas Dos'Santos et al., 2017; Hoffman, Ratamess, Klatt, Faigenbaum, & Kang, 2007), que ao contrário das nossas expectativas, não encontraram associações. Isto reforça a ideia de que as assimetrias são especificas de cada tarefa (P. A. Jones & Bampouras, 2010). Este resultado é influenciado pelo facto da performance na mudança de direção estar dependente de diferentes variáveis, como a desaceleração e aceleração, a colocação dos apoios, o ajustamento da passada, a inclinação do corpo, a velocidade linear e a força e potência dos membros inferiores(Sheppard & Young, 2006). Como tal, muitas outras possíveis assimetrias podem condicionar este resultado e não apenas a potência muscular.

No que toca ao impacto das assimetrias na performance, os resultados demonstraram não haver qualquer associação entre as assimetrias e os testes de velocidade e os saltos bilaterais. (Bishop et al., 2019; Bishop et al., 2018; Lockie et al., 2014) encontraram resultados que sustentam esta ideia, ao mostrar que as assimetrias nos saltos horizontais unilaterais não se correlacionam com a performance no sprinte em distâncias dos 0-20. No entanto, as assimetrias no *Single Leg Countermovement Jump* mostraram-se associadas à performance no sprinte dos 5, 10 e 20m. Por outro lado, no que respeita às assimetrias nos saltos e a performance nos saltos bilaterais, não foram encontradas associações no SLH, o que corrobora os resultados de (Bishop et al., 2018), que apenas encontraram associações entre assimetrias no *triple leg hop* e não no SLH.

Aplicações Práticas

O principal objetivo deste trabalho foi estabelecer entre estabelecer associações e analisar mais detalhadamente as capacidades físicas, mudança de direção, velocidade e potência muscular. O intuito foi ajudar os preparadores físicos e todos os envolvidos no processo de treino, a desenvolverem programas de treino individualizados para cada jogador de forma a melhorarem a sua performance.

Como tal, este capítulo tem como objetivo destacar os principais tópicos que revelam importância, tanto na avaliação, como no planeamento do treino dos jogadores de futebol.

Um dos principais resultados deste trabalho, foi que atletas mais preformantes no salto horizontal são atletas mais rápidos nos 20m. Esta associação já está bem referenciada na literatura, no entanto, do ponto de vista prático, é muitas vezes menosprezada. Um atleta com um bom resultado no teste de salto horizontal, para além de ter a componente elástica dos membros inferiores trabalhada, consegue produzir força na direção correta, 45 graus, e consegue coordenar os segmentos corporais de forma eficiente. Estes são os três fatores decisivos no sucesso do salto horizontal. Do ponto de vista prático, isto remete-nos para a produção de força nos ângulos corretos e para a coordenação dos membros superiores e inferiores, sendo muitas vezes uma parte negligenciada no trabalho com jogadores de futebol. Muitas vezes, temos atletas bastante elásticos do ponto de vista muscular, mas que não têm coordenação motora nem a noção espacial, o que se repercute num mau resultado tanto no salto horizontal como na velocidade.

Por outro lado, os resultados mostram que atletas mais rápidos apresentam pior performance a mudar de direção. Isto demonstra a importância de se usar o CODD na análise da mudança de direção de jogadores de futebol. Visto que quase todas as baterias de testes incluem o teste de 10m e o 505 ou Mod505, o CODD deve estar também presente, pois com apenas a subtração do tempo obtido nessa distância pelo tempo total, permite ter outra métrica para programar o treino.

O CODD permite aceder a uma medida mais especifica da mudança de direção ao retirar-se o tempo de velocidade ao tempo total. Do ponto de vista prático, vamos analisar dois atletas com as 3 métricas e ver as implicações que não usar o CODD poderia ter na programação do treino:

	10m (s)	Mod505 (s)	CODD (s)
Atleta A	1.64	2.12	2.12-1.64=0.48
Atleta B	1.85	2.25	2.25-1.85=0.40

À primeira a vista, apenas com a análise nos tempos no Mod505 e nos 10m, concluímos que o atleta A é melhor que o atleta B a mudar de direção. Como tal, na programação de treino, iriamos incluir mais *drills* e exercícios isolados de mudança de direção para melhorar essa ação no atleta B. No entanto, se se tiver em conta o CODD, rapidamente nos apercebemos que o atleta A apenas é melhor no Mod505, pois é mais rápido. Ao analisarmos a mudança de direção de forma isolada, apercebemo-nos de que o atleta B é o melhor na mudança de direção.

Em suma, partir só da análise do Mod505 para estabelecer diretrizes para o treino é falacioso, podendo levar a desenvolver programas de treino desadequados para as necessidades de cada atleta.

A associação significativa e inversa entre a velocidade e CODD foi já descrita em alguns trabalhos. No entanto, outros autores não encontraram associações. Do ponto vista teórico, um atleta mais rápido vai necessitar de resistir a mais forças de travagem quando colocar o apoio para mudar de direção do que um atleta mais lento. Logo, é de esperar que o primeiro perca mais tempo nesta ação do que o segundo. Assim, ao avaliarmos inicialmente os jogadores e encontrarmos estas associações inversas, é necessário desenvolver um programa de treino específico, tanto do ponto de vista neuromuscular, como do treino excêntrico e pliométrico de alto impacto. Conseguimos ainda melhorar o *skill* e todas as componentes técnicas de forma a mitigar estas lacunas em atletas mais rápidos.

Da análise das assimetrias na mudança de direção, concluímos que o CODD permite traçar e classificar de forma mais eficaz o perfil assimétrico. Os

preparadores físicos devem realizar o teste de mudança de direção para ambos os membros, de forma a estabelecer a dominância direcional e analisar as assimetrias. Ao analisar as assimetrias baseadas apenas no tempo total no COD, neste caso do Mod505, vamos encontrar percentagens mais baixas de assimetrias, dado que a velocidade entra na equação, o que pode mascarar a eficiência da mudança de direção e levar a interpretações erróneas do perfil assimétrico de cada atleta.

Assim, a quantificação do perfil assimétrico na habilidade de mudar de direção deve ser baseada no CODD, devido aos desequilíbrios percentuais mais altos, o que permite identificar um maior número de atletas com assimetrias superiores a 10-15%. Sendo o futebol um desporto multidirecional e imprevisível, é uma vantagem para o atleta ser eficiente a mudar de direção com os dois membros. Deste modo, o perfil assimétrico deve ser analisado com base no CODD de forma a permitir programar o treino de forma individualizada e eficaz.

Sugestões e Limitações

Apresentamos de seguida algumas limitações deste estudo, bem como sugestões para futuras investigações.

Umas das principais limitações deste estudo foi a amostra: o facto de se tratar de um número reduzido de jogadores e não serem todos do mesmo nível competitivo. Uma segunda limitação está relaciona com o instrumento de medição da velocidade aos 20m. Foi usado o sistema *freelap timing system*. Apesar de ser um sistema bastante usado no controlo e avaliação do treino em contextos profissionais, não está validado cientificamente.

Como recomendações para futuras investigações nesta temática, salientamos a importância de alargar a amostra para outros escalões de formação, de forma a poder-se analisar as associações em função da faixa etária, bem como a influência da maturação biológica.

Uma segunda sugestão refere-se à inclusão de testes de potência muscular mais analíticos, sejam eles de laboratório, com recurso a isocinéticos ou testes de potência isométricos. Isto permitiria isolar a potência muscular sem a influência do *skill* inerente aos saltos ou à mudança de direção, tentando perceber-se se existirão associações mesmo na potência muscular ou se se trata de uma questão técnica.

Por fim, como última sugestão, seria interessante perceber como é que a performance no CODD, no Mod505 e no sprinte em 10m evoluem ao longo da época. Isto é, através da análise do Mod505, 10m e CODD, seria interessante programar treino específico em função das necessidades individuais. Isto iria permitir estabelecer diretrizes de treino em função das necessidades de cada atleta e perceber se o CODD é eficaz para programar e prescrever treino individualizado.

Conclusões

Neste estudo, onde foram analisadas as associações entre a potência muscular, velocidade e mudança de direção de jogadores de futebol, bem como a relevância das assimetrias funcionais na performance, os resultados contrariaram, em parte, aquilo que esperávamos encontrar. No entanto, podemos evidenciar as seguintes conclusões:

1. Dos indicadores de potência muscular dos membros inferiores, o salto horizontal bilateral é o que melhor se correlaciona com a velocidade;
2. Nenhum indicador de potência muscular, vertical ou horizontal, se correlacionou com a capacidade de mudança de direção;
3. A velocidade apresentou uma associação inversa e significativa com o CODD;
4. A velocidade não apresentou associação com a performance no Mod505;
5. Verificaram-se assimetrias significativas entre membros nos testes SLH, Mod505 e CODD,
6. O CODD revelou-se como o melhor teste para caracterizar o perfil assimétrico na mudança de direção;
7. As assimetrias no SLH e na mudança de direção não se mostraram associadas;
8. As assimetrias não mostraram relação com a performance em testes de performance bilateral.

Referências Bibliográficas

Atkinson, G., Nevill, A. M., (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports medicine.* 26(4): 217-38. doi: 10.2165/00007256-199826040-00002.

Bailey, C. A., Sato, K., Burnett, A., & Stone, M. H. (2015). Force-production asymmetry in male and female athletes of differing strength levels. *International journal of sports physiology and performance, 10*(4), 504-508. doi:10.1123/ijspp.2014-0379

Barnes, C., Archer, D., Hogg, R., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine, 35*. doi:10.1055/s-0034-1375695

Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res, 21*(4), 1192-1196. doi:10.1519/r-22416.1

Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riaucour, A., Leslie, S., Plant, D., & Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British journal of sports medicine, 32*(4), 309-314. doi:10.1136/bjsm.32.4.309

Bishop, C., Read, P., Brazier, J., Jarvis, P., Chavda, S., Bromley, T., & Turner, A. (2019). Effects of Interlimb Asymmetries on Acceleration and Change of Direction Speed: A Between-Sport Comparison of Professional Soccer and Cricket Athletes. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/jsc.0000000000003135

Bishop, C., Read, P., McCubbine, J., & Turner, A. (2018). Vertical and Horizontal Asymmetries are Related to Slower Sprinting and Jump Performance in Elite Youth Female Soccer Players. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/jsc.0000000000002544

Bolgla, L. A., & Keskula, D. R. (1997). Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther, 26*(3), 138-142. doi:10.2519/jospt.1997.26.3.138

Carling, C., Gregson, W., McCall, A., Alexandre, b., Moreira, A., Wong, D. P., & Bradley, P. (2015). Match Running Performance During Fixture Congestion in Elite Soccer: Research Issues and Future Directions. *Sports Medicine, 45*. doi:10.1007/s40279-015-0313-z

Carling, C., Gregson, W., McCall, A., Moreira, A., Wong del, P., & Bradley, P. S. (2015). Match running performance during fixture congestion in elite soccer: research issues and future directions. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 45*(5), 605-613. doi:10.1007/s40279-015-0313-z

Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *J Strength Cond Res, 26*(3), 725-732. doi:10.1519/JSC.0b013e31822602db

Chmura, P., Konefał, M., Wong, D. P., Figueiredo, A. J., Kowalczuk, E., Rokita, A., . . . Andrzejewski, M. (2019). Players' Physical Performance Decreased After Two-Thirds of the Season: Results of 3 Consecutive Seasons in the German First Bundesliga. *Int J Environ Res Public Health, 16*(11). doi:10.3390/ijerph16112044

Clark, N. (2001). Functional performance testing following knee ligament injury. *Physical Therapy in Sport, 2*. doi:10.1054/ptsp.2001.0035

Colyer, S. L., Nagahara, R., Takai, Y., & Salo, A. I. T. (2018). How sprinters accelerate beyond the velocity plateau of soccer players: Waveform analysis of ground reaction forces. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 28*(12), 2527-2535. doi:10.1111/sms.13302

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. *Int J Sports Med, 22*(1), 45-51. doi:10.1055/s-2001-11331

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 41*(1), 17-38. doi:10.2165/11537690-000000000-00000

Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 48*(10), 2235-2253. doi:10.1007/s40279-018-0968-3

Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P., & Comfort, P. (2017). Asymmetries in single and triple hop are not detrimental to change of direction speed. *Journal of Trainology, 6*, 35-41. doi:10.17338/trainology.6.2_35

Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2019). Assessing Asymmetries in Change of Direction Speed Performance: Application of Change of Direction Deficit. *J Strength Cond Res, 33*(11), 2953-2961. doi:10.1519/jsc.0000000000002438

Exell, T., Irwin, G., Gittoes, M., & Kerwin, D. (2017). Strength and performance asymmetry during maximal velocity sprint running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 27*(11), 1273-1282. doi:10.1111/sms.12759

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. doi:10.1080/02640414.2012.665940

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. doi:10.1080/02640414.2012.665940

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), 364-373. Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149628

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761700/

Gabbett, T., Kelly, J., & Sheppard, J. (2008). Speed, Change of Direction Speed, and Reactive Agility of Rugby League Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 22*, 174-181. doi:10.1519/JSC.0b013e31815ef700

Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *J Strength Cond Res, 22*(1), 174-181. doi:10.1519/JSC.0b013e31815ef700

Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G., & Manolopoulos, E. (2006). Strength and speed characteristics of elite, subelite, and recreational young soccer players. *Res Sports Med, 14*(3), 205-214. doi:10.1080/15438620600854769

Greenberger, H. B., & Paterno, M. V. (1995). Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *J Orthop Sports Phys Ther, 22*(5), 202-206. doi:10.2519/jospt.1995.22.5.202

Grindem, H., Logerstedt, D., Eitzen, I., Moksnes, H., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L., . . . Risberg, M. A. (2011). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med, 39*(11), 2347-2354. doi:10.1177/0363546511417085

Habibi, A., Shabani, M., Rahimi, E., Fatemi, R., Najafi, A., Analoei, H., & Hosseini, M. (2010). Relationship between Jump Test Results and Acceleration Phase of Sprint Performance in National and Regional 100m Sprinters. *Journal of Human Kinetics - J HUM KINET, 23*, 29-35. doi:10.2478/v10078-010-0004-7

Hammami, A., Gabbett, T., Slimani, M., & Bouhlel, E. (2017). Does small-sided games training improve physical-fitness and specific skills for team sports? A systematic review with meta-analysis. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 58*. doi:10.23736/S0022-4707.17.07420-5

Hammami, A., Gabbett, T. J., Slimani, M., & Bouhlel, E. (2018). Does small-sided games training improve physical fitness and team-sport-specific skills? A systematic review and meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness, 58*(10), 1446-1455. doi:10.23736/s0022-4707.17.07420-5

Haugen, T., & Seiler, S. (2015). Physical and Physiological Testing of Soccer Players: Why, What and How should we Measure? *Sportscience, 19*, 10-26.

Hewit, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Phys Ther Sport, 13*(4), 238-242. doi:10.1016/j.ptsp.2011.12.003

Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences, 23*(6), 573-582. doi:10.1080/02640410400021252

Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Klatt, M., Faigenbaum, A. D., & Kang, J. (2007). Do bilateral power deficits influence direction-specific movement patterns? *Res Sports Med, 15*(2), 125-132. doi:10.1080/15438620701405313

Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of applied biomechanics, 21*(1), 31-43. doi:10.1123/jab.21.1.31

Jones, P., Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *J Sports Med Phys Fitness, 49*(1), 97-104.

Jones, P. A., & Bampouras, T. M. (2010). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *J Strength Cond Res, 24*(6), 1553-1558. doi:10.1519/JSC.0b013e3181dc4392

Kalapotharakos, V. I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., Karvounidis, C., Diamantopoulos, K., & Kapreli, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *J Sports Med Phys Fitness, 46*(4), 515-519.

Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med, 15 Suppl 1*, S11-18. doi:10.1055/s-2007-1021104

Kaplan, T., Erkmen, N., & Taskin, H. (2009). The evaluation of the running speed and agility performance in professional and amateur soccer players. *J Strength Cond Res, 23*(3), 774-778. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a079ae

Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther, 2*(3), 147-158.

Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med, 19*(1), 76-81. doi:10.1177/036354659101900113

le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport, 13*(1), 90-95. doi:10.1016/j.jsams.2008.07.004

Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 19*(1), 76-78. doi:10.1519/14253.1

Lockie, R., Callaghan, S., Berry, S., Cooke, E., Jordan, C., Luczo, T., & Jeffriess, M. (2014). Relationship Between Unilateral Jumping Ability and Asymmetry on Multidirectional Speed in Team-Sport Athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 28*. doi:10.1519/JSC.0000000000000588

Loturco, I., Pereira, L., Reis, V., Abad, C., Freitas, T., Azevedo, P., & Nimphius, S. (2019). Change of Direction Performance in Elite Players From Different Team Sports. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000003502

Loturco, I., Pereira, L. A., Cal Abad, C. C., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., Kitamura, K., . . . Nakamura, F. Y. (2015). Vertical and Horizontal Jump Tests Are Strongly Associated With Competitive Performance in 100-m Dash Events. *J Strength Cond Res, 29*(7), 1966-1971. doi:10.1519/jsc.0000000000000849

Maloney, S. J. (2019). The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *Journal of Strength and Conditioning Research, 33*(9), 2579-2593. doi:10.1519/JSC.0000000000002608

Marshall, B. M., Franklyn-Miller, A. D., King, E. A., Moran, K. A., Strike, S. C., & Falvey É, C. (2014). Biomechanical factors associated with time to complete a change of direction cutting maneuver. *J Strength Cond Res, 28*(10), 2845-2851. doi:10.1519/jsc.0000000000000463

Maulder, P., & Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical jump assessment: Reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport - PHYS THER SPORT, 6*, 74-82. doi:10.1016/j.ptsp.2005.01.001

Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol, 112*(11), 3921-3930. doi:10.1007/s00421-012-2379-8

Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Med Sci Sports Exerc, 43*(9), 1680-1688. doi:10.1249/MSS.0b013e318216ea37

Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *Int J Sports Physiol Perform, 11*(2), 267-272. doi:10.1123/ijspp.2015-0638

Munro, A. G., & Herrington, L. C. (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *J Strength Cond Res, 25*(5), 1470-1477. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d83335

Nagahara, R., Mizutani, M., Matsuo, A., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2018). Association of Sprint Performance With Ground Reaction Forces During Acceleration and Maximal Speed Phases in a Single Sprint. *Journal of applied biomechanics, 34*(2), 104-110. doi:10.1123/jab.2016-0356

Nimphius, S., Callaghan, S., Bezodis, N., & Lockie, R. (2017). Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength and Conditioning Journal, 40*, 1. doi:10.1519/SSC.0000000000000309

Nimphius, S., Callaghan, S. J., Spiteri, T., & Lockie, R. G. (2016). Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance Than Total 505 Time. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(11), 3024-3032. doi:10.1519/JSC.0000000000001421

Nimphius, S., Geib, G., Spiteri, T., & Carlisle, D. (2013). "Change of direction deficit" measurement in Division I American football players. *Journal of Australian Strength and Conditioning, 21*, 115-117.

Paul, D., Gabbett, T., & Nassis, G. (2015). Agility in Team Sports: Testing, Training and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine, 46*. doi:10.1007/s40279-015-0428-2

Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res, 20*(4), 867-873. doi:10.1519/r-18695.1

Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Lipinska, P., Busko, K., & Penichet-Tomas, A. (2018). Concurrent validity and reliability of proprietary and open-source jump mat systems for the assessment of vertical jumps in sport sciences. *Acta Bioeng Biomech, 20*(4), 51-57.

Pueo, B., Lipinska, P., Jimenez-Olmedo, J. M., Zmijewski, P., & Hopkins, W. G. (2017). Accuracy of Jump-Mat Systems for Measuring Jump Height. *Int J Sports Physiol Perform, 12*(7), 959-963. doi:10.1123/ijspp.2016-0511

Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport, 12*(1), 227-233. doi:10.1016/j.jsams.2007.10.002

Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., . . . Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *Int J Sports Med, 34*(4), 312-317. doi:10.1055/s-0032-1323729

Reilly, T., Williams, A. M., Nevill A., Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. J Sports Sci, 18(9). 695-702.doi: 10.1080/026440410050120078

Robbins, D. W. (2012). Relationships between National Football League combine performance measures. *J Strength Cond Res, 26*(1), 226-231. doi:10.1519/JSC.0b013e31821d5e1b

Robbins, D. W., & Young, W. B. (2012). Positional relationships between various sprint and jump abilities in elite American football players. *J Strength Cond Res, 26*(2), 388-397. doi:10.1519/JSC.0b013e318225b5fa

Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *J Strength Cond Res, 31*(1), 196-206. doi:10.1519/jsc.0000000000001476

Salaj, S., & Markovic, G. (2011). Specificity of Jumping, Sprinting, and Quick Change-of-Direction Motor Abilities. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 25*, 1249-1255. doi:10.1519/JSC.0b013e3181da77df

Sayers, M. G. L. (2015). Influence of Test Distance on Change of Direction Speed Test Results. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(9), 2412-2416. doi:10.1519/JSC.0000000000001045

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of sports sciences, 24*(9), 919-932. doi:10.1080/02640410500457109

Spiteri, T., Cochrane, J. L., Hart, N. H., Haff, G. G., & Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European journal of sport science, 13*(6), 646-652. doi:10.1080/17461391.2013.774053

Spiteri, T., Newton, R. U., Binetti, M., Hart, N. H., Sheppard, J. M., & Nimphius, S. (2015). Mechanical Determinants of Faster Change of Direction and Agility Performance in Female Basketball Athletes. *J Strength Cond Res, 29*(8), 2205-2214. doi:10.1519/jsc.0000000000000876

Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *J Strength Cond Res, 24*(3), 679-686. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c4d324

Stolberg, M., Sharp, A., Comtois, A. S., Lloyd, R., Oliver, J., & Cronin, J. (2016). Triple and Quintuple Hops: Utility, Reliability, Asymmetry, and Relationship to Performance. *Strength and Conditioning Journal, 38*, 18-25. doi:10.1519/SSC.0000000000000224

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 35*(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004

Thomas, T. D. C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). Comparison of Change of Direction Speed Performance and Asymmetries between Team-Sport Athletes: Application of Change of Direction Deficit. *Sports (Basel), 6*(4). doi:10.3390/sports6040174

Vaeyens, R., Malina, R. M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British journal of sports medicine, 40*(11), 928-934; discussion 934. doi:10.1136/bjsm.2006.029652

Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *Int J Sports Med, 31*(5), 304-310. doi:10.1055/s-0030-1248320

Wing, C. E., Turner, A. N., & Bishop, C. J. (2018). The Importance of Strength and Power on Key Performance Indicators in Elite Youth Soccer. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/jsc.0000000000002446

Wong, P.-l., Chamari, K., Chaouachi, A., Mao, D. W., Wisløff, U., & Hong, Y. (2007). Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British journal of sports medicine, 41*(2), 84-92. doi:10.1136/bjsm.2006.030908

Young, W., & Farrow, D. (2013). The Importance of a Sport-Specific Stimulus for Training Agility. *Strength and Conditioning Journal, 35*, 39-43. doi:10.1519/SSC.0b013e31828b6654

Young, W., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is Muscle Power Related to Running Speed With Changes of Direction? *The Journal of sports medicine and physical fitness, 42*, 282-288.

Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research, 15*(3), 315-319. Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11710657