

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Marco Luan Harden Quines Soares

SPRINT CURVILÍNEO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL:
CORRELAÇÃO COM O DESEMPENHO DE SALTO VERTICAL COM E SEM
CARGA, *SPRINT* LINEAR, COM MUDANÇAS DE DIREÇÃO E RESISTIDO

Porto Alegre – RS

2021

Marco Luan Harden Quines Soares

SPRINT CURVILÍNEO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL:
CORRELAÇÃO COM O DESEMPENHO DE SALTO VERTICAL COM E SEM
CARGA, *SPRINT* LINEAR, COM MUDANÇAS DE DIREÇÃO E RESISTIDO

Trabalho de conclusão de curso apresentado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para aprovação no curso de Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore

Coorientador: Ddo. Rafael Grazioli

Porto Alegre – RS

Novembro de 2021

Marco Luan Harden Quines Soares

SPRINT CURVILÍNEO EM ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL:
CORRELAÇÃO COM O DESEMPENHO DE SALTO VERTICAL COM E SEM
CARGA, *SPRINT* LINEAR, COM MUDANÇAS DE DIREÇÃO E RESISTIDO

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha – UFRGS

Porto Alegre – RS

Novembro de 2021

Trabalho de conclusão de curso em modelo de artigo científico

Revista Científica: *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*

Categoria do artigo: Transversal correlacional.

Título do artigo: *Sprint* curvilíneo em atletas profissionais de futebol: correlação com o desempenho de salto vertical com e sem carga, *sprint* linear, com mudanças de direção e resistido

Autores: Marco Luan Harden Quines Soares¹, Rafael Grazioli¹, Eduardo Lusa Cadore¹.

¹Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Marco Luan Harden Quines Soares - <https://orcid.org/0000-0002-6410-1906>;

Rafael Grazioli – <https://orcid.org/0000-0002-0561-8083>;

Eduardo Lusa Cadore –<https://orcid.org/0000-0003-4397-9485>;

Número de palavras no resumo: 290.

Número de palavras no corpo do texto: 6066.

Tabelas: 4

Figuras: 3

Autor correspondente:

Marco Luan Harden Quines Soares.

E-mail: luanharden@gmail.com

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança – Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Rua Felizardo, 750 – Bairro Jardim Botânico - CEP: 90690-200 - Porto Alegre – RS, Brasil.

Phone: +55 51 33085894.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo (CS) com o desempenho de salto vertical com e sem carga, *sprint* linear, com mudanças de direção (COD) e resistido (RS) em jogadores profissionais de futebol. Vinte e um atletas realizaram salto agachado e com contra movimento (com e sem carga externa), *sprint* linear de 10 e 20 m, teste de CS, teste de Zigzag COD, *sprint* resistido de 20 m, Teste Intermitente Yo-Yo e teste de flexão nórdica (NHE). Correlação de Pearson foi realizada para determinar as relações entre as variáveis distintas testadas. O nível de significância foi estabelecido em $P < 0,05$. Foram observadas relações entre as velocidades linear e CS; no entanto, não foram observadas correlações significativas com o desempenho dos RS e COD. Ademais, correlações significativas fortes a muito fortes foram observadas entre o desempenho de RS e COD, sobretudo, nas cargas mais elevadas. A capacidade de salto sem carga foi significativamente correlacionada com o desempenho de *sprint* linear e CS; no entanto, nenhuma associação significativa foi observada entre os saltos com o desempenho de COD e de RS; e, saltos com carga não apresentaram correlação com o desempenho dos variados *sprints*. Finalmente, foram observadas correlações significativas moderadas entre o desempenho de CS com o NHE, além de correlações significativas moderadas entre o desempenho de salto contramovimento com o desempenho no Yo-Yo. Parece que métodos de treinamento capazes de melhorar as habilidades de *sprint* linear e salto vertical também podem influenciar o desempenho do CS. Além disso, incrementos no RS parecem ter o potencial de modificar o desempenho de COD. Os presentes resultados podem ser usados por preparadores físicos e cientistas do esporte para orientar as prescrições de teste e treinamento nessa população.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the correlation of the curve sprint (CS) performance with the performance of vertical jump with and without external load, linear sprint, changes of direction sprint (COD) and resisted sprint (RS) in professional soccer players. Twenty-one athletes performed a squat and counter-movement jump (with and without external load), 10 and 20 m linear sprint, CS test, Zigzag COD test, 20 m resisted sprint, Intermittent Yo-Yo Test and Nordic Hamstring Exercise Test (NHE). A Pearson product-moment test was performed to determine the relationships among the assessed variables. The significance level was set at $p < 0.05$. Significant relationships between linear and CS velocities were observed, however, no significant correlations were observed with the performance of RS and COD. Furthermore, significant large to very large correlations were observed between the RS and COD, especially at higher loads. Jumping capacity without load was significantly correlated with linear sprint and CS performance, however, no significant association was observed between jumps with COD and RS performance, and jumps with external load did not correlate with the performance of the various sprints. Finally, moderately significant correlations were observed between the CS performance with the NHE, in addition to moderately significant correlations between the countermovement jump performance and the Yo-Yo test. It appears that training methods capable of improving linear sprint and vertical jump skills can also improve CS performance. Furthermore, increments in RS appear to have the potential to improve COD performance. The present results can be used by strength and conditioning coaches and sports scientists to guide testing and training prescriptions in this population.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue investigar la correlación del sprint curvilíneo (CS) con el salto vertical con y sin carga, sprint lineal, con cambios de dirección (COD) y resistido (RS) en futbolistas profesionales. Veintiún atletas realizaron sentadilla con salto y salto con contramovimiento (con y sin carga externa), sprint lineal de 10 y 20 m, prueba de CS, prueba de Zigzag COD, sprint de resistido de 20 m, Prueba de Yoyo Intermitente y prueba de flexión nórdica (NHE) . Se realizó el momento de correlación del producto de Pearson para determinar las relaciones entre las diferentes variables probadas. El nivel de significancia se fijó en $P < 0,05$. Se observaron relaciones entre las velocidades lineales y CS, aunque, no se observaron correlaciones significativas con el desempeño de RS y COD. Además, se observaron correlaciones significativas de fuertes a muy fuertes entre el rendimiento de RS y COD, especialmente con cargas más altas. La capacidad de salto sin carga se correlacionó significativamente con el sprint lineal y el rendimiento de CS, a pesar de que, no se observó una asociación significativa entre los saltos con el rendimiento de COD y RS, y los saltos con carga no se correlacionaron con el rendimiento de los distintos sprints. Finalmente, se observaron correlaciones moderadamente significativas entre el rendimiento de CS con el NHE, además de correlaciones moderadamente significativas entre el rendimiento del salto con contramovimiento y el rendimiento del YoYo. Parece que los métodos de entrenamiento capaces de mejorar las habilidades de sprint lineal y salto vertical también pueden mejorar el rendimiento de CS. Además, los incrementos en RS parecen tener el potencial de mejorar el desempeño de COD. Los preparadores físicos pueden utilizar los presentes resultados para orientar las prescripciones de prueba y entrenamiento en esta población.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA	12
3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	12
3.3. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	13
3.4. VARIÁVEIS	13
3.5. VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	13
3.6. PROTOCOLOS	14
3.6.1. DESEMPENHO DE SPRINT LINEAR	14
3.6.2. DESEMPENHO DE SPRINT CURVILÍNEO.....	14
3.6.3. DESEMPENHO DE SPRINT COM MUDANÇAS DE DIREÇÃO	15
3.6.4. TEMPO DE SPRINT RESISTIDO COM TRENÓ.....	16
3.6.5. DESEMPENHO DE SALTOS	17
3.6.6. TESTE DE FLEXÃO NÓRDICA.....	18
3.6.7. APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA INTERMITENTE.....	18
3.7. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	18
3.8. RISCOS E BENEFÍCIOS	19
3.9. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	19
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	25
6. LIMITAÇÕES	29
7. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O futebol caracteriza-se como um esporte intermitente e estocástico, envolvendo ações como *sprints*, corridas em alta intensidade, acelerações, mudanças de direção e saltos alternadas por caminhadas e corridas de leve a moderada intensidade¹⁻⁴. Embora a distância total percorrida (que é predominantemente em baixa intensidade) não tenha aumentado consideravelmente nos últimos anos, ficando entre 9-12 km por atleta⁵, a distância total em alta intensidade ($>19.8 \text{ km.h}^{-1}$) aumentou notavelmente (30-35%)⁶. Apesar dessas ações de baixa intensidade representarem a maior parte da distância percorrida por um jogador em uma partida, nos momentos decisivos, como nos lances de gol, as ações de alta intensidade são predominantes (*sprint*, mudança de direção, drible, salto e chute)^{5,7}. Isso revela a importância crítica das capacidades relacionadas à velocidade para o desempenho do futebol, especialmente porque múltiplas e sucessivas acelerações são frequentemente observadas durante os jogos oficiais^{2,8}. Além disso, sabe-se que jogadores profissionais têm melhor desempenho em *sprints* durante as partidas (10, 20, 30 e 40 metros) do que seus colegas menos especializados³, mas a duração desses *sprints* durante as partidas varia de 2 a 4 s, com respectivas distâncias inferiores a 20 metros⁶.

Segundo Faude (2012), cerca de 80% dos gols acontecem após uma ação de alta intensidade do jogador que marcou ou que deu a assistência. Nesse mesmo estudo, de todos os 360 gols analisados, 45% dos gols foram precedidos por *sprints* lineares (SL), 16% por saltos, 6% por mudanças de direção e 6% por rotações, sugerindo que apesar as ações de baixa intensidade serem predominantes, as ações de alta intensidade são decisivas para o resultado da partida. Além de preceder os lances de gols, os *sprints* acontecem de maneira intermitente e repetida a cada 90 s, sem recuperação completa, indicando a importância da boa capacidade aeróbia e anaeróbia do jogador de futebol⁹. Somado a isso, atletas de alto nível tem maior capacidade de corrida de alta intensidade e *sprint* do que atletas de nível mais baixo, percorrendo maiores distâncias e realizando maior número de ações^{3,10}.

No entanto, devido à natureza caótica e imprevisível do futebol, a capacidade de aceleração não se resume apenas a *sprints* lineares, mas também em um amplo espectro de deslocamentos complexos e multidirecionais. Tem sido consistentemente mostrado que os jogadores de futebol executam centenas de mudanças direcionais ao longo do jogo, com muitas dessas ações sendo caracterizadas por suas curvas de corte menos agressivas e ângulos mais suaves (um arco) (por exemplo, $\leq 15^\circ$)^{2,9}. Além disso, o desempenho de *sprint* não lineares parece ser capaz de diferenciar jogadores profissionais de jogadores mais jovens¹¹.

Recentemente, em estudo de Caldbeck (2019), observou-se que em atletas de futebol de elite, aproximadamente 85% dos *sprints* máximos não são *sprints* lineares, e sim “*sprints* em curva” (CS). O CS pode ser definido como a parte do *sprint* concluída com a presença de algum grau de curvatura^{12,13}. Geralmente, os *sprints* são executados em ângulos de $\sim 6-2^\circ$, entretanto, em alguns casos específicos, esses ângulos podem ultrapassar 30° ¹⁴. A maioria destas ações são realizadas na direção para frente, em direção ao gol, sugerindo que esses movimentos curvilíneos podem ser importantes para criar espaços ou ultrapassar jogadores adversários em situações decisivas, como para dar uma assistência ou marcar um gol¹⁵.

No entanto, apesar de sua importância, CS haviam sido amplamente negligenciados por treinadores e cientistas do esporte por muitos anos, ganhando notoriedade apenas recentemente. Filter e colaboradores (2020) observaram que jogadores que corriam mais rápido em *sprints* lineares não eram necessariamente mais rápidos em trajetórias curvilíneas (com variação compartilhada de $\sim 35\%$), sendo, portanto, caracterizadas como ações motoras distintas, e devem ser avaliados e treinados de forma independente. Neste mesmo estudo, os autores validaram um novo teste de CS para jogadores de futebol, utilizando o arco da grande área de um campo com medidas oficiais da FIFA, com um raio de 9,15 m e uma distância de 17 m. Além disso, do ponto de vista mecânico, quando comparados aos esforços lineares, os *sprints* curvilíneos requerem a capacidade de gerar forças centrípetas, provocando diferentes comportamentos mecânicos e neuromusculares entre a perna interna e externa, onde a perna interna possivelmente atua como um determinante na limitação da velocidade máxima de corrida, devido ao maior tempo de contato¹⁶.

Todavia, não há consenso sobre quais tipos de exercícios e protocolos de treinamento são mais ou menos adequados para promover melhoras no desempenho de CS. Uma forma importante de determinar quais capacidades possibilitam um maior desempenho no CS é analisar as possíveis associações entre diferentes testes de desempenho. Por exemplo, em estudos recentes^{15,17-19}, foram encontradas correlações fortes a muito fortes entre a velocidade de *sprint* linear e desempenho do CS, tanto no lado bom quanto no fraco (de acordo com o tempo médio gasto nas tentativas para cada lado, consideramos o mais lento como o lado “fraco” e o mais rápido como o “bom”), além de correlações moderadas a fortes entre o salto vertical e desempenho de CS. No entanto, esses resultados diferem dos obtidos pelo estudo de Filter et al. (2019)¹³ citado anteriormente, onde a correlação entre esses dois tipos de *sprint* foi mais fraca, o que pode ser explicado pelas características da amostra, visto que nos estudos de Loturco (2020)¹⁵ e Freitas (2021)¹⁹ foram avaliados jovens jogadores de um clube da

primeira divisão, no de Kobal (2021)¹⁷ em jogadoras de nível elite, enquanto o estudo de Filter e colaboradores (2019)¹³ avaliaram jogadores semiprofissionais da segunda e terceira divisões. Porém, essa correlação entre o *sprint* linear e CS parece diminuir com a idade, visto que o desempenho do CS para o lado de melhor desempenho parece melhorar com a idade, mas não do lado de pior desempenho, levando a aumentos da assimetria do CS²⁰.

A importância da força muscular para a performance é cada vez mais demonstrada. Estudos anteriores observaram que atletas mais fortes possuem melhor desempenho em habilidades esportivas gerais como salto, corrida e mudança de direção; habilidades específicas como velocidade do chute e agilidade na condução de bola, bem como em características relacionadas à curva força-tempo (taxa de desenvolvimento de força e potência mecânica de membros inferiores) e um menor risco para lesões agudas (e.g. rompimento do ligamento cruzado anterior) e por *overuse*²¹⁻²⁷. No entanto, embora previsíveis, as associações entre diferentes métricas de força, velocidade e potência podem não se transferir para *sprints* não lineares, visto que recentemente foi relatado que jogadores mais rápidos, mais fortes e mais potentes tendem a ser menos eficientes na mudança de direção, exibindo maiores magnitudes de “déficit de mudança de direção”^{28,29}. Considerando a trajetória não linear dos CS, jogadores de futebol mais rápidos em distâncias de 5, 10 e 17 m exibiram maiores magnitudes de déficit de CS no “lado ruim”, assim, jogadores mais rápidos em trajetórias lineares são menos eficientes na execução de *sprints* curvilíneos, mas esse fenômeno ocorre apenas no lado de melhor desempenho¹⁵.

Como o teste de CS é uma medida muito recente, ainda não há consenso sobre quais os melhores preditores do desempenho do CS em jogadores profissionais de futebol. Além disso, somente *sprints* e saltos sem cargas foram analisados com o CS. Portanto, o objetivo deste estudo foi examinar as relações entre a velocidade de *sprint* linear, *sprint* resistido com trenó (SR) com diferentes cargas, *sprint* com mudanças de direção (CMJ) e a capacidade de salto vertical com diferentes cargas externas (JS) com o desempenho do CS. Além disso, testamos as correlações entre o desempenho de CS com o desempenho no exercício de flexão nórdica (NHE) e com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo. Com base em resultados anteriores e evidências empíricas, formulamos a hipótese de que jogadores com níveis de força e potência mais elevados, teriam um melhor desempenho no CS. Essas informações são importantes para orientar os treinadores de força e condicionamento em seus esforços para desenvolver estratégias com maior assertividade de melhorar o desempenho físico dos jogadores de futebol.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi investigar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com *sprint* linear, *sprint* com mudanças de direção, *sprint* resistido com trenó com diferentes cargas, salto contramovimento, salto agachado, salto com diferentes cargas, exercício de flexão nórdica e aptidão cardiorrespiratória avaliada através do YoYo IRT 1, em jogadores profissionais de futebol.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de *sprint* linear de 10 m;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de *sprint* linear de 20 m;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de *sprint* com mudanças de direção;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de *sprint* resistido com 20% da massa corporal;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de *sprint* resistido com 65% da massa corporal;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de salto contramovimento;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de salto agachado;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de salto com 30% da massa corporal;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho de salto com 60% da massa corporal;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho no exercício de flexão nórdica;
- Avaliar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra foi composta por 21 jogadores profissionais de futebol do sexo masculino (idade $25,9 \pm 5,4$ anos; estatura $179,2 \pm 8,4$ cm; massa corporal $79,3 \pm 9,7$ kg; percentual de massa gorda $11,7 \pm 2,4\%$) de um clube brasileiro participante da primeira divisão estadual e da Copa Nacional. A amostra foi composta por seis laterais, seis zagueiros, seis meio-campistas e três atacantes. Os sujeitos eram assintomáticos, livres de lesões musculoesqueléticas e/ou problemas de saúde, participando dos treinamentos em média 6 vezes por semana, e não usavam nenhum tipo de estimulante que pudesse afetar seu desempenho. Uma vez informados sobre a finalidade, os procedimentos de teste e os riscos potenciais da investigação, todos os sujeitos deram seu consentimento voluntário por escrito para participar. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (número de aprovação 2.903.811) e realizado de acordo com a Declaração de Helsinque para princípios éticos em pesquisa médica envolvendo seres humanos.

O presente estudo caracteriza-se por um desenho transversal correlacional e a amostra foi selecionada por conveniência. A ordem das avaliações foi aplicada de forma aleatória após a avaliação da composição corporal, enquanto apenas o teste de aptidão cardiorrespiratória intermitente foi realizado isoladamente na sessão de treinamento subsequente. A bateria de avaliações foi composta pelos seguintes testes: *Sprint* Curvilíneo (CS), *Sprint* Linear (0-10sprint e 0-20sprint), *Sprint* com Mudanças de Direção (COD), *Sprint* Resistido com 20 e 65% da Massa Corporal (ResistedSprint20% / ResistedSprint65%), Salto Contramovimento (CMJ), Salto Agachado (SJ), *Jump Squat* com 30 e 60% da massa corporal (JS30% / JS60%), Exercício de Flexão Nórdica e Teste Intermitente Yo-Yo. Durante as avaliações, os atletas foram incentivados por quatro pesquisadores e comissão técnica a realizar os testes da forma mais veloz e intensa possível. Os atletas estavam previamente familiarizados com os testes devido a avaliação periódica nas instalações. A velocidade do vento e a temperatura foram de 0,8-1,2 m.s⁻¹ e 26-29°C, respectivamente (anemômetro digital, KP-8016 KNUP, Brasil).

3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão foram a ausência de lesões osteomioarticulares, de doenças cardiovasculares, respiratórias e metabólicas, além do uso de qualquer medicamento ou

substância com efeito no desempenho físico. Os sujeitos que não cumpriram esses critérios foram excluídos da amostra.

3.3. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Todos os sujeitos foram informados dos riscos e benefícios inerentes à participação no estudo, antes de assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.4. VARIÁVEIS

- Tempo de *Sprint* Curvilíneo (CS);
- Tempo de *Sprint* Linear de 10 metros (SL0-10);
- Tempo de *Sprint* Linear de 20 metros (SL0-20);
- Tempo de *Sprint* com Mudanças de Direção (COD),
- Tempo de *Sprint* Resistido com 20% da Massa Corporal (SR20%)
- Tempo de *Sprint* Resistido com 65% da Massa Corporal (SR65%);
- Altura de Salto Agachado (SJ);
- Altura de Salto Contramovimento (CMJ);
- Altura de *Jump Squat* com 30% da Massa Corporal (JS30%);
- Altura de *Jump Squat* com 60% da Massa Corporal (JS60%),
- Exercício de Flexão Nórdica (NHE);
- Teste Intermitente Yo-Yo (Yo-Yo).

3.5. VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

- Massa corporal;
- Estatura;
- Idade;
- Percentual de Gordura.

3.6. PROTOCOLOS

3.6.1. DESEMPENHO DE *SPRINT* LINEAR

Para a realização do teste de *sprint* linear, 3 pares de fotocélulas (Speed-Test, Cefise, São Paulo, Brasil), aproximadamente na altura do quadril dos atletas a 1m do chão, com precisão de 0,001s, foram posicionadas nas distâncias 0m, 10m e 20m ao longo do percurso. O teste foi realizado no mesmo campo de futebol de grama sintética, ao ar livre onde o time costuma treinar, com os jogadores usando chuteiras. Os jogadores realizaram três tentativas, partindo da posição em pé, parados e a uma distância de 1 metro do primeiro par de fotocélulas, para evitar acionamento prematuro do cronômetro. O momento do início do teste foi determinado pelo próprio sujeito, e este deveria percorrer o trajeto o mais rápido possível, até a última barreira de fotocélulas, evitando desacelerar antes de cruzar a marca de 20 metros. Um intervalo de descanso de 3 minutos foi permitido entre as três tentativas e o tempo mais rápido foi retido para as análises.

3.6.2. DESEMPENHO DE *SPRINT* CURVILÍNEO

Para a avaliação do desempenho de *sprint* em curva, foram seguidos os procedimentos validados por Filter et. al. (2019)¹³. Foram utilizados dois pares de fotocélulas ao longo do percurso de 17m, posicionados nas marcas de 0m e 17m. A trajetória utilizada para mensurar o *sprint* em curva foi o arco da grande área (campo de futebol oficial), com as seguintes características:

- Raio (a partir da marca do pênalti): 9,15m.
- Distância do ponto inicial até o ponto final da curva, em uma linha reta: 14,6m.
- Amplitude do ângulo a partir da marca do pênalti: 105.84°.
- Distância total do *sprint* em curva: 17m (obtido por análise trigonométrica básica).

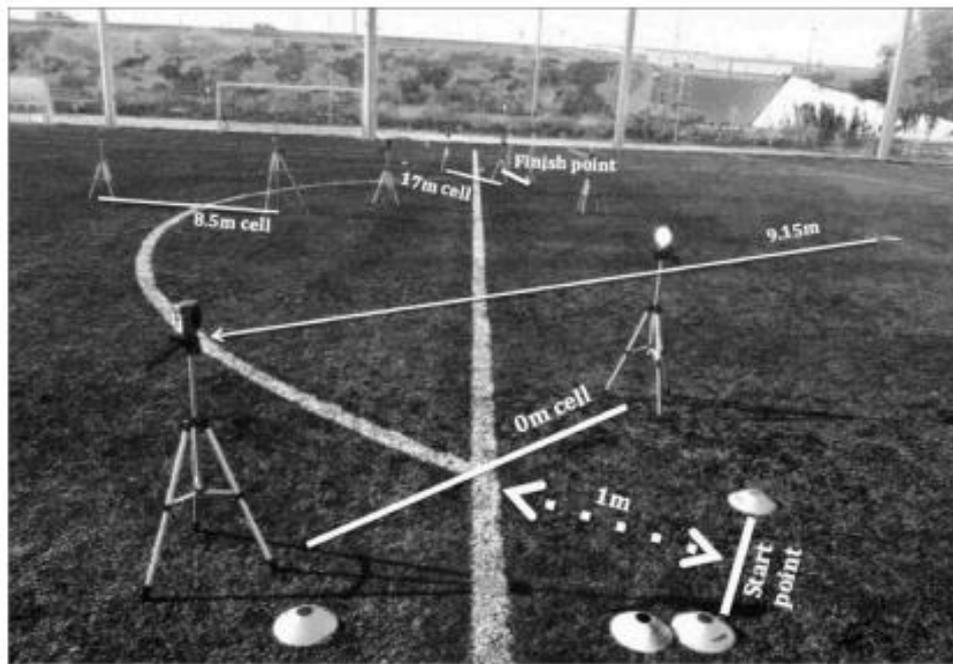


Figura 1 - Retirada de Filter et al. (2019)

Os jogadores realizaram duas tentativas para cada lado, partindo da posição em pé, com o pé da frente foi colocado a uma distância de 1m do primeiro par de fotocélulas, para evitar acionamento prematuro do cronômetro. O momento do início do teste foi determinado pelo próprio sujeito. A média entre as melhores pontuações para os tempos de CS à direita e à esquerda foi usada para análises futuras. Um intervalo de descanso de 3 minutos foi permitido entre as tentativas e o tempo mais rápido de cada lado foi retido para as análises.

3.6.3. DESEMPENHO DE *SPRINT* COM MUDANÇAS DE DIREÇÃO

Para avaliação do COD, foi utilizado o Zigzag Test (Little e Williams, 2005), onde o percurso de vinte metros foi dividido em quatro sessões de 5m, marcadas com cones em uma angulação de 100°, como demonstrado na imagem abaixo. Foram utilizados dois pares de fotocélulas, posicionados nas distâncias de 0m e 20m. Iniciando em pé, com o pé da frente colocado 1 metro atrás do primeiro par de fotocélulas, os atletas deveriam correr e mudar de direção, sendo instruídos a desacelerar e acelerar o mais rápido possível, sem perder o equilíbrio, até o final dos 20m. Foram realizadas duas tentativas máximas, com 3 minutos de intervalo entre elas, e a mais rápida foi selecionada para análise.

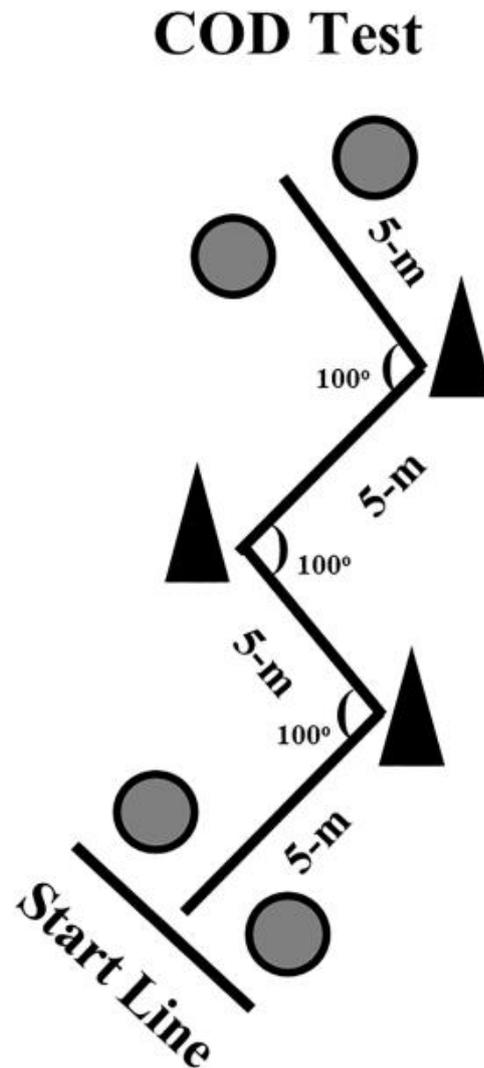


Figura 2 - Imagem retirada de Loturco et al. (2019) – Os círculos representam as fotocélulas.

3.6.4. DESEMPENHO DE *SPRINT* RESISTIDO COM TRENÓ

Para a realização do teste *sprint* resistido com trenó, 3 pares de fotocélulas (aproximadamente na altura do quadril dos atletas a 1m do chão), com precisão de 0,001s, foram posicionadas nas distâncias 0m, 10m e 20m ao longo do percurso. O teste foi composto por provas de *sprint* em linha reta de 20 m com uso de trenó com massa de 6 kg (Fitness Beat, São Paulo, Brasil). Um cabo de 2,5 m conectava o trenó aos jogadores por meio de um cinto de segurança e a intensidade foi prescrita progressivamente de acordo com a massa corporal com cargas progressivas de 20 e 65% da massa corporal. O teste foi realizado no mesmo campo de futebol de grama sintética, ao ar livre onde o time costuma treinar, com os jogadores usando chuteiras. Os jogadores realizaram três tentativas com cada carga, partindo

da posição em pé, parados e a uma distância de um metro do primeiro par de fotocélulas, para evitar acionamento prematuro do cronômetro. O momento do início do teste foi determinado pelo próprio sujeito. Este, então, deveria percorrer o trajeto o mais rápido possível, até a última barreira de fotocélulas, assim, evitando desacelerar antes de cruzar a marca de 20 metros. Um intervalo de descanso de 3 minutos foi permitido entre as tentativas e o tempo mais rápido foi retido para as análises.

3.6.5. DESEMPENHO DE SALTOS

Foi utilizada uma plataforma de contato (Elite Jump System®; S2 Sports, São Paulo, Brasil) para determinar a altura máxima do salto com e sem contramovimento. Os dados referentes à altura de salto vertical foram acessados através do tempo de voo (t), obtidos por meio do software Jump System 1.0, utilizando a equação $h=g.t^2.8-1$, onde “ h ” é a altura, “ g ” é o valor da aceleração da gravidade e “ t ” é o tempo de voo (BOSCO et al., 1983). Foram realizadas 3 tentativas de cada salto para cada sujeito, com intervalo de 10s entre elas, 2 minutos de intervalo entre as séries e o melhor resultado foi selecionado para análise. Para a realização do CMJ, iniciando da posição ereta, os sujeitos foram instruídos a efetuar um movimento de agachamento (aproximadamente entre 90 e 120° de flexão de joelho), imediatamente seguido de um salto com máximo esforço. A transição entre agachar e saltar deveria ser feita o mais rápido possível. No SJ, os indivíduos partiram da posição agachada, com o joelho fletido aproximadamente 90°, mantendo essa posição por 2s e antes de saltar, sem realizar qualquer contramovimento.

Logo após o teste dos saltos sem carga, foi realizado um teste de *Jump Squat* com cargas progressivas de 30 e 60% da massa corporal (JS30% e JS60%). Os testes foram realizados com uma barra hexagonal. Os atletas realizaram 2 JS separados por 3 minutos de descanso com cada carga. A altura média das 2 tentativas com cada carga foi usada para análises subsequentes. A confiabilidade teste-reteste intra-sessão para variáveis de salto foi a seguinte: CMJ (ICC: 0,99; IC: 0,99–1,00; CV: 2,3%) SJ e JS com 30% e 60%. Uma variação de 3% foi estabelecida como o mínimo entre as tentativas válidas.

3.6.6. TESTE DE FLEXÃO NÓRDICA

Os atletas foram testados com um protocolo previamente relatado utilizando um dispositivo feito sob medida com células de carga para medir a força excêntrica bilateral dos flexores de joelho durante o exercício nórdico de isquiotibiais (NHE) ³⁰. Os jogadores realizaram pelo menos 3 repetições válidas do NHE, com intervalo mínimo de 10 segundos entre elas. Os valores de força foram registrados a cada repetição, e o valor de pico bilateral foi utilizado para análise estatística.

3.6.7. APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA INTERMITENTE

O Teste de Recuperação Intermitente Yo-Yo Nível 1 (YYIR1) foi desenvolvido para mensurar a capacidade de um atleta realizar esforços aeróbicos de alta intensidade de maneira repetitiva ³¹. Foram utilizados cones para demarcar o espaço de corrida de 20m e o espaço de cinco metros para recuperação. Os atletas deveriam percorrer a distância de 20m, ida e volta, totalizando 40m, a uma velocidade progressivamente crescente controlada por sinais sonoros. Cada esforço realizado foi intercalado com 10s de intervalo, e nesse tempo deveriam caminhar os 5m dedicados para recuperação. Quando os jogadores falharam duas vezes em alcançar a linha correspondente no tempo, a distância percorrida foi registrada e representou o resultado do teste. A distância total percorrida durante o YYIR1 (incluindo a última etapa incompleta) e o último nível alcançado pelo jogador foram considerados como pontuação do teste (20). Um aparelho de som foi utilizado para reproduzir o áudio específico para o teste.

3.7. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Os sujeitos ficaram cientes de todos os processos metodológicos do presente projeto, efetivando a leitura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assinando-o em caso concordância integral. Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e as coletas de dados só iniciaram mediante aprovação do referido Comitê. Os participantes não tiveram qualquer despesa durante a participação na pesquisa.

3.8. RISCOS E BENEFÍCIOS

Os protocolos de exercício poderiam causar algum desconforto imediatamente após e dor muscular tardia nos dias subsequentes à sua realização. Como benefícios, os indivíduos e comissão técnica receberam um laudo com seu desempenho neuromuscular avaliado através das diferentes variáveis, o que foi de grande importância para a prescrição do treinamento físico para a temporada.

3.9. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Os resultados descritivos são apresentados como a média \pm DP. O pacote de software estatístico SPSS (versão 17.0) foi usado para analisar todos os dados. Os parâmetros de distribuição normal foram verificados com os testes de Shapiro-Wilk. O teste de correlação produto-momento de Pearson foi utilizado para investigar possíveis associações entre as variáveis. Nos dados não paramétricos, foi utilizado o teste de correlação de Spearman. Os coeficientes de correlação foram interpretados qualitativamente da seguinte forma: $<0,09$, trivial; $0,10-0,29$, fraco; $0,30-0,49$, moderado; $0,50-0,69$, forte; $0,70-0,89$, muito forte; $> 0,90$ quase perfeito³². O nível de significância foi estabelecido em $P < 0,05$.

4. RESULTADOS

Os dados são apresentados com média \pm desvio padrão. A Tabela 1 mostra os dados descritivos de caracterização da amostra e dos testes físicos realizados com os jogadores de futebol.

TABELA 1. Dados descritivos de caracterização da amostra e dos testes físicos realizados.

Variáveis	Média \pm DP
Idade (anos)	25,9 \pm 5,4
Estatutura (cm)	179,2 \pm 8,4
Massa Corporal (kg)	79,3 \pm 9,7
Percentual de Gordura (%)	11,7 \pm 2,4
SJ (cm)	37,0 \pm 5,4
CMJ (cm)	40,6 \pm 5,6
JS30% (cm)	28,6 \pm 4,2
JS60% (cm)	21,1 \pm 4,4
<i>Sprint</i> 0-10m (s)	1,60 \pm 0,08
<i>Sprint</i> de 0-20m (s)	2,83 \pm 0,12
<i>Sprint</i> Curvilíneo (s)	2,79 \pm 0,10
COD (s)	5,77 \pm 0,28
<i>Sprint</i> Resistido 20% (s)	3,69 \pm 0,16
<i>Sprint</i> Resistido 65% (s)	5,75 \pm 0,62
Exercício de Flexão Nórdica (N)	386,8 \pm 60,2
Teste Intermitente Yo-Yo (m)	1481,0 \pm 575,5

Nota: SJ: salto agachado; CMJ: salto com contra movimento; JS30%: *Jump Squat* com 30% da Massa Corporal; JS60%: *Jump Squat* com 60% da Massa Corporal; COD: *Sprint* com mudanças de direção.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação entre os desempenhos de saltos verticais com o desempenho em *sprints* lineares, em curva, com mudanças de direção e resistidos. Relações significativas moderadas ($P < 0,05$) foram observadas entre o desempenho de CMJ com os desempenhos de SL0-20 e CS, além do desempenho de SJ com

CS. Não foram observadas correlações significativas entre JS30% e JS60% com o desempenho dos variados testes de *sprint*.

TABELA 2. Coeficientes de correlação (r) entre saltos verticais, desempenho em *sprints* lineares, em curva, com mudanças de direção e resistidos.

	<i>Sprint</i> 10m	<i>Sprint</i> 20m	<i>Sprint</i> Curvilíneo	COD	<i>Sprint</i> Resistido 20%	<i>Sprint</i> Resistido 65%
SJ	- 0,313	- 0,339	- 0,437*	- 0,084	0,103	- 0,146
CMJ	-0,229	- 0,467*	- 0,471*	- 0,095	0,169	- 0,234
JS 30%	- 0,120	- 0,180	- 0,279	- 0,204	- 0,235	- 0,258
JS 60%	- 0,140	- 0,182	- 0,237	- 0,215	- 0,264	- 0,270

Nota: SJ: salto agachado; CMJ: salto com contra movimento; JS30%: *Jump Squat* com 30% da Massa Corporal; JS60%: *Jump Squat* com 60% da Massa Corporal; COD: *Sprint* com mudanças de direção. * P <0,05.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação entre desempenho em *sprints* lineares, CS, COD e *sprints* resistidos. Relações significativas fortes (P <0,01) foram observadas entre o desempenho de *sprint* linear de 10 e 20 m com o desempenho de CS. No que se refere ao desempenho de COD, correlações significativas fortes com o desempenho de SR20% (P <0,05) e muito fortes com SR65% (P <0,01) foram observadas. Não foram observadas correlações significativas entre o SL0-10, SL0-20 e CS, com o desempenho dos *sprints* resistido e COD.

TABELA 3. Coeficientes de correlação (r) entre desempenho em *sprints* lineares, em curva, com mudanças de direção e resistidos.

	<i>Sprint</i> 10m	<i>Sprint</i> 20m	<i>Sprint</i> Curvilíneo	COD	<i>Sprint</i> Resistido 20%	<i>Sprint</i> Resistido 65%
<i>Sprint</i> 10m	1,00	0,875**	0,662**	0,167	- 0,92	0,385
<i>Sprint</i> 20m	0,875**	1,00	0,667**	0,129	- 0,153	0,331
<i>Sprint</i> Curvilíneo	0,662**	0,667**	1,00	- 0,177	- 0,255	- 0,044
COD	0,167	0,129	- 0,177	1,00	0,508*	0,861**
<i>Sprint</i> Resistido 20%	- 0,92	- 0,153	- 0,255	0,508*	1,00	0,526*
<i>Sprint</i> Resistido 65%	0,385	0,331	- 0,044	0,861**	0,526*	1,00

Nota: SJ: salto agachado; CMJ: salto com contra movimento; JS30%: *Jump Squat* com 30% da Massa Corporal; JS60%: *Jump Squat* com 60% da Massa Corporal; COD: *Sprint* com mudanças de direção. * P <0,05; ** P <0,01

A Figura 3 mostra os coeficientes de correlação entre a velocidade de *sprint* linear com CS, entre altura do CMJ e SJ com CS, e entre o desempenho de COD e RS com distintas cargas. A Tabela 4 apresenta os coeficientes de correlação entre todas as variáveis analisadas. Foram observadas correlações significativas moderadas (P <0,05) entre o desempenho de CS com o NHE, além de correlações significativas moderadas (P <0,05) entre o desempenho de CMJ com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo.

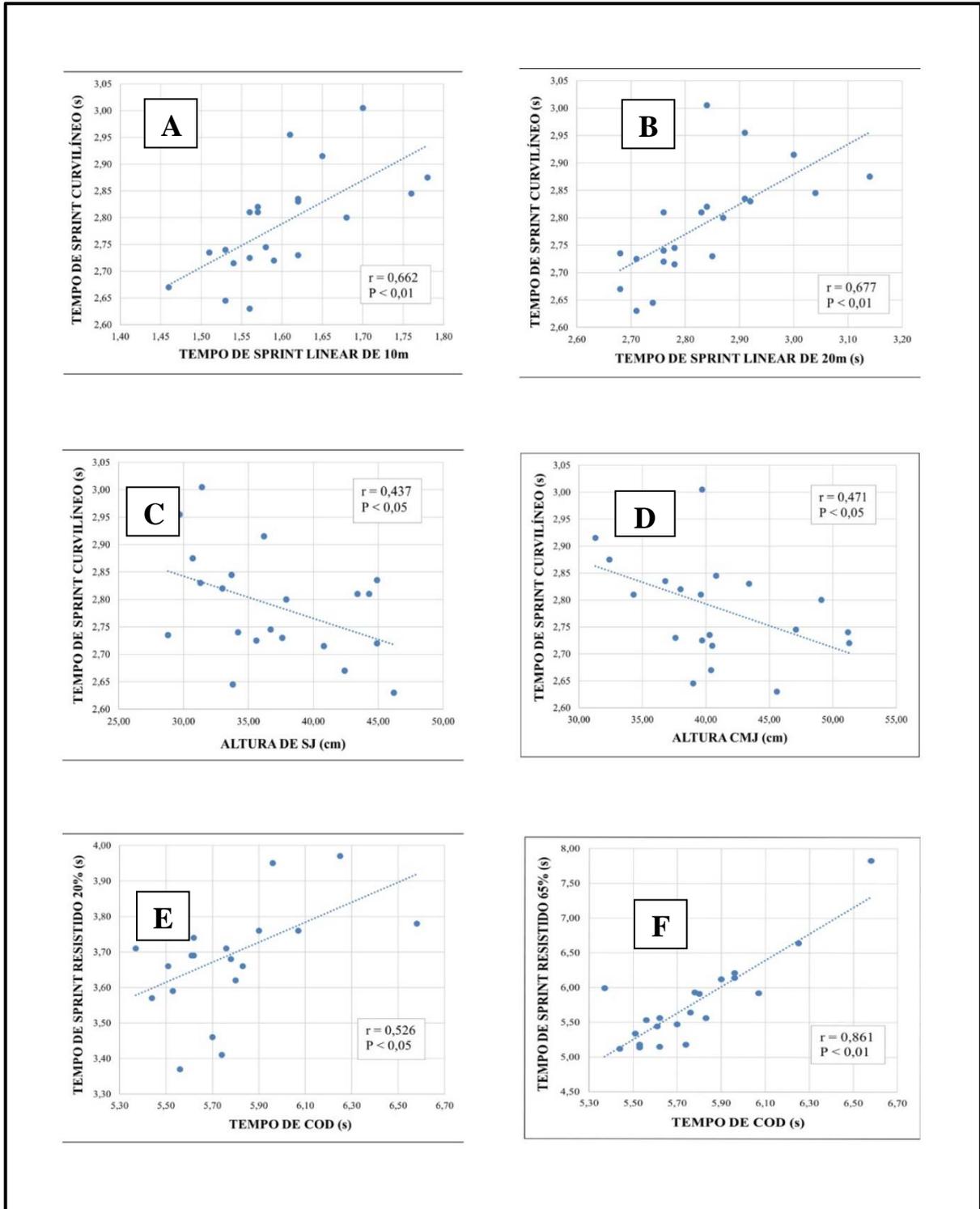


Figura 3 - Coeficientes de Correlação: A: CS x LS0-10; B: CS x LS0-20; C: CS x SJ; D: CS x CMJ; E: COD x RS20%; F: COD x RS65%.

TABELA 4. Coeficientes de correlação (r) entre desempenho em *sprints* lineares, em curva, com mudanças de direção e resistidos.

	SJ	CMJ	JS 30%	JS 60%	<i>Sprint</i> 10m	<i>Sprint</i> 20m	<i>Sprint</i> Curvilíneo	COD	<i>Sprint</i> Resistido 20%	<i>Sprint</i> Resistido 65%	Nórdic o	Teste Yo-Yo
SJ	1,00	0,227	0,799**	0,719**	- 0,313	- 0,339	- 0,437*	- 0,084	0,103	- 0,146	0,262	- 0,71
CMJ	0,227	1,00	0,100	0,034	-0,229	- 0,467*	- 0,471*	- 0,095	0,169	- 0,234	- 0,201	0,462*
JS 30%	0,799**	0,100	1,00	0,950**	- 0,120	- 0,180	- 0,279	- 0,204	- 0,235	- 0,258	0,144	- 0,021
JS 60%	0,719**	0,034	0,950**	1,00	- 0,140	- 0,182	- 0,237	- 0,215	- 0,264	- 0,270	0,107	- 0,002
<i>Sprint</i> 10m	- 0,313	-0,229	- 0,120	- 0,140	1,00	0,875**	0,662**	0,167	- 0,92	0,385	0,148	0,255
<i>Sprint</i> 20m	- 0,339	- 0,467*	- 0,180	- 0,182	0,875**	1,00	0,667**	0,129	- 0,153	0,331	0,129	0,252
<i>Sprint</i> Curvilíneo	- 0,437*	- 0,471*	- 0,279	- 0,237	0,662**	0,667**	1,00	- 0,177	- 0,255	- 0,044	0,457*	- 0,174
COD	- 0,084	- 0,095	- 0,204	- 0,215	0,167	0,129	- 0,177	1,00	0,508*	0,861**	- 0,256	0,038
<i>Sprint</i> Resistido 20%	0,103	0,169	- 0,235	- 0,264	- 0,92	- 0,153	- 0,255	0,508*	1,00	0,526*	- 0,412	- 0,026
<i>Sprint</i> Resistido 65%	- 0,146	- 0,234	- 0,258	- 0,270	0,385	0,331	- 0,044	0,861**	0,526*	1,00	- 0,197	- 0,016
Nórdico	0,262	- 0,201	0,144	0,107	0,148	0,129	0,457*	- 0,256	- 0,412	- 0,197	1,00	- 0,342
Teste Yo-Yo	- 0,71	0,462*	- 0,021	- 0,002	0,255	0,252	- 0,174	0,038	- 0,026	- 0,016	- 0,342	1,00

Nota: SJ: salto agachado; CMJ: salto com contra movimento; JS30%: *Jump Squat* com 30% da Massa Corporal; JS60%: *Jump Squat* com 60% da Massa Corporal; COD: *Sprint* com mudanças de direção. * P <0,05; ** P <0,01.

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar a correlação do desempenho do *sprint* curvilíneo com *sprints* lineares, com trocas de direção e resistidos, salto vertical com e sem carga, força excêntrica de isquiotibiais e aptidão cardiorrespiratória intermitente em jogadores profissionais de futebol. Este parece ser o primeiro estudo do nosso conhecimento a examinar as relações entre diferentes parâmetros de desempenho físico e habilidade de CS em jogadores de futebol profissional adultos. Os principais achados indicaram que (I) associações fortes foram encontradas entre as velocidades linear e CS, no entanto, não foram observadas correlações significativas entre o SL0-10, SL0-20 e CS, com o desempenho dos *sprints* resistidos e COD; (II) correlações significativas fortes a muito fortes foram observadas entre o desempenho de *sprints* resistidos e COD, sobretudo, nas cargas mais elevadas; (III) a capacidade de salto sem carga foi significativamente correlacionada com o *sprint* linear e o desempenho do CS. No entanto, nenhuma associação significativa foi observada entre os saltos com o desempenho de COD e de *sprints* resistidos, e saltos com carga não apresentaram correlação com o desempenho dos variados *sprints*; e, (IV) foram observadas correlações significativas moderadas entre o desempenho de CS com o NHE, além de correlações significativas moderadas entre o desempenho de CMJ com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo.

As correlações fortes (ou seja, 0,662–0,667) entre *sprints* lineares e curvilíneos relatados aqui sugerem que a capacidade de CS é substancialmente influenciada pelo desempenho de *sprint* em linha reta. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Filter et al.¹³, que relatou uma correlação de ~ 0,59 ($R^2 \sim 35\%$) entre o desempenho da curva e do *sprint* linear, tanto para lado de melhor quanto para o lado de pior desempenho. Estudos anteriores^{15,19} também detectaram fortes correlações variando de 0,74 a 0,82 em jovens jogadores de futebol do sexo masculino. No entanto, em estudo de Kobal e colaboradores (2021) com atletas de futebol do sexo feminino foram observadas relações quase perfeitas ($r = 0,93-0,95$), o que pode sugerir que quanto maior o nível (neste caso, atletas profissionais e da seleção nacional), maior a capacidade de expressar e utilizar sua capacidade de *sprint* linear em trajetórias curvilíneas. Como atletas de nível mais elevado, os sujeitos são provavelmente mais eficientes na estabilização das articulações no plano frontal ao longo do CS, apresentando uma capacidade superior de lidar com altas forças centrípetas, e

possivelmente por meio de uma ação otimizada da perna interna (considerada a principal fator limitante ao correr em trajetórias curvas)^{15,16,33-35}. Em nosso estudo, poderiam ser esperadas correlações mais fortes, devido às características da amostra, uma vez que avaliamos jogadores de futebol profissional participante da primeira divisão estadual e da Copa Nacional, enquanto o estudo de Filter et al. (2019)¹³ avaliou jogadores semiprofissionais da segunda e terceira divisões.

No entanto, não foram encontradas correlações significativas entre o desempenho de CS e *sprint* linear com o desempenho de COD, o que difere do reportado recentemente na literatura. Em estudos recentes¹⁷⁻¹⁹, foram observadas correlações moderadas a fortes entre estas variáveis. Ao realizar trocas de direção e corridas curvilíneas, os atletas adotam estratégias de movimento, como por exemplo, inclinação lateral do corpo para dentro, e estas semelhanças poderiam justificar as possíveis correlações entre as duas tarefas³³. Devido aos ajustes cinemáticos que ocorrem no CS, poderiam se esperar associações entre essas habilidades^{15,17,19}, o que não foi observado em nosso estudo. Uma possível interpretação que se pode ter é que devido à relação observada entre a velocidade de *sprint* linear e CS, e a falta de correlação observada entre a habilidade de *sprint* linear e COD, a habilidade de correr em trajetórias curvas não necessariamente reflete-se em cortes acentuados, como os realizados no Teste de ZigZag realizado neste estudo (cortes de 100°), devido a necessidade de frenagem serem consideravelmente maiores³⁶. Além disso, a capacidade de mudar de direção depende não somente da capacidade de velocidade do atletas, mas também do histórico de treinamento ou de outros fatores físicos e técnicos (como por exemplo, níveis de força e potência, características dos músculos dos membros inferiores, posicionamento do pé e posição do corpo)³⁷. De uma perspectiva aplicada, CS e COD parecem compartilhar alguns elementos técnicos e físicos comuns, porém programas de treinamento que desenvolvam estes elementos específicos de cada tarefa, como cortes em diferentes angulações e exercícios de aceleração-desaceleração para COD, e exercícios que desenvolvam a aplicação de forças de reação do solo em sentido médio-lateral de alta magnitude para a habilidade de correr em trajetórias curvas, podem influenciar positivamente o desempenho nessas ações^{36,38}.

Nesta perspectiva, correlações significativas fortes a muito fortes ($r = 0,667 - 0,875$) foram observadas entre o desempenho de *sprints* resistidos e COD, sobretudo,

nas cargas mais elevadas. Como o futebol é um esporte multidirecional, e os atletas realizam entre 500-3000 mudanças de atividade durante uma partida^{9,39}, sendo necessário acelerar em diferentes direções, desacelerar, reacelerar e executar sucessivas mudanças de direção. Logo, é de suma importância neste esporte ser rápido não somente em percursos lineares, mas também desacelerar e acelerar rapidamente ao mudar de direção^{28,40}. Portanto, aplicar estratégias e protocolos de treinamento para desenvolver a fase de aceleração da corrida podem ter grande impacto na capacidade de COD⁴¹. Nesta lógica, o *sprint* resistido com trenó é um meio de treinamento muito utilizado nos esportes coletivos, sendo uma ferramenta eficaz para melhorar o desempenho de *sprint*, particularmente a capacidade de aceleração inicial⁴¹⁻⁴⁴. Na fase de aceleração do *sprint*, há maior inclinação do corpo, que possibilita a aplicação de força de maneira mais horizontal, fator fundamental para acelerar o corpo, e com maior tempo de contato, em comparação com a fase de velocidade máxima, e essas características são acentuadas no *sprint* com o trenó⁴⁴⁻⁴⁶. Dados os efeitos potenciais do treinamento resistido na aceleração inicial e na função de aceleração na velocidade de COD^{41,47}, o desempenho no *sprint* resistido, sobretudo com cargas elevadas, parece explicar a elevada associação observada em nosso estudo, sobretudo no RS65%.

No entanto, apesar das características do *sprint* resistido e sua relação com a aceleração inicial, em nosso estudo não foram observadas correlações entre o desempenho de *sprint* resistido com o desempenho de *sprint* linear, o que difere do reportado na literatura^{41,44,48,49}. Além disso, este foi o primeiro estudo que buscou elucidar como o desempenho de *sprint* resistido se relaciona com o desempenho de *sprint* em trajetórias curvilíneas, porém também não foram observadas associações significativas, logo, serão necessários novos estudos para elucidar esta questão.

No que se refere a capacidade de saltos, relações significativas moderadas ($P < 0,05$) foram observadas entre o desempenho de CMJ com os desempenhos de SL0-20 e CS, além do desempenho de SJ com CS. Essas associações encontradas estão de acordo com estudos anteriores^{15,17,18,21,33,50-52}, visto que a associação entre essas variáveis pode ser explanada pelo fato de que tanto para o salto, quanto para corrida, há a exigência de aplicar elevados níveis de força vertical no solo para acelerar o corpo verticalmente ou para frente^{15,53}. Sob uma ótica mecânica, para pular mais alto um atleta deve aplicar rapidamente força contra o solo, desde o início do movimento até o ponto

de projeção (ou seja, decolagem)¹⁵, aumentando a força de reação do solo, e consequentemente a velocidade na decolagem. Nesse sentido, pode-se esperar que jogadores capazes de pular mais alto também sejam mais eficientes na aceleração de seus corpos para frente e alcancem velocidades maiores^{15,53,54}, visto que conforme o atleta vai atingindo maiores velocidades, o tempo de contato é diminuído e o pico de força vertical é aumentado. E essa associação entre as duas variáveis tende a aumentar conforme aumenta a distância do *sprint*, o que está de acordo com nossos achados, visto que tanto CMJ quanto SJ apresentaram relações somente no SL0-20 e CS, e não com o SL0-10. É possível considerar que melhorias na capacidade de salto vertical e horizontal teriam potenciais transferências para a capacidade de velocidade linear e em trajetórias curvilíneas, mas devem ser feitos estudos futuros que busquem elucidar essas questões.

No entanto, não foram observadas correlações significativas entre JS30% e JS60% com o desempenho dos variados testes de *sprint*. Esses dados estão em desacordo com o previamente encontrado na literatura, visto que saltos com uma ampla gama de cargas parece ser um forte preditor de desempenho para SL, COD, CMJ, SJ e RS^{48,55-58}. Uma possível explicação pode ser o momento do ano em que foram realizadas nossas avaliações (após período de férias), visto que é bem consolidado na literatura que após um período de destreinamento, as capacidades de força, potência e velocidade são significativamente e negativamente afetados pela interrupção do treinamento em jogadores de futebol, sobretudo após períodos prolongados⁵⁹⁻⁶³. A introdução de elementos de treinamento específicos de força, potência e velocidade é recomendada como parte dos programas de treinamento fora de temporada para manter um estado de condicionamento físico e atenuar as perdas.

As ações dos músculos isquiotibiais de maneira excêntrica estão envolvidas em vários movimentos no jogo de futebol. Estudos recentes indicaram que o NHE é uma forma eficaz não só buscando fortalecer excêntricamente os isquiotibiais em jogadores de futebol, resultando em redução do risco de lesões e melhora do desempenho de *sprint*^{64,65}, mas também para avaliar a força de flexores de joelho, podendo ser realizado de rápida e fácil em um grande grupo de atletas³⁰. Em nossos dados, foram observadas correlações significativas moderadas ($P < 0,05$) entre o desempenho de CS com o NHE, mas não com as outras variáveis analisadas. A capacidade dos isquiotibiais de produzir torque rapidamente pode influenciar significativamente os tempos de *sprint* de 20 m, e

devido às alterações cinéticas e neuromusculares observadas no CS, podem justificar essa associação. Ademais, a ausência de correlações mais expressivas entre o NHE e o desempenho dos variados *sprints*, pode residir no fato de que os isquiotibiais estão mais associados com a extensão de quadril nos *sprints* e o NHE mede a força excêntrica deste grupamento muscular em um movimento da articulação do joelho^{16,66}. Além disso foram observadas correlações significativas moderadas ($P < 0,05$) entre o desempenho de CMJ com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo. Estes achados podem ser entendidos devido ao melhor aproveitamento do ciclo alongamento encurtamento pelos atletas com melhor desempenho de CMJ, e conseqüentemente, sugere que o nível de potência muscular do jogador, expresso durante ações rápidas de alongamento-encurtamento, afeta o desempenho durante exercícios intermitentes de alta intensidade⁶⁷⁻⁷⁰. Logo, parece razoável considerar que o treinamento de força e potência pode ser interessante para incrementar não só desempenho neuromuscular, mas também o desempenho de resistência dos atletas de futebol.

6. LIMITAÇÕES

Acreditamos que esta pesquisa apresenta algumas limitações. O presente estudo é limitado por seu desenho transversal que impede qualquer inferência causal. Da mesma forma, devem ser considerados os fatos de que a amostra era composta por jogadores profissionais de apenas um clube após o período de *off-season*. Investigações adicionais devem envolver jogadores de futebol profissional de elite de outros clubes de diferentes países, envolvendo tamanhos de amostra maiores e testando as variáveis analisadas em diferentes momentos do ano. Também valeria a pena abordar a relação entre o desempenho dos testes e o desempenho da partida, assim como o impacto de intervenções sobre as variáveis analisadas, sobretudo os *sprints* curvilíneos. Isso pode ser uma informação valiosa e útil para os treinadores e preparadores físicos na prática.

7. CONCLUSÃO

A capacidade de correr de maneira eficiente de em trajetórias lineares e curvilíneas, bem como a capacidade de acelerar, desacelerar e mudar de direção, parecem ser fundamentais para jogadores de futebol de elite. Este é o primeiro estudo

do nosso conhecimento a examinar as relações entre diferentes parâmetros de desempenho físico e habilidade de CS em jogadores de futebol profissional adultos. Os principais achados indicaram que (I) associações fortes foram encontradas entre as velocidades linear e CS, no entanto, não foram observadas correlações significativas com o desempenho dos *sprints* resistidos e COD; (II) correlações significativas fortes a muito fortes foram observadas entre o desempenho de *sprints* resistidos e COD, sobretudo, nas cargas mais elevadas; (III) a capacidade de salto sem carga foi significativamente correlacionada com o *sprint* linear e o desempenho do CS, no entanto, nenhuma associação significativa foi observada entre os saltos com o desempenho de COD e de *sprints* resistidos, e saltos com carga não apresentaram correlação com o desempenho dos variados *sprints*; e, (IV) foram observadas correlações significativas moderadas entre o desempenho de CS com o NHE, além de correlações significativas moderadas entre o desempenho de CMJ com o desempenho no Teste Intermitente Yo-Yo. Desta forma, a partir de nossos resultados, é possível sugerir que, em jogadores de futebol de futebol profissional, métodos de treinamento e avaliação capazes de detectar respostas e alterações nas habilidades de *sprint* linear, salto vertical e NHE podem também influenciar o desempenho do CS. Além disso, é plausível supor que o treinamento utilizando-se do *sprint* resistido com trenó pode potencialmente influenciar no desempenho de COD. Esses achados podem ser usados por profissionais da área da performance do futebol para orientar a prescrição de testes e treinamento nessa população. Estudos adicionais são necessários para verificar se as melhorias no *sprint* linear e no desempenho de salto podem ser transferidas para mudanças positivas na habilidade de CS, bem como, para as outras variáveis analisadas. Por fim, novos estudos buscando analisar como se correlacionam os saltos com carga e *sprints* resistidos com o CS são necessários.

REFERÊNCIAS

1. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci.* 2006;24(7):665–74.
2. Bloomfield J, Polman R, O’Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *J Sport Sci Med.* 2007;6(1):63–70.
3. Bradley PS, Di Mascio M, Peart D, Olsen P, Sheldon B. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J Strength Cond Res.* 2010 Sep;24(9):2343–51.
4. Sjøleth T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of Soccer. *Sport Med.* 2005;35(6):501–36.
5. Haugen TA, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(3):432–41.
6. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the english premier league. *Int J Sports Med.* 2014;35(13):1095–100.
7. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci.* 2012;30(7):625–31.
8. Rampinini E, Coutts AJ, Castagna C, Sassi R, Impellizzeri FM. Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med.* 2007;28(12):1018–24.
9. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: An update. *Sport Med.* 2005;35(6):501–36.
10. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7):519–28.

11. De Araújo MC, Baumgart C, Freiwald J, Hoppe MW. Nonlinear sprint performance differentiates professional from young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58(9):1204–10.
12. Caldbeck PM. *Contextual Sprinting in Football*. Liverpool John Moores University; 2019.
13. Fílder A, Olivares J, Santalla A, Nakamura FY, Loturco I, Requena B. New curve sprint test for soccer players: Reliability and relationship with linear sprint. *J Sports Sci* [Internet]. 2020;38(11–12):1320–5. Available from: <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1677391>
14. Fitzpatrick JF, Linsley A, Musham C. Curved sprinting during football match-play Running the curve: a preliminary investigation into curved sprinting during football match-play. *Sport Perform and Sci Reports*. 2019;1(55):1–3.
15. Loturco I, Pereira LA, Fílder A, Olivares-Jabalera J, Reis VP, Fernandes V, et al. Curve sprinting in soccer: Relationship with linear sprints and vertical jump performance. *Biol Sport*. 2020;37(3):277–83.
16. Filter A, Olivares-Jabalera J, Santalla A, Morente-Sánchez J, Robles-Rodríguez J, Requena B, et al. Curve Sprinting in Soccer: Kinematic and Neuromuscular Analysis. *Int J Sports Med*. 2020;41(11):744–50.
17. Kobal R, Freitas TT, Fílder A, Requena B, Barroso R, Rossetti M, et al. Curve sprint in elite female soccer players: Relationship with linear sprint and jump performance. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(5):1–10.
18. Fílder A, Beltrán-Garrido V, Dos'Santos T, Romero-Rodríguez D, Requena B, Loturco I, et al. The Relationship between Performance and Asymmetries in Different Multidirectional Sprint Tests in Soccer Players. *J Hum Kinet*. 2021;79(1):155–64.
19. Freitas TT, Jeffreys I, Reis VP, Fernandes V, Alcaraz PE, Pereira LA, et al. Multidirectional sprints in soccer: are there connections between linear, curved, and change-of-direction speed performances? *J Sports Med Phys Fitness*. 2021 Feb;61(2):212–7.
20. Filter-Ruger A, Gantois P, S. Henrique R, Olivares-Jabalera J, Robles-Rodríguez

- J, Santalla A, et al. How does curve sprint evolve across different age-categories in soccer players? *Biol Sport*. 2022;(March).
21. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):285–8.
 22. Suchomel T, Nimphius S, Stone M. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sport Med*. 2016 Feb 2;46.
 23. Turner AN, Stewart PF. Strength and conditioning for soccer players. *Strength Cond J*. 2014;36(4):1–13.
 24. Turner E, Munro AG, Comfort P. Female soccer: Part 1- A needs analysis. *Strength Cond J*. 2013;35(1):51–7.
 25. Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med [Internet]*. 2014 Jun 1;48(11):871 LP – 877. Available from: <http://bjsm.bmj.com/content/48/11/871.abstract>
 26. Wang Y-C, Zhang N. Effects of plyometric training on soccer players. *Exp Ther Med*. 2016 Aug;12(2):550–4.
 27. Lauersen JB, Andersen TE, Andersen LB. Strength training as superior , dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries : a systematic review , qualitative analysis and meta- analysis. 2018;(October 2012):1–8.
 28. Loturco I, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Zanetti V, Bishop C, et al. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS One*. 2019;14(5).
 29. Freitas TT, Pereira LA, Alcaraz PE, Arruda AFS, Guerriero A, Azevedo PHSM, et al. Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *J Hum Kinet*. 2019;68(1):167–76.
 30. Ribeiro-Alvares JB, Oliveira GDS, De Lima-E-Silva FX, Baroni BM. Eccentric knee flexor strength of professional football players with and without hamstring injury in the prior season. *Eur J Sport Sci [Internet]*. 2020;0(0):1–26. Available

from: <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1743766>

31. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. <Bangsbo_2008_The YoYo intermittent recovery test a useful to.pdf>. *Sport Med.* 2008;38(1):37–51.
32. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3–12.
33. Churchill SM, Salo AIT, Trewartha G. The effect of the bend on technique and performance during maximal effort sprinting. Vol. 14, *Sports Biomechanics.* 2015. 106–121 p.
34. Smith N, Dyson R, Hale T, Janaway L. Contributions of the inside and outside leg to maintenance of curvilinear motion on a natural turf surface. *Gait Posture.* 2006;24(4):453–8.
35. Chang YH, Kram R. Limitations to maximum running speed on flat curves. *J Exp Biol.* 2007;210(6):971–82.
36. Dos'Santos T, Thomas C, Comfort P, Jones PA. The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sport Med* [Internet]. 2018;48(10):2235–53. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0968-3>
37. Loturco I, Pereira LA, Reis VP, Abad CCC, Freitas TT, Azevedo PHSM, et al. Change of Direction Performance in Elite Players From Different Team Sports. *J strength Cond Res.* 2020 Mar;
38. Jones PA, Dos'Santos T, McMahon JJ, Graham-Smith P. Contribution of Eccentric Strength to Cutting Performance in Female Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2019;Publish Ah(30).
39. Taylor JB, Wright AA, Dischiavi SL, Townsend MA, Marmon AR. Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sport Med.* 2017;47(12):2533–51.
40. Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):76–8.

41. McMorrow BJ, Ditroilo M, Egan B. Effect of heavy resisted sled sprint training during the competitive season on sprint and change-of-direction performance in professional soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019;14(8):1066–73.
42. Petrakos G, Morin JB, Egan B. Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sport Med*. 2016;46(3):381–400.
43. Grazioli R, Loturco I, Lopez P, Setuain I, Goulart J, Veeck F, et al. Effects of Moderate-to-Heavy Sled Training Using Different Magnitudes of Velocity Loss in Professional Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2020;Publish Ah.
44. Alcaraz PE, Carlos-Vivas J, Oponjuru BO, Martínez-Rodríguez A. The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med [Internet]*. 2018 Sep 20;48(9):2143–65. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-018-0947-8>
45. Cronin J, Hansen K, Kawamori N, Mcnair P. Effects of weighted vests and sled towing on sprint kinematics. 2008;(September 2013):37–41.
46. Pareja-Blanco F, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Reis VP, Guerriero A, et al. Acute Effects of Progressive Sled Loading on Resisted Sprint Performance and Kinematics. *J Strength Cond Res*. 2020;Publish Ah(4).
47. Gil S, Barroso R, Crivoi do Carmo E, Loturco I, Kobal R, Tricoli V, et al. Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. *J Sports Sci [Internet]*. 2018;36(17):1923–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1426346>
48. Lizana JA, Bachero-Mena B, Calvo-Lluch A, Sánchez-Moreno M, Pereira LA, Loturco I, et al. Do Faster, Stronger, and More Powerful Athletes Perform Better in Resisted Sprints? *J Strength Cond Res*. 2020;Publish Ah.
49. Zabaloy S, Carlos-Vivas J, Freitas TT, Pareja-Blanco F, Pereira L, Loturco I, et al. Relationships between resisted sprint performance and different strength and power measures in rugby players. *Sports*. 2020;8(3).
50. Andersen E, Lockie R, Dawes J. Relationship of Absolute and Relative Lower-Body Strength to Predictors of Athletic Performance in Collegiate Women

- Soccer Players. *Sports*. 2018;6(4):106.
51. Comfort P, Stewart A, Bloom L, Clarkson B. Relationships Between Strength, Sprint, and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014 Jan;28(1):173–7. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201401000-00023>
 52. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yáñez-García JM, González-Badillo JJ. 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*. 2017;31(1):196–206.
 53. Loturco I, Bishop C, Freitas TT, Pereira LA, Jeffreys I. Vertical Force Production in Soccer: Mechanical Aspects and Applied Training Strategies. *Strength Cond J*. 2020;42(2):6–15.
 54. Loturco I, Pereira LA, Cal Abad CC, D'Angelo RA, Fernandes V, Kitamura K, et al. Vertical and Horizontal Jump Tests Are Strongly Associated With Competitive Performance in 100-m Dash Events. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015 Jul;29(7):1966–71. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201507000-00025>
 55. Loturco I, Suchomel T, James LP, Bishop C, Abad CCC, Pereira LA, et al. Selective Influences of Maximum Dynamic Strength and Bar-Power Output on Team Sports Performance: A Comprehensive Study of Four Different Disciplines. *Front Physiol*. 2018;9(December):1–11.
 56. Loturco I, D'Angelo RA, Fernandes V, Gil S, Kobal R, Cal Abad CC, et al. Relationship Between Sprint Ability and Loaded/Unloaded Jump Tests in Elite Sprinters. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015 Mar;29(3):758–64. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201503000-00025>
 57. McBRIDE JM, TRIPLETT-McBRIDE T, DAVIE A, NEWTON RU. The Effect of Heavy- Vs. Light-Load Jump Squats on the Development of Strength, Power, and Speed. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2002;16(1):75. Available from: <http://nsca.allenpress.com/nscaonline/?request=get-abstract&doi=10.1519%2F1533->

- 4287(2002)016%3C0075%3ATEOHVL%3E2.0.CO%3B2
58. Cronin JB, Hansen KT. Strength and Power Predictors of Sports Speed. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2005;19(2):349. Available from: <http://nsca.allenpress.com/nscaonline/?request=get-abstract&doi=10.1519%2F14323.1>
 59. Clemente FM, Ramirez-Campillo R, Sarmiento H. Detrimental Effects of the Off-Season in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 51, *Sports Medicine*. 2021. p. 795–814.
 60. Mujika I, Padilla S. Detraining: Loss of training induced physiological and performance adaptation. Part I. Short term insufficient training stimulus. *Sport Med*. 2000;30(2):79–87.
 61. Koundourakis NE, Androulakis NE, Malliaraki N, Tsatsanis C, Venihaki M, Margioris AN. Discrepancy between exercise performance, body composition, and sex steroid response after a six-week detraining period in professional soccer players. *PLoS One*. 2014;9(2).
 62. Grazioli R, Loturco I, Baroni BM, Oliveira GS, Saciura V, Vanoni E, et al. Coronavirus disease-19 quarantine is more detrimental than traditional off-season on physical conditioning of professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2020;34(12):3316–20.
 63. González-Badillo JJ, Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Abad-Herencia JL, Del Ojo-López JJ, Sánchez-Medina L. Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *J Strength Cond Res*. 2015;29(5):1329–38.
 64. Ishøi L, Hölmich P, Aagaard P, Thorborg K, Bandholm T, Serner A. Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *J Sports Sci* [Internet]. 2018;36(14):1663–72. Available from: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1409609>
 65. Siddle J, Greig M, Weaver K, Page RM, Harper D, Brogden CM. Acute adaptations and subsequent preservation of strength and speed measures following a Nordic hamstring curl intervention: a randomised controlled trial. *J Sports Sci* [Internet]. 2019;37(8):911–20. Available from:

<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1535786>

66. Bračić M, Hadžić V, Čoh M, Dervišević E. Relationship between time to peak torque of hamstrings and sprint running performance. *Isokinet Exerc Sci*. 2011;19(4):281–6.
67. Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomagno D, Rampinini E. Aerobic Fitness and Yo-yo Continuous and Intermittent Tests Performances in Soccer Players: A Correlation Study. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2006;20(2):320. Available from: <http://nsca.allenpress.com/nscaonline/?request=get-abstract&doi=10.1519%2FR-18065.1>
68. Hudgins B, Scharfenberg J, Triplett NT, McBride JM. Relationship Between Jumping Ability and Running Performance in Events of Varying Distance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2013 Mar;27(3):563–7. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201303000-00001>
69. Gonçalves L, Clemente FM, Barrera JI, Sarmento H, González-Fernández FT, Vieira LHP, et al. Relationships between fitness status and match running performance in adult women soccer players: A cohort study. *Med*. 2021;57(6):1–17.
70. Wong P, Chamari K, Wisløff U. Effects of 12-Week On-Field Combined Strength and Power Training on Physical Performance Among U-14 Young Soccer Players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 Mar;24(3):644–52. Available from: <https://journals.lww.com/00124278-201003000-00008>