

Treinamento funcional utilizado como forma complementar ao treinamento técnico tático em jovens jogadores de futebol

Functional training used as a complementary way to tactical technical training in young football players

Dermival Ribeiro Marques Neto^{1*} , Leandro Henrique Albuquerque Brandão² ,
Diêgo Augusto Nascimento Santos³ , Ezequias Pereira Neto⁴ , Levy Anthony de-Olivera¹ ,
Marcos Raphael Pereira-Monteiro¹ , Marzo Edir Da Silva-Grigoletto¹ 

RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar os efeitos do treinamento funcional (TF) orientado à velocidade (VOFT) e orientado à força (SOFT) em diferentes parâmetros de corrida de mudança de direção (COD), capacidade de salto e velocidade linear em jogadores de futebol sub-20. Para isso, 22 jogadores foram randomizados em dois grupos: VOFT e SOFT. Os participantes foram avaliados no momento pré e no momento pós-intervenção no teste de corrida em L para o lado direito (CODLD) e para o lado esquerdo (CODLE) para avaliar o COD veloz ($\leq 90^\circ$) e no teste de ziguezague para avaliar o COD força ($> 90^\circ$). Altura de salto foi aferida pelo salto com contramovimento (CMJ) e pelo salto de agachamento (SJ). A velocidade máxima foi avaliada pelo teste de sprint em 20 metros. O índice de déficit de mudança de direção (COD déficit) foi calculado para todos os testes de COD. Ambos os grupos apresentaram melhora significativa ao longo do tempo no CODLD, no ziguezague teste, no COD déficit de CODLD e no COD déficit do ziguezague. O teste de sprint em 20 metros, o CODLE e o COD déficit de CODLE não diferiram significativamente para nenhum grupo em nenhum momento. Apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa ao longo do tempo, o CMJ apresentou tamanho de efeito pequeno para o VOFT e SOFT. Enquanto o SJ apresentou tamanho de efeito moderado para o VOFT e pequeno para o SOFT. Além disso, não houve diferença significativa entre grupos para nenhuma variável. Portanto conclui-se que a aplicação de protocolos de TF orientados para velocidade ou força como forma complementar ao treinamento técnico tático, ao longo de quatro semanas, promove mudanças significativas em diferentes parâmetros de corrida COD em atletas de futebol sub-20.

PALAVRAS-CHAVE: esporte; treinamento intervalado de alta intensidade; exercícios em circuitos; treinamento de força; exercício pliométrico.

¹Universidade Federal de Sergipe – São Cristóvão (SE), Brasil.

²Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG), Brasil.

³Universidade Estadual do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁴Avai Futebol Clube – Florianópolis (SC), Brasil.

***Autor correspondente:** Programa de Pós-graduação em Educação Física, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe, Campus Universitário – Rosa Elze, Avenida Marechal Rondon Jardim – CEP: 49100-000 – São Cristóvão (SE), Brasil. E-mail: netoribeiro98@outlook.com

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Recebido: 05/11/2022. **Aceite:** 30/11/2022.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of velocity-oriented (VOTF) and strength-oriented (SOTF) functional training (TF) on different parameters of running change of direction (COD), jumping ability and linear velocity in under-20 soccer players. For this, 22 players were randomly assigned to VOFT and SOFT groups. The participants were evaluated at the pre- and post-intervention moment in the L-running test to the right side (CODLD) and to the left side (CODLE) to evaluate the fast COD ($\leq 90^\circ$) and in the zigzag test to evaluate the strength COD ($> 90^\circ$). Jump height was measured by countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ). Maximum speed was assessed by the 20-meter sprint test. The change of direction deficit index (COD deficit) was calculated for all COD tests. Both groups showed significant improvement over time in CODLD, zigzag test, COD-deficit CODLD, and COD zigzag deficit. The 20-meter sprint test, CODLE, and COD-deficit CODLE did not differ significantly for either group at any time point. Despite not showing a statistically significant difference over time, CMJ had a small effect size for VOFT and SOFT. At the same time, the SJ showed a moderate effect size for VOFT and a small effect size for SOFT. Furthermore, there was no significant difference between groups for any variable. Therefore, it is concluded that the application of FT protocols oriented towards speed or strength as a complement to tactical technical training, over four weeks, promotes significant changes in different COD running parameters in under-20 soccer players.

KEYWORDS: sports; high-intensity interval training; circuit-based exercise; resistance training; plyometric exercise.

INTRODUÇÃO

O futebol é considerado um esporte invasivo, predominantemente aeróbico, com ações intermitentes de alta intensidade ao longo do jogo (Stolen, Chamari, & Chia, 2005). Em uma partida, os atletas estão correndo em intensidade baixa a moderada na maior parte do tempo (Stolen et al., 2005). No entanto, os *sprints* em linha reta são ações mais frequentes em situações de gol, evidenciando a importância da velocidade em momentos cruciais do jogo (Faude, Koch, & Meyer, 2012). Além disso, ao longo dos anos, houve um aumento considerável nas exigências físicas do futebol, principalmente devido ao aumento da distância e do tempo em corridas e *sprints* de alta intensidade (Pons et al., 2021), demonstrando o aumento da intensidade do jogo e exigindo mais excelência na aptidão física dos atletas (Oliva-Lozano, Gómez-Carmona, Pino-Ortega, Moreno-Pérez, & Rodríguez-Pérez, 2020).

Algumas estratégias de treinamento como jogos reduzidos (Clemente, Afonso, & Sarmento, 2021) e treinamento intervalado de alta intensidade (Clemente, Ramirez-Campilo, Nakamura, & Sarmento, 2021) melhoram componentes físicos que contribuem para a realização de ações de alta intensidade no futebol. Tais métodos de treinamento demonstraram um aumento significativo na velocidade linear, desempenho de *sprint* e capacidade de realizar *sprints* repetidos (Clemente et al., 2021; Clemente, Ramirez-Campilo et al., 2021). Outro componente físico entre as ações de alta intensidade no futebol é a mudança de direção (COD), uma capacidade relacionada com a criação de uma chance de gol e, consequentemente, o resultado da partida (Faude et al., 2012; Nimphius, Callaghan, Bezodis, & Lockie, 2018; Nygaard Falch, Guldteig Rædergård, & van den Tillaar, 2019). COD é caracterizado por ser um movimento rápido e pré-planejado com COD,

no qual o atleta precisa aplicar força em um curto espaço de tempo (Nygaard Falch et al., 2019). Esta medida pode ser diferenciada em COD veloz e COD força. O COD veloz requer poucas ações de desaceleração e pouco tempo de contato com o solo devido ao menor ângulo COD ($\leq 90^\circ$), perdendo pouca velocidade (Drust, Atkinson, & Reilly, 2007). O COD força requer uma ação de desaceleração mais significativa, exigindo mais tempo para mudar de direção, devido à angulação ($> 90^\circ$) exigir maior taxa de força durante a execução (Bourgeois, McGuigan, Gill, & Gamble, 2017). Portanto, gerar potência, força reativa e velocidade de *sprint* em linha reta é essencial para melhorar o desempenho do COD (Nygaard Falch et al., 2019; Xiao et al., 2021) e é necessário realizar programas de treinamento que desenvolvam essas capacidades físicas.

Sendo assim, uma revisão sistemática com meta-análise (Nygaard Falch et al., 2019) identificou os efeitos positivos de diferentes abordagens de treinamento em diferentes parâmetros de desempenho de COD. Os resultados mostraram efeitos positivos do treinamento de força no COD força e uma influência positiva do treinamento de *sprint* no desenvolvimento do COD veloz. Vale ressaltar também que os autores observaram um efeito positivo do treinamento pliométrico na melhora de ambos os tipos de COD. Outro achado importante do estudo foi o efeito positivo do treinamento combinado realizado entre cinco e oito semanas de treinamento no COD. Os autores observaram uma melhora de 3,18% para os grupos experimentais avaliados na revisão, com tamanhos de efeito variando de pequeno a muito grande para o COD veloz e COD força.

Com base nesses resultados, uma abordagem que combina várias capacidades físicas na sessão de treinamento, incluindo

força, potência e velocidade, que tem ficado bastante evidente nos últimos anos, é o treinamento funcional (TF). Atletas de diferentes modalidades têm utilizado essa abordagem devido à proposta de estimular diferentes capacidades físicas de forma integrada e organizada em uma mesma sessão, proporcionando diferentes estímulos neuromusculares, mantendo a especificidade e a transferência para o esporte (La Scala Teixeira, Evangelista, Novaes, da Silva Grigoletto, & Behm, 2017; Falk Neto & Kennedy, 2019; Xiao et al., 2021). Considerando a característica do esporte, principalmente o futebol, que envolve o desenvolvimento de múltiplas capacidades físicas dentro de um mesmo programa de treinamento, o TF parece ser uma estratégia viável para jogadores de futebol (Falk Neto & Kennedy, 2019).

Nessa visão, Xiao et al. (2021) reuniram os principais estudos que investigaram os efeitos do TF sobre os componentes físicos de atletas de diferentes modalidades. Eles identificaram uma melhora significativa na velocidade, força, potência, COD e capacidade de salto (Xiao et al., 2021). Dos nove estudos selecionados, três envolveram atletas de futebol com um grupo experimental. Em um estudo, a velocidade de atletas sub-17 foi avaliada em diferentes distâncias, e eles obtiveram resultados favoráveis (Baron, Bieniec, Swinarew, Gabryś, & Stanula, 2020). Em dois outros estudos, atletas sub-15 e sub-17 foram avaliados em seu desempenho de COD e capacidade de salto, mas os autores não encontraram nenhuma diferença significativa em ambas as variáveis (Keiner, Kadlubowski, Sander, Hartmann, & Wirth, 2020; Sander, Keiner, Schlumberger, Wirth, & Schmidtbleicher, 2013). Embora atletas de futebol sub-15 e sub-17 não tenham melhorado essas capacidades físicas, atletas de outras modalidades mostraram melhoras (Xiao et al., 2021). É fundamental ressaltar que a eficácia do treinamento e o desempenho físico, principalmente no COD e na capacidade de salto, dependem, entre outros fatores, da idade e do nível competitivo dos atletas. Nesse sentido, até onde sabemos, ainda não está claro na literatura científica se o TF pode melhorar o COD e a habilidade de salto em atletas de futebol sub-20.

Além disso, diferenças na orientação do COD (força ou velocidade) também exigem mudanças na relevância e no caráter dos exercícios prescritos para melhorar o desempenho da COD. Nygaard Falch et al. (2019) mostraram que o treinamento com ênfase na força (treinamento de força) é mais eficaz para melhorar o COD força; da mesma forma, o treinamento de *sprint* é mais eficaz para melhorar o COD velocidade. Sabe-se que mudanças na organização da estrutura do TF (exercícios utilizados, complexidade, materiais, métodos de treinamento, densidade e volume) podem contribuir para o desenvolvimento de capacidades físicas específicas, estimulando e melhorando

outras capacidades na mesma sessão (La Scala Teixeira et al., 2017). Portanto, o aumento do volume do TF em exercícios orientados à força pode melhorar o COD força e o aumento do volume do TF nos exercícios orientados à velocidade pode melhorar o COD velocidade. Da mesma forma, o aumento do volume em exercícios pliométricos, no TF podem melhorar ambos os parâmetros. No entanto, ao nosso conhecimento, esta hipótese não foi testada na literatura científica.

Portanto, de acordo com a literatura científica sobre TF em atletas (Xiao et al., 2021), assumimos como hipótese que o período de quatro semanas de TF como forma complementar ao treinamento técnico tático (TTT), independente da orientação, melhorará o desempenho em medidas diretas e indiretas relacionadas à COD, velocidade linear e capacidade de salto em jogadores de futebol sub-20. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi comparar os efeitos do TF orientado à velocidade (VOTF) e TF orientado à força (SOTF) em diferentes parâmetros do COD, capacidade de salto, e velocidade linear em jogadores de futebol sub-20.

MÉTODOS

Esta pesquisa é quase experimental e foi realizada durante o período de pré-temporada. Este estudo teve seis semanas, nas quais foram realizados quatro jogos amistosos ao final de cada semana (semanas dois a cinco) e oito sessões de treinamento funcional. A avaliação dos componentes da aptidão física relacionados ao futebol aconteceu 48 horas antes da primeira sessão de treinamento e 48 horas após a oitava sessão de TF. Uma linha do tempo descrevendo as etapas de projeto e coleta de dados está demonstrada na Figura 1. Durante as semanas um e seis, os jogadores realizaram uma anamnese na qual responderam sobre a sua posição de jogo, dominância de perna e anos de experiência de treinamento de alto rendimento. Após isso foi realizada uma avaliação antropométrica, seguida de avaliações neuromusculares nas seguintes medidas: velocidade de 20 metros, velocidade COD e habilidade de salto.

Participantes

Para participar do estudo os jogadores tiveram que ser atletas federados do clube de investigação; tiveram que estar treinando na categoria sub 20, realizar todos os testes físicos e assinar o termo de consentimento/assentimento. Os critérios de exclusão foram: não participar de 80% das sessões de treinamento; se lesionar durante a intervenção; ser dispensado durante a intervenção; ser infetado pelo COVID-19, estar realizando outro treinamento adicional além dos treinamentos desenvolvidos dentro do clube de origem.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado usando G* Power (versão 3.0.10; Universitat Kiel, Kiel, Alemanha), assumindo um tamanho de efeito de 0,5, um alfa de 0,05 e um poder de 0,95. 22 jogadores de futebol treinados, da categoria sub-20, de uma equipe da segunda divisão do campeonato brasileiro de futebol participaram deste estudo.

Excluímos quatro jogadores da amostra por terem COVID-19 e o clube demitiu três jogadores antes de concluir os procedimentos de coleta de dados. Ao final, 15 atletas participaram deste estudo. A Tabela 1 apresenta as características dos participantes. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento/assentimento livre e esclarecido, concordando em participar do estudo. Os procedimentos experimentais foram conduzidos seguindo a Declaração de Helsinque (2008) e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (4.791.147).

Organização das sessões de treinamento

As sessões de TTT eram realizadas 5 a 6 vezes por semana. Os jogadores começavam com os exercícios de aquecimento com bola e depois partiam para as atividades mais específicas, como exercícios técnicos e jogos reduzidos. A duração dessa sessão variava entre 50 a 72 minutos.

O treinamento de estabilidade de core (TEC) era realizado duas vezes por semana. Os jogadores foram divididos em dois grupos de números iguais, apenas devido ao pouco espaço disponível na academia. Entretanto ambos os grupos realizavam os mesmos exercícios de mobilidade e ativação muscular, com a mesma duração de tempo. Assim como, ambos os grupos realizavam os mesmos oito exercícios de estabilidade de core, na mesma dose

1:1, também controlado por tempo, com 30 segundos de trabalho por 30 segundos de recuperação e organizado em circuito alternado (da Silva-Grigoletto, Resende-Neto, & Teixeira, 2020).

O treinamento funcional era realizado nos dias alternados ao treinamento de estabilidade de core. Ambas as intervenções de TF tiveram uma frequência semanal de duas vezes por semana, com duração de 21 minutos por sessão. Os atletas foram randomizados de acordo com o desempenho do salto com contra movimento (CMJ) e alocados em dois grupos de 11 atletas cada (Mihalik, Libby, Battaglini, & McMurray, 2008). Os protocolos de intervenção tiveram uma organização semelhante separada em três blocos: preparação do movimento, neuromuscular 1 e neuromuscular 2. A preparação do movimento teve duração de seis minutos em que os jogadores realizaram exercícios de mobilidade, estabilidade articular e exercícios de ativação neuromuscular (ou seja, velocidade de reação com estimulação cognitiva).

Tabela 1. Análise das variáveis descritivas dos participantes.

Variáveis	Total	Grupo VOFT	Grupo SOFT
Idade (anos)	18,2± 0,7	18,6± 0,8	18,0± 0,7
Peso (kg)	70,0± 7,2	68,8± 5,6	70,8± 8,3
Altura (cm)	177,9± 7,5	178,1± 5,2	177,9± 9,1
IMC (kg.m ²) -1	22,09± 1,58	21,73± 1,98	22,34± 1,33
Porcentagem de gordura (%)	11,30± 0,76	11,41± 0,96	11,23± 0,64
Tempo de experiência (anos)	4,87± 2,03	4,33± 1,86	5,22± 2,16
Pé direito dominante (%)	60,00	66,66	55,55
pé esquerdo dominante (%)	40,00	33,34	44,45

IMC: Índice de massa corporal.

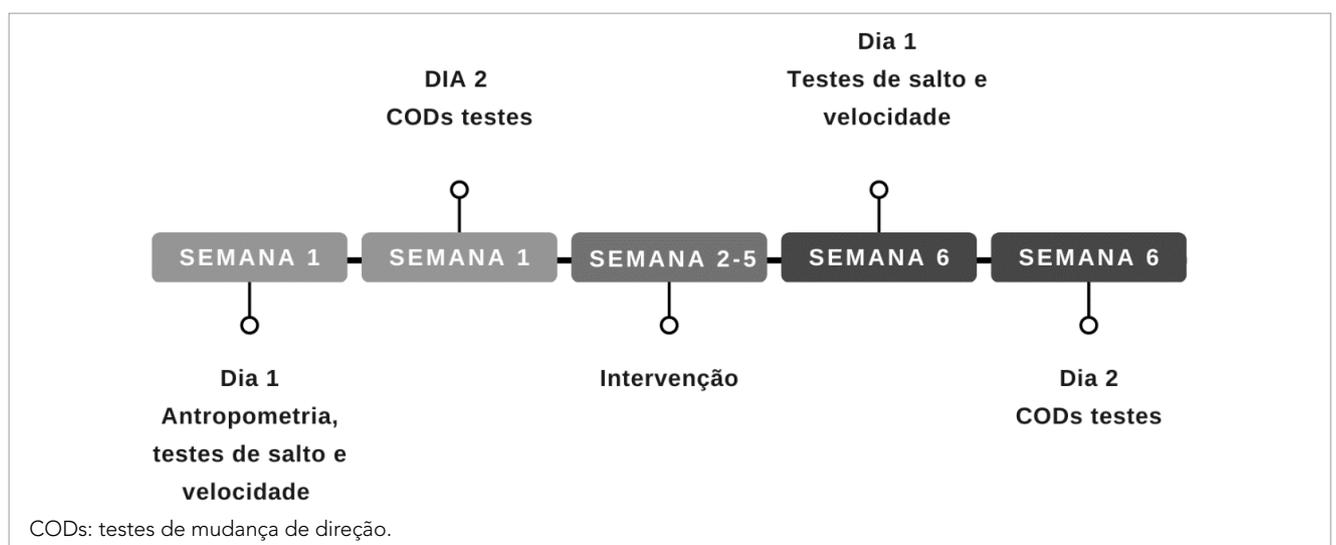


Figura 1. Linha do tempo mostrando a organização semanal do desenho experimental.

No neuromuscular 1, os jogadores realizaram exercícios pliométricos, de coordenação, de velocidade linear e de COD. Em seguida, no neuromuscular 2, foram realizados exercícios de força com e sem carga externa, considerando padrões funcionais de movimento relatados na literatura científica (puxar, empurrar e agachar) (La Scala Teixeira et al., 2017). O treino foi organizado em circuito alternado (da Silva-Grigoletto, Pereira Neto, Brandão, Chaves, & de Almeida, 2021), com 30 segundos de trabalho para 30 segundos de descanso, na tentativa de simular a demanda energética de uma partida de futebol (Barnes, Archer, Hogg, Bush, & Bradley, 2014; Dolci et al., 2020).

O grupo VOFT realizou o protocolo de intervenção com maior volume de treinamento para neuromuscular 1 (10 min) do que neuromuscular 2 (5 min). Por outro lado, o grupo SOFT realizou o protocolo de intervenção com maior volume de treinamento para os exercícios selecionados para neuromuscular 2 (10 min) do que neuromuscular 1 (5 min). A Tabela 2 mostra os exercícios utilizados no neuromuscular 1 e 2. Os atletas já tinham familiaridade com os exercícios, levando em consideração o tempo de experiência com o treinamento de alto rendimento, observado na Tabela 1.

Instrumentos

Medidas antropométricas - A massa corporal e a estatura foram medidas (Welmy, 110 CH, Santa Bárbara d'oeste, Brasil) em escala analógica com escala de 100 g e 1,0 cm, respectivamente. Quatro dobras cutâneas (tríceps, subescapular, abdominal e suprailíaca) foram medidas para obtenção da composição corporal dos atletas, seguindo diretrizes previamente publicadas (Boileau, 1993). Após a mensuração das dobras cutâneas, foi realizado o cálculo da composição corporal utilizando a Equação 1, proposta anteriormente (Faulkner & Falls, 1968):

$$(\%G = \Sigma \text{dobras cutâneas} \times 0,153 + 5,783)$$

Tabela 2. Exercícios utilizados nos protocolos de treinamento funcional.

Exercícios do Neuromuscular 1	Exercícios do Neuromuscular 2
Skipping + Sprint-10 m	Afundo dinâmico
Salto horizontal + Sprint-10 m	Flexão
Deslocamento em Zigzag + Sprint-10 m	Levantamento terra
Salto horizontal uni podal + Sprint-10 m	Tração horizontal neutra uni podal
Salto vertical + Sprint-10 m	Elevação pélvica uni podal com instabilidade

Teste de salto com agachamento (SJ): Este teste foi utilizado para avaliar a habilidade de salto utilizando a força concêntrica dos membros inferiores. Inicialmente, os participantes foram orientados a posicionar as duas mãos em contato com o quadril e só retirar após a realização do movimento. Caso os atletas retirassem as mãos do quadril, o salto era cancelado e realizada uma nova medição. Os atletas realizaram um agachamento na plataforma em uma amplitude onde o joelho ficou aproximadamente a 90° e manteve o tronco ereto. Em seguida, os atletas foram instruídos a saltar o mais alto possível na plataforma de contato Globus Ergo System (Treviso, Itália), acoplado ao software Chronojump. Foram realizados cinco saltos intercalados com intervalos de 30 s. A maior altura de salto alcançada por cada participante foi utilizada para análise dos dados (Loturco et al., 2019). A confiabilidade da medida do teste foi relatada anteriormente, apresentando um valor de coeficientes de correlação intraclasse (ICC) > 0,90 (Loturco et al., 2019).

Teste de salto com contramovimento (CMJ): Este salto avaliou a habilidade de saltar utilizando a força elástica dos membros inferiores (concêntrica e excêntrica). Inicialmente, os sujeitos foram posicionados em pé sobre um tapete de contato (Globus Ergo System, Codognè, Treviso, Itália) e orientados a realizar um CMJ no qual os joelhos flexionados em um ângulo de aproximadamente 90°. Os participantes foram solicitados a manter as mãos fixas no quadril durante o movimento. Caso os atletas retirassem as mãos do quadril, o salto era cancelado e realizada uma nova medição. As cinco tentativas foram intercaladas com intervalos de recuperação de 30 s. O melhor salto foi considerado para análise (Loturco et al., 2019). A confiabilidade da medida apresentada neste teste foi previamente identificada, apresentando ICC > 0,90 (Loturco et al., 2019).

Teste de corrida de 20 metros: Este teste avaliou a velocidade máxima dos jogadores a 20 metros. Dois pares de fotocélulas foram colocados no início (0 m) e no final do percurso (20 m). Os atletas foram posicionados atrás do primeiro par de fotocélulas, evitando que o equipamento acionasse prematuramente. Ao sinal do avaliador, os atletas foram autorizados a percorrer o percurso no menor tempo possível. Cada atleta realizou três tentativas com um período mínimo de recuperação de 3 minutos. O menor tempo foi utilizado para a análise dos dados. A confiabilidade do teste foi relatada anteriormente, apresentando ICC > 0,90 (Loturco et al., 2019).

Corrida em L modificada: Este teste avaliou o COD veloz dos jogadores. Os participantes foram instruídos a posicionar ambos os pés 0,5 m atrás do primeiro par de fotocélulas localizadas no início do perímetro. Ao sinal do avaliador, os

participantes realizaram uma corrida máxima em direção a um cone localizado a 10 m. Em seguida, realizaram um COD de 90°, finalizando o teste após passarem pelo segundo par de fotocélulas localizadas também a 10 m do cone. Foram permitidas duas tentativas para ambos os lados esquerdo e direito (quatro tentativas no total) para cada atleta, intervaladas por 3 minutos de recuperação. Um cone com um poste de 1 m de altura foi utilizado para demarcar onde o participante mudava de direção, o que o impedia de inclinar o tronco e passar o ombro ou qualquer parte do corpo sobre o cone. O melhor desempenho entre as duas medidas de cada lado foi selecionado para análise. As medidas de confiabilidade do teste foram previamente relatadas com ICC de 0,82 para o lado direito e ICC de 0,83 para o lado esquerdo (Keiner et al., 2020).

Teste em ziguezague: Este teste avaliou o COD força dos jogadores. Ao longo de um perímetro de 20 metros, três cones foram distribuídos a cada 5 m com um COD de aproximadamente 100°. Ao todo, foram realizadas três mudanças de direção e um *sprint* de 5 m. Antes de iniciar a avaliação, os participantes foram posicionados 0,5 m atrás do primeiro par de fotocélulas no início do perímetro. Quando autorizados pelo avaliador, os atletas iniciavam o teste e corriam o mais rápido que podiam nos 20 m. Um cone com um poste de 1 m de altura foi posicionado a cada momento de COD evitando que os jogadores inclinassem o tronco ou passassem o ombro ou qualquer parte do corpo sobre o ponto de conversão. Dois pares de fotocélulas foram posicionados a distâncias de 0 e 20 m para guiar o desempenho apresentado pelos atletas em cada tentativa. Os sujeitos realizaram três tentativas, e o melhor desempenho foi usado para análise. Três minutos de recuperação foram permitidos entre as tentativas. A confiabilidade do teste foi relatada anteriormente, apresentando $ICC > 0,90$ (Loturco et al., 2019).

Alem dos testes, foi realizado o monitoramento da carga de treinamento utilizando a carga interna dos jogadores. A classificação da sessão de percepção de esforço (RPE) foi usada para quantificar a carga interna (Foster et al., 2001). A coleta de dados ocorreu 30 minutos após o término de cada sessão de treino e jogo amistoso. Os atletas foram avaliados pela mesma pessoa (cientista esportivo do clube), que questionou sobre o nível de esforço percebido, considerando a sessão de treinamento completa. Para a obtenção da medida foi utilizada uma escala padronizada de 0 a 10, seguindo o protocolo previamente relatado por Foster et al. (2001). Os jogadores estavam familiarizados com a ferramenta e foi esclarecido que deveriam considerar toda a sessão de treinamento (treinamento físico + tático-técnico) ao responder. A duração de cada sessão de

treinamento e de cada jogo amistoso foi cronometrada para cada jogador individualmente, incluindo o período de aquecimento e os períodos de recuperação tanto para treinamento quanto para jogos amistosos. A PSE da sessão foi calculada multiplicando-se o tempo da sessão e o esforço percebido (Foster et al., 2001).

Procedimentos

As avaliações foram realizadas em dois dias consecutivos com intervalo de recuperação de 24 horas. Inicialmente, foram coletadas as medidas antropométricas, seguidas da capacidade de salto medida pelo salto agachado (SJ) e salto contra movimento (CMJ). O teste de *sprint* de 20 metros foi o último teste do primeiro dia de avaliações. No segundo dia, todos os testes de COD foram aplicados, corrida em L modificado para o lado direito, corrida em L modificado para o lado esquerdo e o teste *Zigzag*. O índice de COD déficit foi calculado para cada teste de COD após o término de todas as avaliações utilizando a equação proposta por Nimphius, Geib, Spiteri e Carlisle (2013). Antes dos testes, os atletas realizaram protocolos de aquecimento padronizados, incluindo exercícios gerais (ou seja, corrida em ritmo moderado por 3 min seguido de alongamento ativo de membros inferiores por 2 min) e exercícios específicos (tentativas submáximas dos exercícios testados).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada por protocolo devido à perda amostral durante a intervenção. Os dados foram apresentados como média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC) de 95%. A normalidade e homogeneidade dos dados foram testadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. A parametrização foi realizada através do quadrado da variável para variáveis não paramétricas (corrida em L para o lado direito pré-teste e pós-teste). Para identificar se havia diferença ao longo do tempo e entre os grupos, foi aplicada uma ANOVA mista 2x2. O teste Post Hoc de Bonferroni foi aplicado para localizar as possíveis diferenças. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$. O tamanho do efeito global foi calculado pela raiz quadrada da ETA (μ^2) e classificado como $r \geq 0,5 =$ grande; $r \geq 0,3 =$ moderado; $r \geq 0,1 =$ pequeno (Cohen, 2013). O tamanho do efeito (ES) para comparações pareadas foi calculado usando o g de Hedges. Em geral, a classificação foi $d > 1,2 =$ muito grande; $1,2 \leq d < 0,8 =$ grande; $0,8 \leq d < 0,5 =$ moderado; $0,5 \leq d < 0,2 =$ pequeno; $0,2 < d < 0,1 =$ muito pequeno; $d < 0,1 =$ nulo (Cohen, 2013).

RESULTADOS

No que se refere ao volume de treinamento e carga interna, foi possível identificar que ao final das quatro semanas de treinamento, o grupo VOFT obteve média de 386,6±19,0 UA e o grupo SOFT obteve 366,3±31,25 UA. Ao analisar os dois grupos juntos, obteve-se uma média de 375,3±134,5 UA de carga interna. Após quatro semanas, ambos os grupos atingiram uma média de 429,65 minutos de treinamento, sendo 82% utilizados para a parte técnico-tática, enquanto 18% foram utilizados para treinamento físico (TF+ TEC), sendo que 9,79% foi utilizado com TF, conforme mostra a Figura 2.

Quanto ao desempenho de COD e COD déficit, foi identificada diferença significativa no COD em L para o lado direito, considerando o fator tempo ($F(1,13) = 43,368$; $p < 0,001$; $\mu = 0,88$). A análise post hoc identificou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré: 4,09±0,16 s; pós: 3,88±0,10 s; $p = 0,004$; $g = 1,29$; IC95% 3,77–3,99) e para o grupo SOFT (pré: 4,07±0,07 s; pós: 3,80±0,13 s; $p < 0,001$; $g = 2,40$; IC95% 3,70–3,90) conforme mostra a Figura 3A. No entanto, não foi identificada diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos. O comportamento individual dos jogadores é mostrado nas Figuras 4A e 4B.

Por outro lado, a corrida em L para o lado esquerdo não apresentou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré: 3,97±0,11 s; pós: 3,99±0,11; $p = 0,69$; $g = 0,15$; IC95% 3,88–4,09) e para o grupo SOFT (pré: 3,95±0,09; pós: 3,93±0,12 s; $p = 0,54$; $g = 0,15$; IC95% 3,84–3,01), conforme mostrado em Figura 3B. Bem como, para o tempo e fator de interação do grupo conforme mostrado. O comportamento individual dos jogadores é mostrado nas Figuras 4C e 4D.

No teste Zigzag, foi encontrada diferença significativa considerando o fator tempo ($F(1,13) = 34,926$; $p < 0,001$; $\mu = 0,85$). A análise post hoc mostrou melhora significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré: 5,89±0,14 s; pós: 5,65±0,25 s; $p = 0,002$; $g = 0,98$; IC95% 5,47–5,84) e para o

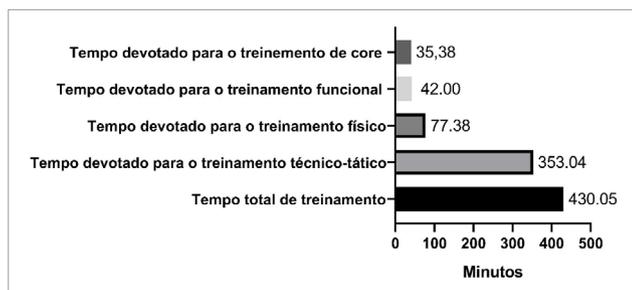


Figura 2. Divisão média de tempo após quatro semanas de treinamento para ambos os grupos.

grupo SOFT (pré: 5,84±0,10 s; pós: 5,59±0,17; $p < 0,001$; $g = 1,65$; IC95% 5,44–5,75) conforme mostra a Figura 3C. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos.

Em relação ao COD déficit da corrida em L para o lado direito, foi encontrada uma mudança significativa considerando o fator tempo ($F(1,13) = 38,437$; $p < 0,001$; $\mu = 0,86$). A análise post hoc mostrou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré: 1,09±0,12s; pós: 0,88±0,12 s; $p = 0,006$; $g = 1,40$; IC95% 0,79–0,98) e para o grupo SOFT (pré: 1,12±0,06 s; pós: 0,83±0,09; $p < 0,001$; $g = 3,44$; IC95% 0,79–0,98), conforme mostra a Figura 3D. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre os fatores grupo e tempo.

No COD déficit da corrida em L para o lado esquerdo, não houve diferença significativa para o fator tempo para o grupo VOFT (pré: 0,97±0,10 s; pós: 0,99±0,08 s; $p = 0,67$; $g = 0,18$; IC95% 0,89–1,10) e para o grupo SOFT (pré: 1,00±0,08 s; pós: 0,96±0,13; $p = 0,36$; $g = 0,34$; IC95% 0,87–1,04), conforme mostrado na Figura 3E. Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa na interação do fator tempo e grupo.

O COD déficit em ziguezague também apresentou diferença significativa considerando o fator tempo ($F(1,13) = 53,550$; $p < 0,001$; $\mu = 0,90$). A análise post hoc mostrou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré: 2,89±0,11 s; pós: 2,66±0,19 s; $p = 0,001$; $g = 1,23$; IC95% 2,50–2,82) e para o grupo SOFT (pré: 2,89±0,06 s; pós: 2,62±0,17; $p < 0,001$; $g = 2,09$; IC95% 2,49–2,75), conforme mostrado na Figura 3F. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos.

Em relação à capacidade de salto e velocidade linear foi possível identificar uma diferença significativa na altura do salto vertical, considerando o fator tempo ($F(1,13) = 6,064$; $p < 0,050$; $\mu = 0,56$). No entanto, não houve diferença significativa entre os momentos pré e pós para nenhum grupo como demonstrado nas Tabelas 3 e 4. Além disso, não houve diferença significativa quando considerada a interação entre os momentos e grupos. Em adição, não houve diferença significativa na altura do CMJ nem no tempo do sprint de 20 metros em relação ao fator tempo conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4. A interação entre os fatores tempo e grupo também não apresentou nenhuma diferença significativa para essas variáveis. Portanto, não houve diferença significativa entre o grupo VOFT e o grupo SOFT em nenhum momento. No entanto, o grupo SOFT teve um tamanho de efeito maior em todas as variáveis do que o grupo VOFT, exceto para as alturas SJ e CMJ.

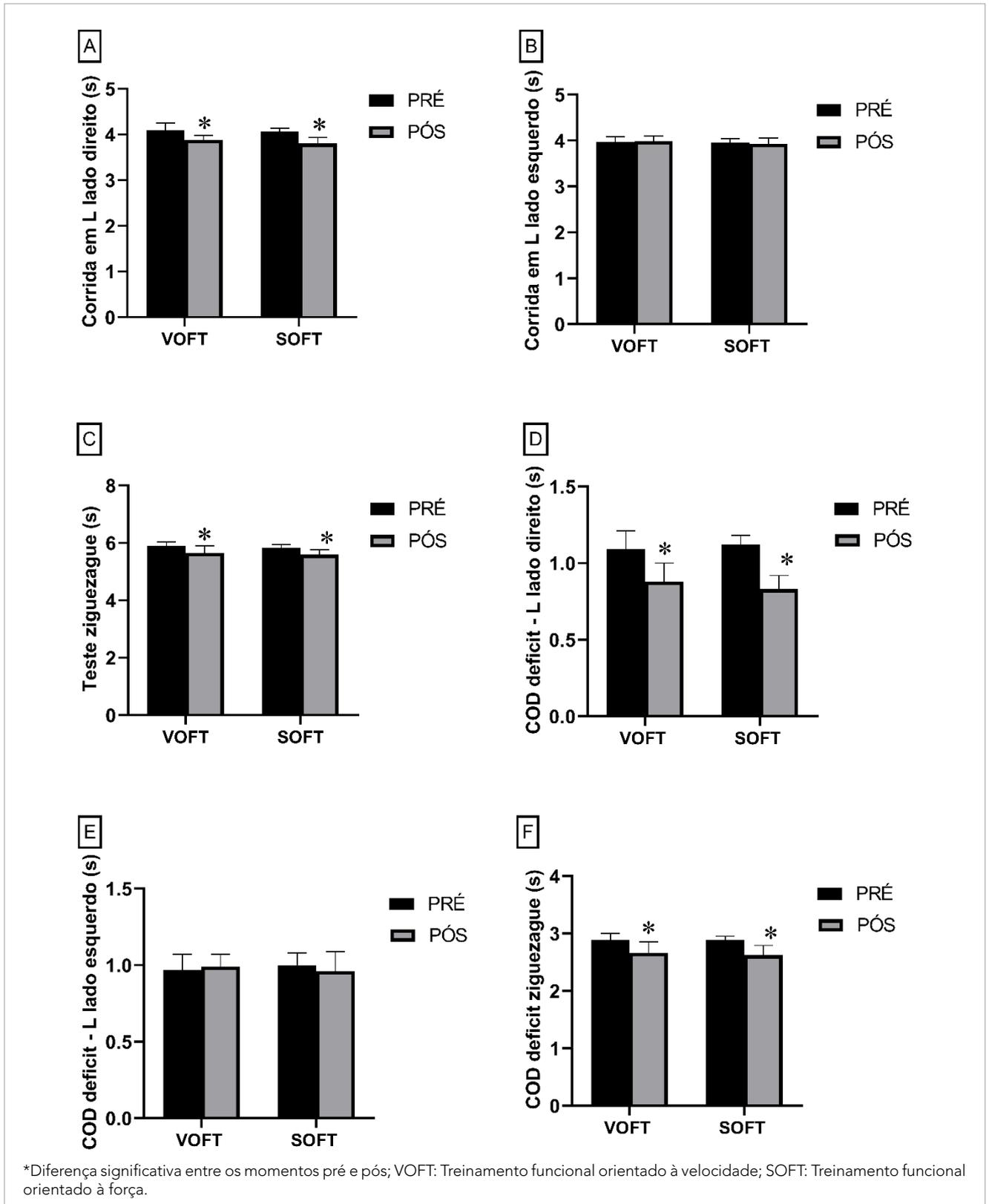


Figura 3. Desempenho médio dos atletas nos testes de COD e COD déficit. (A) Médias dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado direito; (B) médias dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção para a corrida L à esquerda; (C) médias dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção para o teste de ziguezague; (D) medidas dos grupos no momento pré e pós-intervenção para o COD déficit da corrida em L para o lado direito; (E) medidas dos grupos no momento pré e pós-intervenção para o COD déficit da corrida em L para o lado esquerdo; (F) medidas dos grupos no momento pré e pós-intervenção para o COD déficit do teste em ziguezague.

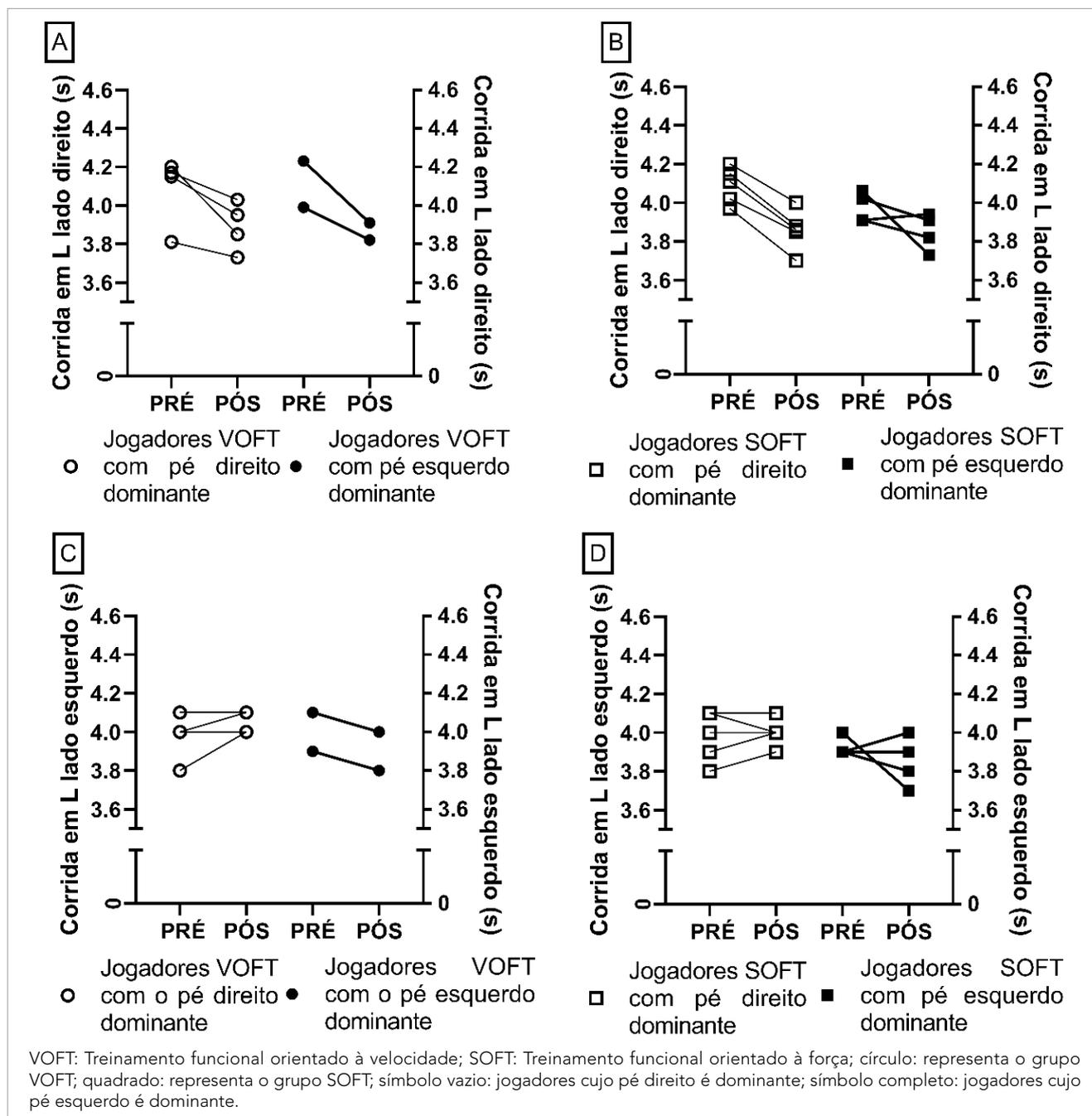


Figura 4. Comportamento individual dos jogadores para o Teste de corrida em L de acordo com sua dominância de pé. (A) Comportamento individual dos jogadores do grupo VOFT pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado direito; (B) Comportamento individual dos jogadores do grupo SOFT pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado direito; (C) Comportamento individual dos jogadores do grupo VOFT pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado esquerdo; (D) Comportamento individual dos jogadores do grupo SOFT pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado esquerdo;

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo mostraram que apenas quatro semanas de TF como complemento ao TTT foram suficientes para melhorar diferentes componentes da aptidão física em jogadores de futebol. Especificamente, ambos os protocolos de treinamento modificaram positivamente o

desempenho do COD, seja orientada para a força (COD força > 90°) ou velocidade (COD velocidade < 90°), além do COD déficit, sugerindo que ambos os protocolos podem ser utilizados para promover adaptações nesses parâmetros. Nesse sentido, a hipótese levantada por este estudo foi confirmada, mostrando que independentemente da orientação e foco do TF,

Tabela 3. Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos VOFT e em pré e pós-intervenção.

Variáveis	SOFT		P	95% CI	ES
	Pré	Pós			
CMJ (cm)	37,54± 4,54	39,59± 2,16	0,10	37,14–42,04	0,49
SJ (cm)	35,87± 3,74	38,50± 3,57	0,07	36,03–40,97	0,58
20-m <i>sprint</i> (s)	3,00± 0,08	2,99± 0,14	0,81	2,90–3,08	0,07

VOFT: treinamento funcional orientado a velocidade; CMJ: Salto Contra Movimento; SJ: Salto de Agachamento; p: valor de significância; IC95%: intervalo de confiança; ES: tamanho do efeito.

Tabela 4. Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos SOFT e em pré e pós-intervenção.

Variáveis	SOFT		P	95% CI	ES
	Pré	Pós			
CMJ (cm)	40,14± 4,14	41,19± 3,10	0,29	39,19–43,19	0,26
SJ (cm)	38,35± 3,73	39,98± 2,17	0,16	37,97–42,00	0,49
20-m <i>sprint</i> (s)	2,95± 0,06	2,97± 0,06	0,36	2,89–3,04	0,27

SOFT: treinamento funcional orientado a força; CMJ: Salto Contra Movimento; SJ: Salto de Agachamento; p: valor de significância; IC95%: intervalo de confiança; ES: tamanho do efeito.

esse tipo de treinamento utilizado pode melhorar o desempenho de jogadores de futebol em apenas quatro semanas (Loturco et al., 2018, 2019; Xiao et al., 2021).

Esses achados podem ser explicados pelo fato de que o TF pode estimular diferentes capacidades físicas em uma mesma sessão de treinamento (La Scala Teixeira et al., 2017; Falk Neto & Kennedy, 2019; Xiao et al., 2021), incluindo velocidade, força e potência, que são essenciais para o desempenho físico de jogadores de futebol e estão diretamente relacionados à capacidade de COD (Nygaard Falch et al., 2019; Stolen et al., 2005; Young, James, & Montgomery, 2002). No presente estudo, principalmente no neuromuscular 1, os atletas realizaram exercícios de coordenação motora e pliométricos, *sprints* curtos e exercícios de mudança de direção. Assim, esperava-se um aumento no desempenho do COD resultante da diminuição do tempo de execução devido a esses estímulos do bloco de treinamento neuromuscular 1 (Freitas et al., 2019; Loturco et al., 2019; Nygaard Falch et al., 2019). Além disso, Freitas et al. (2021) observaram uma correlação positiva e significativa entre o desempenho no salto unilateral e a habilidade COD com a perna dominante em atletas de *rugby union* (esporte coletivo). No presente estudo, exercícios de saltos bilaterais e unilaterais foram utilizados em ambos os protocolos, embora estimulados em volumes diferentes. Em consonância com isso, dada a natureza unilateral do COD, os exercícios unilaterais selecionados para a intervenção podem ter contribuído para melhorar o desempenho do COD, principalmente com a perna direita, que para a maioria dos participantes era o membro dominante (Freitas et al., 2019, 2021; Loturco et al., 2018, 2019).

Até onde sabemos, nenhum estudo aplicou o treinamento funcional em jogadores de futebol treinados da categoria sub 20, especialmente em um período de 4 semanas. Apesar disso, foram encontrados dois estudos que se assemelham um pouco com o presente estudo e que realizaram uma intervenção longitudinal com TF no futebol (Baron et al., 2020; Keiner et al., 2020). Um estudo demonstrou adaptações positivas associadas ao TF (Baron et al., 2020). Outro estudo não demonstrou mudanças positivas nos parâmetros de desempenho físico de jogadores de futebol quando aplicado o TF (Keiner et al., 2020). Keiner et al. (2020). O protocolo de intervenção do grupo realizou TF com exercícios que utilizaram bandas elásticas (mini-bandas) como contra-resistência e treino de core. No entanto, tal configuração não segue os parâmetros atuais, uma vez que o TF utiliza principalmente diferentes métodos de treinamento para potencializar as adaptações em diferentes componentes da aptidão física (da Silva-Grigoletto et al., 2020). Por exemplo, exercícios pliométricos que são usados em sessões de treinamento resistido com o objetivo de melhorar a potência dos membros inferiores e a capacidade de salto, e exercícios de velocidade linear são usados para diminuir o tempo de execução de uma tarefa linear, exigindo altas velocidades (Baron et al., 2020; da Silva-Grigoletto et al., 2020). Nesse sentido, o treinamento desenvolvido no estudo pode não ter sido suficiente para melhorar os determinantes do desempenho físico de atletas de futebol, o que justifica o resultado contraditório em relação aos obtidos no presente estudo. Portanto, para planejar e aplicar o TF, especialmente no alto rendimento, a seleção

de exercícios e métodos de treinamento eficazes são cruciais para definir se uma intervenção promoverá adaptações em atletas de futebol.

Ambos os protocolos de intervenção foram eficazes em promover melhora significativa em diferentes medidas de COD. Os participantes do estudo reduziram o tempo nas avaliações em ziguezague e no teste de corrida em L para o lado direito. A melhora dessas medidas está relacionada a mecanismos adaptativos como os provocados por programas de treinamento pliométrico, de força e potência muscular, incluindo adaptações na força máxima, alterações hormonais e remodelação neuromuscular. Além disso, essas adaptações podem ser potencializadas integrando diferentes capacidades físicas estimuladas em uma mesma sessão de treinamento (Thapa, Lum, Moran, & Ramirez-Campillo, 2021).

Apesar do aumento de desempenho nessas variáveis, o COD do teste de corrida em L para o lado esquerdo não se alterou ao longo do tempo. Esperávamos esse resultado considerando que os jogadores de futebol frequentemente encontram uma assimetria entre os lados dominantes e não dominantes (Bishop et al., 2019). Como a amostra do presente estudo é predominantemente destra (60%) (Tabela 1), esse resultado pode ter influenciado o COD da corrida L, promovendo melhora apenas na realização do teste no lado direito. Além disso, como mostra a Figura 4, todos os jogadores destros reduziram o tempo de teste de COD para o lado direito, enquanto alguns jogadores canhotos reduziram o tempo e outros mantiveram ou aumentaram em ambos os grupos. No entanto, quando ambos os grupos realizaram o teste de COD para o lado esquerdo, praticamente todos os jogadores destros mantiveram ou aumentaram o tempo. Para os canhotos, quase todos reduziram o tempo. O mesmo resultado ocorreu em outros estudos em que a assimetria de COD foi avaliada. Todos esses estudos relataram uma melhor resposta na COD para o lado dominante do que para o lado não dominante (Dos'Santos, Thomas, Jones, & Comfort, 2019; Hart, Spiteri, Lockie, Nimphius, & Newton, 2014; Rouissi, Chtara, Berriri, Owen, & Chamari, 2016).

Em relação à velocidade linear, os resultados deste estudo não concordam com o estudo de Baron et al. (2020). A amostra do estudo é diferente dos participantes da presente investigação quanto ao nível competitivo dos atletas. Os jogadores do presente estudo possuem mais de quatro anos de experiência no futebol. Além disso, são jogadores mais velhos, apresentando um estágio de desenvolvimento físico mais avançado, dificultando a adaptação aos componentes físicos, principalmente em um curto período de treinamento (Thapa et al., 2021). Além disso, existe uma falta de exercício que estimule a velocidade linear máxima (distância > 20 metros). As

distâncias escolhidas para a intervenção têm características de velocidade de aceleração (distância < 10 metros). Foi escolhido esse distanciamento devido à representatividade dessas ações. São uma das ações que antecedem o momento do gol, em que 49% dos *sprints* são realizados em menos de 10 metros no futebol (Stolen et al., 2005). Outro ponto na seleção dessa distância é a relação entre aceleração/desaceleração (estimulada em corridas de aproximadamente 10 m) e a variável dependente mais crítica do estudo, o COD, que requer momentos de desaceleração e aceleração constantes e repetitivos em distâncias curtas (Loturco et al., 2018).

Em relação ao COD déficit no teste *Zigzag* e no teste de corrida em L para o lado direito, sem alteração na velocidade linear e com o desempenho da COD aumentado, o resultado obtido foi uma melhora no COD déficit. Isso significa que os jogadores mantiveram seus níveis de velocidade linear, melhorando a eficácia e a aplicação da velocidade nas mudanças de direção. Assim, a melhora no COD através do presente protocolo de TF não teve influência na velocidade máxima em linha reta, sendo exclusivamente de uma melhor capacidade de mudança de direção. Esse resultado pode ser explicado devido aos exercícios COD realizados na intervenção e os *sprints* curtos aplicados no bloco de treinamento neuromuscular 1. É necessário inserir exercícios específicos de COD na sessão de treinamento para melhorar o COD déficit (Loturco et al., 2019). Este fato ocorre porque as demandas por ações de aceleração e desaceleração nestes exercícios são frequentes. Assim, possibilitando transferir as capacidades mais gerais, como velocidade e potência, para tarefas mais especializadas, como o COD. Além disso, Freitas et al. (2021) explicaram que exercícios de força excêntricos, unilaterais e aplicados em diferentes dimensões podem ajudar a melhorar o COD déficit. Os exercícios que foram aplicados no presente estudo, mais especificamente no bloco de treinamento neuromuscular 2, são um fator que pode ter ajudado a melhorar o COD déficit.

Em relação à habilidade de salto, alguns autores avaliaram o efeito do treinamento complexo/combinado na habilidade de salto de jogadores de futebol em uma meta-análise (Thapa et al., 2021). Identificaram que a habilidade de salto é melhor desenvolvida quando a intervenção durou mais de oito semanas e foi realizada com atletas profissionais menores de 18 anos. No presente estudo, a intervenção teve duração de quatro semanas e foi realizada com atletas de sub elite da categoria sub-20. Este fato pode justificar o resultado de não haver melhora estatisticamente significativa. No entanto, um tamanho de efeito pequeno e moderado foi mostrado para o SJ e CMJ, respectivamente, independentemente do volume de TF aplicado. Portanto, hipotizou-se que tais achados

provavelmente seriam estatisticamente significativos em uma intervenção com maior duração.

Outro ponto essencial do presente estudo foi sua validação ecológica. Isso porque as melhorias nas capacidades físicas aqui apresentadas foram desenvolvidas pelo treinamento funcional como forma complementar ao treinamento técnico tático em apenas quatro semanas de intervenção (pré-temporada), com baixa frequência semanal (duas sessões) e com um curto tempo de treinamento (9,79 % do tempo total da sessão). Portanto, esse é um achado favorável, considerando o tempo de treinamento limitado que os clubes de futebol possuem atualmente (Falk Neto & Kennedy, 2019), com menos dias disponíveis para preparação técnica, tática e física, devido aos calendários congestionados. Sendo assim, um protocolo de treinamento (nas suas duas variantes) que possa ser realizado rapidamente e de forma complementar à parte técnica tática, devido a seu baixo volume e frequência e ainda assim obter ganhos relevantes nas capacidades físicas essenciais para atletas de futebol treinados, pode ter uma grande relevância para o futebol e a área de treinamento esportivo.

O presente estudo tem algumas limitações. Por exemplo, este estudo não pôde compor um grupo controle, isso porque o estudo foi realizado com apenas uma equipe, dificultando a implantação de outro grupo com rotina de treinamento diferenciada no contexto de uma equipe profissional. Além disso, este estudo tem uma amostra pequena. Pode ser interessante realizar um estudo com um número mais significativo de participantes, com outras categorias, diferentes níveis competitivos e diferentes épocas para expandir os achados para outras populações.

No entanto, os profissionais do esporte podem considerar a aplicação do TF em suas sessões de treinamento, uma vez que ambos os protocolos aplicados como forma complementar ao TTT, foram capazes de desenvolver as habilidades físicas essenciais dos jogadores de futebol de forma multi-componente. Todas essas melhorias em um curto período, tornando-se um método de treinamento eficiente em termos de tempo. Nessa perspectiva, o TF pode ser incluído na agenda lotada de jogos do clube e inserido na periodização tática do treinamento do futebol. Por exemplo, se o time estiver em período de pré-temporada com apenas um amistoso por semana, é possível aplicar o SOFT no dia da aquisição, no qual se pretendem ganhos de força. Com maiores ganhos de velocidade necessários no dia da aquisição, o VOFT pôde ser realizado. Caso a equipe esteja em período competitivo, com dois jogos por semana, no dia da aquisição, os jogadores titulares podem realizar o VOFT e ainda obter ganhos consideráveis nas capacidades físicas. Além disso, os jogadores podem evitar a dor tardia que o treinamento de força mais volumoso pode trazer (Silva et al., 2018).

CONCLUSÕES

Em conclusão, quatro semanas de TF como complemento ao TTT, realizadas no período de pré-temporada modificam positivamente diferentes componentes da aptidão física em jogadores de futebol sub-20, apesar do tipo orientação ao treinamento (velocidade ou força). Independentemente dos estímulos de exercício priorizados, o TF como complemento ao TTT, melhora os parâmetros de corrida COD e o déficit COD e aumenta a capacidade de salto no SJ e CMJ, em apenas quatro semanas, em jogadores de futebol sub-20.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao clube de futebol por colaborar com o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the english premier league. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Baron, J., Bieniec, A., Swinarew, A. S., Gabryś, T., & Stanula, A. (2020). Effect of 12-week functional training intervention on the speed of young footballers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 160. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010160>
- Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019). Drop jump asymmetry is associated with reduced sprint and change-of-direction speed performance in adult female soccer players. *Sports*, 7(1), 29. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Boileau, R. A. (1993). Advances in Body Composition Assessment. *Cadernos de Saúde Pública*, 9(1), 116-117. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x1993000500014>
- Bourgeois, F., McGuigan, M., Gill, N., & Gamble, G. (2017). Physical characteristics and performance in change of direction tasks: A brief review and training considerations. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 25(5), 104-107.
- Clemente, F. M., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Small-sided games: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *PLoS One*, 16(2), e0247067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247067>
- Clemente, F. M., Ramirez-Campilo, R., Nakamura, F. Y., & Sarmiento, H. (2021). Effects of high-intensity interval training in men soccer player's physical fitness: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled and non-controlled trials. *Journal of Sports Sciences*, 39(11), 1202-1222. <https://doi.org/10.37766/inplasy2020.6.0006>
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Da Silva-Grigoletto, M. E., Pereira Neto, E., Brandão, L. H. A., Chaves, L. M. D. S., & de Almeida, M. B. (2021). Effect of two types of cross training protocols on body composition and physical fitness of young adults. *Brazilian Journal of Exercise Physiology*, 19(5), 398-408. <https://doi.org/10.33233/rbfex.v19i5.3264>
- Da Silva-Grigoletto, M. E., Resende-Neto, A. G. de, Teixeira, C. V. L. S. (2020). Functional training: a conceptual update. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 22, 726-746. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e72646>

- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and Energetic Demand of Soccer: A Brief Review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 70-77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000533>
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 2953-2961. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002438>
- Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*, 37(9), 783-805. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737090-00003>
- Falk Neto, J. H. F., & Kennedy, M. D. (2019). The multimodal nature of high-intensity functional training: Potential applications to improve sport performance. *Sports*, 7(2), 33. <https://doi.org/10.3390/sports7020033>
- 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>
- Faulkner, J. A., & Falls, H. (1968). *Exercise physiology*. Academic Press.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Freitas, T. T., Alcaraz, P. E., Calleja-González, J., Arruda, A. F. S., Guerriero, A., Mercer, V. P., Pereira, L. A., Carpes, F. P., McGuigan, M. R., & Loturco, I. (2021). Influence of physical and technical aspects on change of direction performance of rugby players: An exploratory study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13390. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413390>
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F. S., Guerriero, A., Azevedo, P. H. S. M., & Loturco, I. (2019). Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 68, 167-176. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0069>
- Hart, N. H., Spiteri, T., Lockie, R. G., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2014). Detecting deficits in change of direction performance using the preplanned multidirectional australian football league agility test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3552-3556. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000587>
- Keiner, M., Kadlubowski, B., Sander, A., Hartmann, H., & Wirth, K. (2020). Effects of 10 months of Speed, Functional, and Traditional Strength Training on Strength, Linear Sprint, Change of Direction, and Jump Performance in Trained Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(8), 2236-2246. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003807>
- La Scala Teixeira, C. V., Evangelista, A. L., Novaes, J. S., da Silva Grigoletto, M. E., & Behm, D. G. (2017). "You're only as strong as your weakest link": A current opinion about the concepts and characteristics of functional training. *Frontiers in Physiology*, 8, 643. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00643>
- Loturco, I., Nimphius, S., Kobal, R., Bottino, A., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2018). Change-of direction deficit in elite young soccer players: The limited relationship between conventional speed and power measures and change-of-direction performance. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(2), 228-234. <https://doi.org/10.1007/s12662-018-0502-7>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Freitas, T. T., Alcaraz, P. E., Zanetti, V., Bishop, C., & Jeffreys, I. (2019). Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS One*, 14(5), e0216806. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216806>
- Mihalik, J. P., Libby, J. J., Battaglini, C. L., & McMurray, R. G. (2008). Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 47-53. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31815ee9e9e>
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000309>
- 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(2), 115-117.
- Nygaard Falch, H., Guldteig Rædergård, H., & van den Tillaar, R. (2019). Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0223-y>
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Pino-Ortega, J., Moreno-Pérez, V., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2020). Match and Training High Intensity Activity-Demands Profile during a Competitive Mesocycle in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 75, 195-205. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0050>
- Pons, E., Ponce-Bordón, J. C., Díaz-García, J., del Campo, R. L., Resta, R., Peirau, X., & García-Calvo, T. (2021). A longitudinal exploration of match running performance during a football match in the spanish la liga: A four-season study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1133. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031133>
- Rouissi, M., Chtara, M., Berriri, A., Owen, A., & Chamari, K. (2016). Asymmetry of the modified illinois change of direction test impacts young elite soccer players' performance. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(2), e61659. <https://doi.org/10.5812/asjms.33598>
- Sander, A., Keiner, M., Schlumberger, A., Wirth, K., & Schmidbleicher, D. (2013). Effects of functional exercises in the warm-up on sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 995-1001. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318260ec5e>
- Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 539-583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>
- Stolen, T., Chamari, K., & Chia, M. Y. H. (2005). Physiology of Soccer: an Update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 11, 627869. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.627869>
- Xiao, W., Soh, K. G., Wazir, M. R. W. N., Talib, O., Bai, X., Bu, T., Sun, H., Popovic, S., Masanovic, B., & Gardasevic, J. (2021). Effect of Functional Training on Physical Fitness Among Athletes: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, 12(1), 738878. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.738878>
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.