

Efeito de diferentes frequências semanais de treinamento pliométrico e sprint linear no desempenho físico de jovens atletas de futsal masculino

Effect of different weekly frequencies of plyometric-jump and linear-sprint training on youth male futsal athlete's physical fitness

Tiago de Assis Neves¹ , Rodrigo Ramirez-Campillo² , Ricardo Luís Fernandes Guerra¹ 

1. Universidade Federal de São Paulo, Santos/SP, Brasil

2. Universidad Andres Bello, Santiago, Chile

RESUMO

Objetivo: Este estudo de intervenção prospectivo transversal teve como objetivo comparar o efeito de diferentes frequências (equalizadas para o total de repetições) do treinamento pliométrico e *sprint* linear sobre o desempenho físico de atletas de futsal masculino sub-18 (idade, 17,0 ± 1,05). **Métodos:** Os atletas (33) foram distribuídos aleatoriamente em grupos com uma (1-TSW, n = 10), duas (2-TSW, n = 11) e três (3-TSW, n = 12) sessões de treinamento por semana (TSW), durante 4 semanas de suas rotinas regulares de treinamento de futsal. O treinamento pliométrico envolveu saltos horizontais bipodais e unipodais de intensidade máxima. **Resultados:** O treinamento de *sprint* linear envolveu *sprints* de 10-m em intensidade máxima com 30 segundos de descanso entre os *sprints*. Os três grupos de treinamento completaram um número igual de saltos totais (n = 780) e *sprints* (n = 260). A ANOVA de duas vias com medidas repetidas revelou efeitos significativos do tempo para todos os resultados de desempenho físico, ou seja, altura de salto no *squat jump* e contramovimento, potência, potência relativa, distância do salto horizontal, tempo de *sprint* em 10-m e 20-m, e mudança de direção no teste T (todos p < 0,001; d = 0,36-0,69), sem efeitos significativos de interação grupo x tempo (p = 0,133-0,861; d = 0,01-0,13). **Conclusão:** Adicionar treinamento pliométrico e *sprint* linear ao treinamento habitual de jovens atletas de futsal masculino melhora seu desempenho físico, com melhorias semelhantes, independentemente da frequência de treinamento.

Palavras-chave: desempenho atlético; ciclo alongamento-encurtamento; treinamento intervalado de alta intensidade; esportes; jovens.

ABSTRACT

Aim: This prospective cross-sectional intervention study aimed to compare the effect of different frequencies (equated for total repetitions) of plyometric-jump and linear-sprint training on U-18 (age, 17,0 ± 1,05) male futsal athlete's physical fitness. **Methods:** Athletes (33) were randomly distributed into groups with one (1-TSW, n = 10), two (2-TSW, n = 11), and three (3-TSW, n = 12) training session per week (TSW), during 4 weeks of their regular futsal training routine. Plyometric-jump training involved bipedal and unipedal horizontal maximum-intensity jumps. Linear-sprint training involved maximal-intensity 10-m sprints with 30 seconds of rest between sprints. **Results:** The three training groups completed an equal number of total jumps (n = 780) and sprints (n = 260). A two-way ANOVA with repeated measures on time revealed significant main effects of time for all physical fitness outcomes, i.e., squat jump and counter-movement jump height, power, relative power, standing long jump distance, 10-m and 20-m sprint time, and change of direction sprint time in the T-test (all p < 0.001; d = 0.36-0.69), without significant group x time interaction effects (p = 0.133-0.861; d = 0.01-0.13). **Conclusion:** Adding plyometric-jump and linear-sprint training to the standard training of youth male futsal athlete's improves their physical fitness, with similar improvements regardless of the training frequency.

Keywords: athletic performance; stretch-shortening cycle; high-intensity interval training; sports; youth.

Recebido em: 28 de setembro de 2022; Aceito em: 12 de dezembro de 2022.

Correspondência: Tiago de Assis Neves, UNIFESP, Rua Quinze de Novembro, 195/andar 6, 11010-151 Santos SP. nevestgo@gmail.com

Introdução

Atletas de futsal são expostos a ações repetidas de alta intensidade durante uma partida (por exemplo, *sprints*; mudança de direção), exigindo níveis adequados de força e potência muscular [1,2]. Por exemplo, corridas em alta intensidade (18,1-25,0 km/h) representam ~13% da distância total percorrida durante jogos de futsal, e *sprints* ($\geq 25,1$ km/h) representam ~9% [3,4]. Além disso, os atletas de futsal de elite realizaram *sprints* de 10-m e 20-m mais rápidos em comparação com seus pares de sub-elite [5, 6]. Ademais, cerca de 695 mudanças de direção são realizadas nos jogos de futsal [7], com atletas de futsal de elite realizando 34,7% mais mudanças de direção do que seus pares sub-elite [8]. Adicionalmente, maior desempenho de salto pode diferir entre atletas profissionais e juniores de futsal ($p < 0,05$, tamanho do efeito (ES) = 0,2 a 1,6) [9,10].

O treinamento pliométrico melhorou o salto em jogadores de futebol masculino sub-20 (ES = 1,50) [11] e atletas universitárias de futsal feminino (ES = 0,81) [12]. Da mesma forma, o treinamento de *sprint* linear melhorou o desempenho de *sprint* linear em jovens jogadores de futebol masculino (idade, ~16 anos) (*sprints* de 5-m e 20-m, ES = 0,77 e 0,58, respectivamente) e em jogadoras de handebol semiprofissionais (idade, ~23 anos) (10-m e 30-m, ES=0,51 e 1,56, respectivamente) [13,14]. Um estudo recente combinou o treinamento pliométrico e de *sprint* linear em jogadores de futebol masculino Sub-19, melhorando o *squat jump* (SJ) (ES = 1,53), salto contra-movimento (CMJ) (ES = 1,6), salto horizontal (SH; ES = 1,27), velocidade de *sprint* linear de 5-m e 20-m (ES = 1,38, ambos) e velocidade de mudança de direção (ES = 1,46) [15]. Considerando a relevância do salto, da corrida e da velocidade de mudança de direção em jogadores de futsal, replicar o estudo mencionado [15] em jogadores de futsal pode oferecer um avanço neste campo de conhecimento.

No entanto, a frequência semanal ideal de aplicação para treinamento pliométrico combinado com *sprint* linear não é clara. Pesquisadores analisaram os efeitos de 8 semanas de treinamento pliométrico com uma sessão versus duas sessões por semana com mesmo volume no desempenho físico de jogadores de futebol masculinos pré-púberes (idade, ~ 12 anos), observando adaptações semelhantes em ambos os grupos de treinamento para tempo de *sprint* de 10-m e 20-m, velocidade de mudança de direção e desempenho de salto (ES = 0,3 a 1,1) [16]. Da mesma forma, em jovens atletas de futebol masculino (idade, ~14 anos), comparou-se os efeitos de uma versus duas sessões de treinamento de *sprint* repetido com o mesmo volume semanal durante 6 semanas, observando adaptações semelhantes para ambos os grupos de treinamento no tempo de *sprint* de 20-m (ES = 0,32-0,53) [17]. Outros estudos [3,17] examinaram os efeitos de uma versus duas sessões de treinamento pliométrico no desempenho físico de jogadores de futsal masculino (idade, ~ 22 anos), encontrando resultados significativos para duas sessões de treinamento pliométrico por semana no desempenho de mudança de direção (ES = - 5,5), SH (ES = 0,62) e melhora no tempo de *sprint* linear de 15-m (ES = -0,64). Uma sessão de treinamento pliométrico por

semana melhorou o tempo de *sprint* linear de 5-m e 15-m ($ES = -1,00$) e o desempenho na mudança de direção ($ES = -0,67$). No entanto, nenhum dos estudos mencionados anteriormente analisou os efeitos de diferentes frequências de treinamento pliométrico e *sprint* linear sobre os componentes da aptidão física em jovens jogadores de futsal masculino. A identificação de frequências semanais ótimas de treinamento pode fornecer informações logísticas relevantes, principalmente entre aqueles atletas com calendário de treinamento e competição congestionados, podendo embasar a prescrição de um volume ideal para obtenção de resultados maiores e significativos no desempenho físico dessa população.

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito de diferentes frequências (ou seja, uma, duas e três sessões por semana; igualadas para volume (ou seja, número de repetições) e intensidade) do treinamento pliométrico e *sprint* linear sobre o desempenho físico de jovens atletas de futsal masculino (ou seja, *squat jump*; salto contra movimento; velocidade de corrida de 10-m e 20-m e velocidade de mudança de direção). Com base em referências importantes [3,15], hipotetizamos melhorias semelhantes no desempenho físico de jovens atletas de futsal masculino, independentemente da frequência de treinamento envolvida durante a intervenção.

Métodos

Este é um estudo de intervenção transversal prospectivo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, CEP/UNIFESP n: 0656/2019, número CAAE: 15177719.0.0000.5505 e todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com a Declaração de Helsinki. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Sujeitos

Uma amostra de atletas de futsal masculino da categoria competitiva sub-18 (idade média \pm desvio padrão = $17,0 \pm 1,0$ anos) foi recrutada para participar do estudo de acordo com os seguintes critérios de inclusão: i) ser atleta federado de futsal, ii) sem histórico de lesões neuromusculares >6 meses anteriores à sua inclusão na intervenção. Os critérios de exclusão foram: i) completar <75% das sessões de treinamento de intervenção programadas, ii) não realizar a sessão de teste antes ou depois da intervenção. Trinta e seis jogadores (incluindo 7 goleiros) foram recrutados, no entanto, trinta e três foram incluídos e aleatoriamente (pela ferramenta de randomização baseada em aplicativo fornecida por random.org (School of Computer Science and Statistics, Trinity College, Dublin, Irlanda, Versão 1.2.1). 11) distribuídos em grupos com uma (1-TSW, $n = 10$), duas (2-TSW, $n = 11$) e três (3-TSW, $n = 12$) sessões de treinamento por semana (Figura 1), sendo que não houve perda amostral.

Desenho experimental

O estudo foi realizado como parte de um programa de treinamento contínuo de atletas, com o objetivo de disputar um campeonato regional (estadual) de futsal. Os atletas realizaram testes de desempenho físico (isto é, *squat jump*; salto contramovimento; velocidade de corrida de 10-m e 20-m e velocidade de mudança de direção) antes e depois do período de treinamento de 4 semanas. Os testes foram sempre realizados na mesma quadra onde os jogadores treinaram entre 14h e 17h. Durante o pré e pós-teste, os participantes usaram as mesmas roupas esportivas de futsal que costumam usar durante os treinos. O mesmo investigador realizou todas as medições. Os participantes foram solicitados a realizar o esforço máximo durante as avaliações. Durante o pré e pós-testes, os jogadores foram avaliados em 2 dias. No primeiro dia, os dados de idade, massa corporal, estatura e experiência na modalidade. Durante o período de intervenção, nenhum dos participantes esteve envolvido na prática de treino complementar, treino resistido e não fez uso de suplementos alimentares. Ainda no primeiro dia, os participantes realizaram o teste CM, SJ e teste SH. No segundo dia, foi realizado teste de *sprint* linear de 10-m e 20 metros e o teste T de agilidade. A pontuação mais alta de três tentativas foi registrada para todos os testes. Um intervalo de descanso de pelo menos 3 minutos foi fornecido entre cada teste de desempenho físico. Enquanto esperavam, os participantes realizavam atividades de baixa intensidade (por exemplo, caminhar) para manter a prontidão para o próximo teste. Foi realizada corrida submáxima por 3 minutos com mudanças de direção para os testes de velocidade e teste t de agilidade. Para os testes de saltos, gestos específicos (saltos verticais e horizontais submáximos) foram realizados antes de cada sessão de teste como aquecimento.

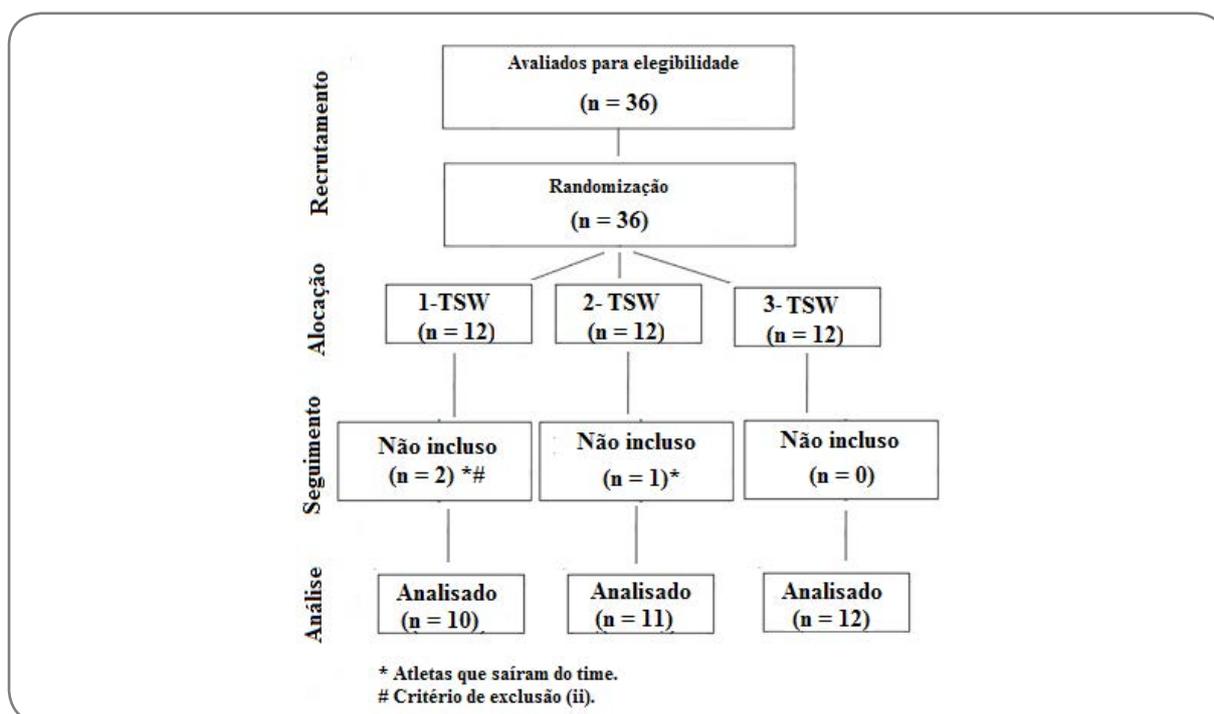


Figura 1 - Diagrama do estudo

Medidas antropométricas

A estatura (estadiômetro SANNY®; precisão = 0,1 cm) e a massa corporal foram medidas (balança antropométrica digital BALMAK®, modelo BK 300 GC, série 2120; precisão = 0,1 kg), de acordo com padrões internacionais, obtidos de acordo com procedimentos delineados [19].

Avaliação de saltos

O CMJ e o SJ foram medidos com precisão de 0,1 cm, conforme descrito anteriormente [20,21]. Durante o CMJ e SJ, o participante foi instruído a apoiar as mãos nos quadris e executar o salto vertical com esforço máximo em uma plataforma de contato móvel de 50 x 60 cm (*Jumptest*®, *Hidrofit Ltda, Brasil*), conectada a um software (*Multisprint*®, *Hidrofit Ltda, Brasil*). As fases de voo e aterrissagem do salto foram padronizadas para o mesmo ponto e os jogadores foram instruídos a realizar extensões completas de joelho e tornozelo durante a fase de voo. O salto horizontal foi padronizado conforme descrito anteriormente [22]. Os participantes foram instruídos a realizar saltos com esforço máximo. Três repetições foram executadas para cada teste de salto, com 30-40 segundos de descanso entre as tentativas, e o melhor resultado de desempenho foi usado para análise estatística.

Avaliação da velocidade

O tempo de *sprint* linear de 20-m (com um tempo parcial de 10-m) foi medido usando três pares de fotocélulas de cronometragem a laser infravermelho sem fio (*Brower*® *Timing System, Utah, EUA*). Os participantes iniciaram o teste quando se sentiram prontos, que foi cronometrado automaticamente. Foram realizadas três tentativas, sendo considerada para análise estatística aquela com melhor desempenho. Dois minutos de descanso foram permitidos entre as tentativas de 20-m. Os tempos foram relatados com uma precisão de 0,01 segundo. Os pares de fotocélulas foram posicionados na largada (0,3 m à frente do atleta), 10-m e 20-m, sendo fixados ~1,2 m acima do solo, conforme método utilizado por Rodríguez-Osorio [23].

Avaliação da mudança de direção

O teste T foi realizado para medir a velocidade da mudança de direção. Durante o teste, o atleta correu até o cone frontal, que estava a uma distância de 9,14 metros, deslocando-se lateralmente para a esquerda, percorrendo uma distância de 4,57 metros, retornando posteriormente ao centro e deslocando-se para a direita por mais 4,57 metros, voltando ao centro e correndo de costas até a linha de chegada, novamente no percurso de 9,14 metros [24]. Foram executadas três repetições, com 120 segundos de descanso entre as tentativas, e o melhor resultado de desempenho foi utilizado para análise estatística. O tempo de teste foi medido usando o mesmo equipamento descrito anteriormente para o teste de *sprint* linear.

Treinamento pliométrico e sprint linear

Não houve período de aprendizagem/adaptação para os exercícios de treinamento, pois os jogadores eram acostumados a eles ao longo do ano competitivo, sendo rotineiramente avaliados quanto ao desempenho físico com os testes utilizados nesta investigação. Durante a pré-temporada, os atletas realizaram 4 semanas de saltos horizontais de esforço máximo e *sprints* lineares (Tabela 1). A intervenção foi baseada em estudos anteriores [11,15,21,25,26] e por meio de discussão com o corpo técnico da equipe. Cada sessão de treinamento de intervenção começou com os exercícios pliométricos, incluindo saltos horizontais bipodais e saltos unilaterais alternados, sendo os *sprints* de 10-m feitos imediatamente em sequência (Figura 2). Após completar o exercício 1 os atletas descansaram 30s, e o mesmo após os exercícios 2 e 3. A partir daí, foram permitidos 120s de descanso antes que a sequência fosse repetida. Houve um intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. A intervenção foi realizada em uma quadra oficial de treinamento de futsal (superfície epóxi), completando parte dos ~90 min de sessões regulares de treinamento. As sessões de intervenção duraram 18-42 min para G1, 12-21 min para G2 e 9-14 min para G3. Um treinador experiente em força e condicionamento supervisionou todas as sessões de treinamento.

Tabela 1 - Distribuição do volume* de saltos e *sprints* durante o treinamento

	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	TP	ST	TP	ST	TP	ST	TP	ST
1-TSW (n=10)	150	500	180	600	210	700	240	800
2-TSW (n=11)	75	250	90	300	105	350	120	400
3-TSW (n=12)	50	167	60	200	70	233	80	266

1-TSW, 2-TSW, e 3-TSW = uma, duas, e três sessões de treino por semana, respectivamente; TP = treinamento pliométrico; TS = treinamento *sprint*. * = os valores de volume para saltos horizontais (ou seja, contatos com os pés) e *sprints* lineares (ou seja, distância) são descritos por sessão de treinamento

De acordo com o princípio da sobrecarga de treinamento, o número total de repetições por sessão foi aumentado (~20%) da semana 1 para a semana 4. O número total de repetições por sessão foi distribuído em séries que variaram entre 5-10 repetições e 10-m para o treinamento pliométrico e os componentes de treinamento de *sprint* linear, respectivamente. Usamos o método de classificação do esforço percebido (PSE) para quantificar a carga interna de treinamento (ou seja, estresse psicofisiológico), por meio da escala de Borg de 0 (sem esforço) a 10 (esforço extremo) [27]. O valor da PSE relatado pelo atleta foi multiplicado pelo tempo total de cada sessão de treinamento, obtendo-se assim um índice adimensional de carga interna expresso em unidades arbitrárias (AU).

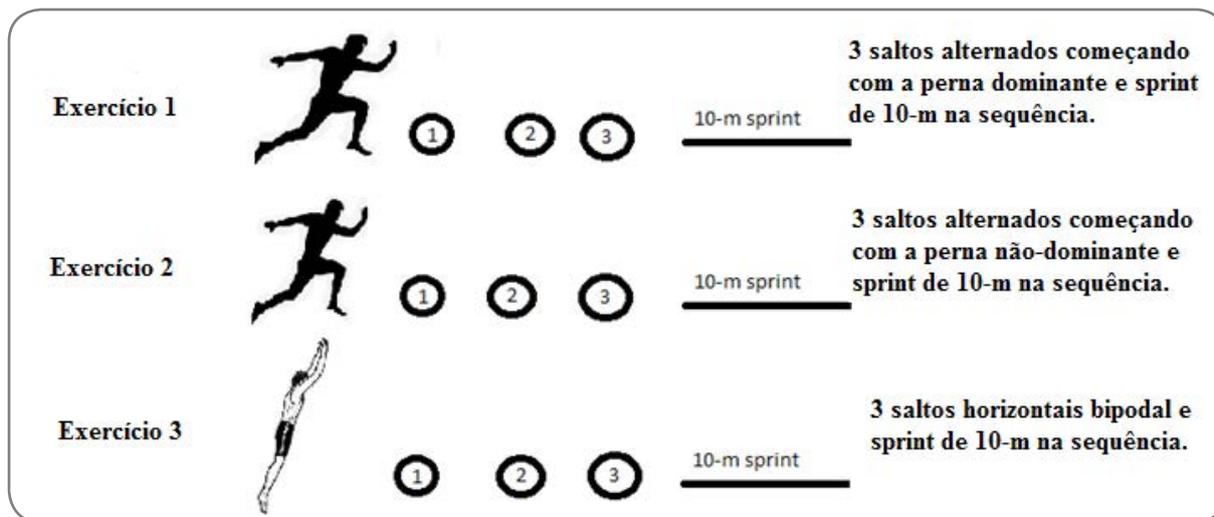


Figura 2 - Sequências de exercícios durante o programa de treinamento pliométrico e sprint linear

Análise estatística

Os dados são apresentados como valores médios e desvio padrão. Depois que a normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, um teste t independente foi usado para detectar diferenças basais entre os grupos. Uma ANOVA de duas vias com medidas repetidas no tempo foi usada para analisar grupos específicos de todas as variáveis dependentes (Grupos: uma, duas e três sessões de treinamento por semana: 1-TSW, 2-TSW, 3-TSW) \times 2 (Tempo : pré Pós). Testes post-hoc com ajuste de Bonferroni foram realizados para identificar comparações estatisticamente significativas. Os tamanhos de efeito para os efeitos principais de 'grupo' e 'tempo', bem como as interações Grupo \times Tempo, foram obtidos pelo teste de ANOVA (parcial eta ao quadrado), classificados como pequeno ($= 0,0099$), médio ($= 0,0588$) e grande ($= 0,1379$) [28,29]. As análises estatísticas foram realizadas usando o pacote estatístico STATISTICA (Versão 8.0; StatSoft, Inc., Tulsa, EUA). Os níveis de significância foram fixados em $\alpha = 5\%$. A confiabilidade de todas as variáveis dependentes foi aceitável [30], com valores de coeficientes de correlação intraclasse de 0,97, 0,95, 0,93, 0,91 e 0,89 para os testes CMJ, CMJA, DJ20, 30-m sprint e CODS, respectivamente, e coeficientes de variação $< 4,2$.

Para calcular o tamanho da amostra, foi utilizado o software estatístico (*G*Power*; University of Düsseldorf, Dusseldorf, Alemanha). Dado o desenho do estudo (3 grupos, 2 medidas repetidas), o tamanho do efeito dentro do grupo 0,67 e $231 \pm 4,23$ em SH para o grupo experimental e grupo controle, respectivamente [18], erro alfa $< 0,05$, a correção de não esfericidade $\epsilon = 1$, a correlação entre as medidas repetidas $= 0,5$ e um poder desejado ($1 - \beta$ error) $= 0,80$, o tamanho total da amostra resultou em um mínimo de 9 participantes necessários em cada condição. Devido ao potencial desgaste, para aumentar a probabilidade de obter um tamanho amostral adequado após a intervenção, ≥ 9 participantes foram considerados para serem incluídos nos grupos experimentais.

Resultados

Dez, onze e doze jogadores de futsal completaram o programa de intervenção envolvendo uma, duas e três sessões semanais de treinamento, respectivamente. Durante todo o período de intervenção (4 semanas), nenhuma lesão foi relatada. Os três grupos possuíam Idade, Estatura, Aderência, Participação e Carga Interna semelhante (Tabela II) e sem diferenças entre os grupos em qualquer variável dependente antes da intervenção ($p = 0,160-0,785$).

Os principais efeitos do grupo, tempo e interações grupo-tempo são exibidos na Tabela III. Os resultados revelaram efeitos significativos do tempo para todos os resultados de condicionamento físico (todos $p < 0,001$; $d = 0,36-0,69$), sem efeitos significativos para interação grupo x tempo ($p = 0,133-0,861$; $d = 0,01-0,13$).

Tabela II - Características dos diferentes grupos

	Idade	Estatura	Adesão à intervenção (%)	Participação total (%)	Carga Interna (U.A)
1-TSW (n=10)	16,6 ± 0,9	170,4 ± 4,3	100	94,1	588,7 ± 68,9
2-TSW (n=11)	16,9 ± 1,0	172,1 ± 5,53	96,4	97,7	606,9 ± 63,8
3-TSW (n=12)	17,3 ± 1,1	174,7 ± 5,6	94,5	95,1	558,1 ± 82,2

1-TSW, 2-TSW e 3-TSW: grupos de uma, duas e três sessões de treinamento por semana, respectivamente; U.A= unidades arbitrárias

De acordo com as escalas PEDro [31] e TESTEX, cumprimos os critérios de elegibilidade dos itens (ex., atleta federado de futsal de uma liga nacional de futsal), alocação aleatória (ex., introduzido aleatoriamente em 1-TSW, 2-TSW e 3-TSW), ocultação de alocação (ex., os atletas não sabiam a qual grupo seriam alocados, no momento em que deram seu consentimento), homogeneidade intergrupo (ex., nenhuma diferença inicial entre os grupos nos resultados principais), participação $\geq 94\%$ (ex., todos os atletas completaram o estudo), intenção de tratar análise (ex., todos os atletas receberam treinamento conforme alocado), entre comparação de grupos (ex., uma ANOVA de duas vias e testes post-hoc com Bonferroni foram aplicados), medida de variabilidade (ex., desvio padrão relatado), efeitos adversos relatados (ex., nenhuma lesão foi relatada), comparecimento relatado (ex., adesão ao treinamento foi $> 94\%$), intensidade do exercício controlada (ex., participantes dos grupos experimentais foram solicitados a realizar com esforço máximo em saltos e sprints) e volume de exercício/energia gasta controlada (ex., os grupos 1-TSW 2-TSW e 3-TSW realizaram ~ 780 saltos e ~ 1.200 -m de sprint durante a intervenção). No entanto, não conseguimos cumprir o cegamento dos sujeitos, o cegamento dos avaliadores e o monitoramento da atividade dos grupos fora da intervenção e das sessões regulares de treinamento de futsal (além do número total de sessões e minutos de treinamento). No entanto, todos os grupos não relataram mudanças em seus hábitos de treinamento durante a intervenção, em comparação com sua rotina de treinamento antes do recrutamento.

Tabela III - Médias e (\pm) desvio padrão das medidas de resultado para cada grupo pré e pós período de intervenção

			ANOVA desfechos		
	Pré	Pós	Grupo F(2, 30), valor de p (η_p^2)	Tempo F(1, 30), valor de p (η_p^2)	Grupo x Tempo F(2, 30), valor de p (η_p^2)
Massa corporal (kg)			F=0,5, p=0,562 (0,04)	F=3,2, p=0,08 (0,10)	F=0,1, p=0,849 (0,01)
1-TSW (n=10)	67,1 \pm 7,3	67,5 \pm 7,1			
2-TSW (n=11)	66,5 \pm 8,1	67,0 \pm 9,4			
3-TSW (n=12)	70,1 \pm 10,6	71,0 \pm 10,3			
Squat jump (cm)			F=0,5, p=0,611 (0,03)	F=29,6, p<0,001 (0,50)	F=0,7, p=0,503 (0,05)
1-TSW (n=10)	35,7 \pm 4,4	37,6 \pm 4,3			
2-TSW (n=11)	33,9 \pm 5,6	36,0 \pm 5,2			
3-TSW (n=12)	33,2 \pm 5,2	36,3 \pm 4,6			
Squat jump (W)			F=0,5, p=0,640 (0,03)	F=36,6, p<0,001 (0,55)	F=1,0, p=0,382 (0,06)
1-TSW (n=10)	3149,0 \pm 386,7	3286,2 \pm 433,6			
2-TSW (n=11)	3014,2 \pm 403,3	3165,0 \pm 340,6			
3-TSW (n=12)	3139,2 \pm 494,1	3365,6 \pm 507,2			
SJ (W.kg⁻¹)			F=0,5, p=0,630 (0,03)	F=24,7, p<0,001 (0,45)	F=0,5, p=0,617 (0,03)
1-TSW (n=10)	47,06 \pm 4,15	48,69 \pm 3,98			
2-TSW (n=11)	45,64 \pm 5,28	47,65 \pm 4,98			
3-TSW (n=12)	44,85 \pm 4,23	47,48 \pm 3,44			
CMJ (cm)			F=0,6, p=0,557 (0,04)	F=19,4, p<0,001 (0,39)	F=0,2, p=0,787 (0,02)
1-TSW (n=10)	37,8 \pm 5,5	39,2 \pm 5,1			
2-TSW (n=11)	36,5 \pm 5,0	38,6 \pm 6,0			
3-TSW (n=12)	35,3 \pm 5,5	37,0 \pm 4,5			
CMJ (W)			F=0,1, p=0,879 (0,01)	F=29,2, p<0,001 (0,49)	F=0,4, p=0,701 (0,02)
1-TSW (n=10)	3276,5 \pm 461,5	3378,5 \pm 443,3			
2-TSW (n=11)	3172,0 \pm 395,4	3320,8 \pm 391,1			
3-TSW (n=12)	3262,7 \pm 538,1	3407,8 \pm 500,5			
CMJ (W.kg⁻¹)			F=0,6, p=0,564 (0,04)	F=16,6, p<0,001 (0,36)	F=0,2, p=0,850 (0,01)
1-TSW (n=10)	48,64 \pm 5,79	50,12 \pm 4,99			
2-TSW (n=11)	48,00 \pm 4,76	50,00 \pm 5,90			
3-TSW (n=12)	46,57 \pm 4,60	48,10 \pm 3,40			
SH (cm)			F=0,2, p=0,853 (0,01)	F=34,6, p<0,001 (0,54)	F=0,2, p=0,861 (0,01)
1-TSW (n=10)	210,1 \pm 14,2	223,3 \pm 15,1			
2-TSW (n=11)	213,4 \pm 18,1	226,8 \pm 19,7			
3-TSW (n=12)	215,3 \pm 24,1	226,2 \pm 18,5			
10-m sprint (s)			F=0,5, p=0,614 (0,03)	F=30,0, p<0,001 (0,50)	F=2,2, p=0,133 (0,13)

Tabela III - Continuação.

	ANOVA desfechos				
	Pré	Pós	Grupo F(2, 30), valor de p (η_p^2)	Tempo F(1, 30), valor de p (η_p^2)	Grupo x Tempo F(2, 30), valor de p (η_p^2)
1-TSW (n=10)	1,79±0,06	1,75±0,07			
2-TSW (n=11)	1,83±0,07	1,75±0,07			
3-TSW (n=12)	1,83±0,08	1,78±0,08			
20-m sprint (s)			F=0,3, p=0,760 (0,02)	F=67,3, p<0,001 (0,69)	F=0,7, p=0,524 (0,04)
1-TSW (n=10)	3,11±0,11	3,01±0,12			
2-TSW (n=11)	3,14±0,14	3,03±0,14			
3-TSW (n=12)	3,14±0,13	3,06±0,11			
CODS T-teste (s)			F=0,1, p=0,916 (0,01)	F=56,5, p<0,001 (0,65)	F=0,3, p=0,758 (0,02)
1-TSW (n=10)	10,57±0,43	10,12±0,44			
2-TSW (n=11)	10,68±0,53	10,13±0,48			
3-TSW (n=12)	10,61±0,71	10,04±0,35			

1-TSW, 2-TSW e 3-TSW = grupos de uma, duas e três sessões de treinamento por semana, respectivamente; CMJ = salto contramovimento; CODS: mudança de direção; η_p^2 : eta parcial ao quadrado; valores em negrito: efeito de tempo significativo

Discussão

O principal achado deste estudo é que diferentes frequências semanais (equalizadas para repetições totais) de treinamento pliométrico e *sprint* linear melhoraram de forma semelhante o desempenho físico de atletas de futsal masculino sub-18 (capacidade de salto medida por SJ, CMJ e SH, mudança de direção e velocidade de corrida linear).

Nossas novas descobertas indicam uma grande melhoria no desempenho do salto vertical e horizontal. As descobertas atuais expandem as relatadas e observadas na melhora no desempenho de SJ, CMJ e salto horizontal em jogadores de futebol masculino sub-19 após 8 semanas de treinamento pliométrico combinado com *sprint* linear [15]. Além disso, foram observados aumentos significativos no desempenho do CMJ após treinamento combinado de pliometria e *sprints* curtos, em jogadores de futebol sub-15 masculino [32]. As melhorias no desempenho do salto vertical e horizontal podem ser mediadas por meio de coordenação intermuscular e intramuscular aprimorada, função otimizada do ciclo de alongamento-encurtamento e aumento da força máxima [33]. Os exercícios de salto horizontais (ou seja, saltos horizontais bipodais e saltos alternados), que constituíram todo o programa de treinamento utilizado neste estudo, podem ter contribuído para melhorias no desempenho de *sprints* e saltos, indicando assim um estímulo de treinamento específico.

Uma grande melhora na velocidade foi observada nas distâncias de *sprint* linear de 10-m e 20 metros. Nossos resultados estão de acordo com a melhora do *sprint* linear de 20 m observada após intervenções pliométricas combinadas com treina-

mento de *sprints* curtos [15,21,32]. As melhorias no desempenho do *sprint* linear podem estar relacionadas à melhoria da coordenação intermuscular [33], aumento do comprimento do fascículo muscular [13] e outros fatores neurais (ou seja, melhor impulso neural para músculos agonistas e alterações na rigidez musculotendínea), aumentando a capacidade dos atletas de alcançar tempos de contato com o solo mais curtos em corrida de velocidade [34,35]. Outro ponto relevante a ser mencionado é a magnitude e a orientação da aplicação da força muscular que são os maiores determinantes da melhora do desempenho da velocidade, logo, a maior capacidade do atleta em gerar força no vetor horizontal se traduz em melhor desempenho em *sprints* curtos, o que pode resultar em maior eficiência mecânica [11,36-38].

Os presentes resultados também mostraram um grande efeito no desempenho da habilidade de mudança de direção (COD). A habilidade de mudar de direção envolve muita técnica, boa condição de velocidade de corrida em linha reta [39], adaptações neurais [35] e retrata um movimento planejado, não envolvendo reação a um estímulo externo [21]. Nossos resultados estão de acordo com pesquisadores que analisaram o efeito do treinamento pliométrico combinado com *sprint* repetido durante 8 semanas no período da pré-temporada, encontrando melhora significativa na velocidade de mudança direção ($p = 0,001$ no teste T) [40]. Possíveis ganhos do mecanismo subjacente incluem melhorias na força muscular, produção de energia e na capacidade de usar o ciclo de alongamento e encurtamento de forma eficiente durante movimentos balísticos [21]. Apesar das melhorias relatadas nas diferentes variáveis nos parágrafos anteriores, esses resultados devem ser interpretados com cautela devido à limitação de não ter incluído um grupo controle para comparações.

Estudos anteriores com frequências de treinamento pliométrico horizontal [3] e diferentes volumes [25] mostraram resultados contrastantes no desempenho de atletas em *sprints*, mudança de direção, saltos verticais e horizontais. Além disso, o treinamento de *sprint* com diferentes frequências e o mesmo volume por semana em jovens jogadores de futebol não demonstrou melhorias significativas no desempenho do *sprint* (até 10-m) [17]. No entanto, a combinação de treinamento pliométrico com *sprints* mostrou-se um método eficiente nas ações supracitadas com jovens jogadores de handebol [21] e jovens jogadores de futebol [32] quando comparados ao grupo controle. Assim, a magnitude e os vetores de força de reação do solo parecem ser determinantes para a velocidade [36], e, nosso estudo mostra que isso pode acontecer independentemente da frequência (1-TSW, 2-TSW ou 3-TSW) da proposta intervenção, resultando em capacidade e eficiência semelhantes para aplicar força horizontal no solo, em velocidades que aumentam progressivamente. Neste contexto, importa referir que as adaptações positivas obtidas pelos atletas e a não diferença entre as frequências aqui estudadas podem dever-se à adequação e concepção do programa de treino (ou seja, especificidade) e ajuste do volume e densidade de treino [32], com volume moderado de saltos (150-240 saltos por semana) e distância de *sprints* (500-800-m por semana), o que é razoável, pois já se sabe que alto volume de treinamento pode até mesmo prejudicar o desempenho dos atletas [10]. Diante disso,

alguns autores relatam que tais ocorrências se devem a adaptações moleculares, bioquímicas e fisiológicas como maior ativação neural dos músculos, maior eficiência do ciclo alongamento-encurtamento da unidade musculotendínea, maior potencial de coordenação intra e intermuscular [21,33], corroborando para induzir um melhor desempenho neuromuscular e metabólico dos atletas [32] mesmo com diferentes frequências de treinamento, porém, com o mesmo volume semanal.

Assim, independentemente da frequência semanal, uma, duas ou três vezes, a intervenção mostra-se uma forma razoável de incorporação ao treinamento técnico-tático visando aumentar o desempenho físico dos atletas. Tais ganhos de desempenho podem ser benéficos para períodos da temporada competitiva, com transferência para o desempenho do jogo. Os treinadores e cientistas esportivos devem considerar o calendário da temporada, a disponibilidade de treinos por semana e equalizar as cargas de treinamento. É uma metodologia que não demanda grandes recursos financeiros e é de fácil organização e execução pela comissão técnica da equipe.

Conclusão

Este estudo demonstra que diferentes frequências semanais (1, 2 ou 3) iguais para repetições totais de treinamento pliométrico e de *sprint* linear melhoraram de forma semelhante o desempenho físico de atletas sub-18 de futsal masculino.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a todos os atletas e comissão técnica da equipe por sua cooperação, a “Angiocorpore Medicina Cardiovascular” e ao Prof. Regis Oliveira pelo suporte nas avaliações.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho do estudo: Neves TA, Campillo RR, Guerra RLF; **Coleta de dados:** Neves TA, Guerra RLF; **Análise e interpretação dos dados para o estudo:** Neves TA, Campillo RR, Guerra RLF; **Análise estatística:** Neves TA, Campillo RR, Guerra RLF; **Redação do estudo:** Neves TA, Campillo RR, Guerra RLF; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Neves TA, Campillo RR, Guerra RL; **Aprovação final da versão a ser publicada:** Neves TA, Campillo RR, Guerra RLF

Referências

1. Arins F, Salvador PCN, Carminatti LJ, Guglielmo LGA. Physiological characteristics, evaluation and prescription of aerobic training in Futsal. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2015;17(6):753-62. doi: 10.5007/1980-0037.2015v17n6p753
2. Gayardo A, Matana SB, Silva MR. Prevalência de lesões em atletas do futsal feminino brasileiro: um estudo retrospectivo. Rev Bras Med Esporte 2012;18:186-9. doi: 10.1590/S1517-86922012000300010
3. Yanci J, Castillo D, Iturricastillo A, Ayarra R, Nakamura FY. Effects of two different volume-equated weekly distributed short-term plyometric training programs on futsal players' physical performance. J Strength Cond Res 2017;31(7):1787-94. doi: 10.1519/JSC.0000000000001644

4. Karavelioglu M, Harmanci H, Kaya M, Erol M. Effects of plyometric training on anaerobic capacity and motor skills in female futsal players. *The Anthropologist* 2016;23:355-60. doi: 10.1080/09720073.2014.11891955
5. Spyrou K, Freitas TT, Marín-Cascales E, Alcaraz PE. Physical and Physiological match-play demands and player characteristics in futsal: a systematic review. *Front Psychol* 2020;11:569897. doi: 10.3389/fpsyg.2020.569897
6. Naser N, Ali A. A descriptive-comparative study of performance characteristics in futsal players of different levels. *J Sports Sci* 2016;34(18):1707-15. doi: 10.1080/02640414.2015.1134806
7. Naser N, Ali A, Macadam P. Physical and physiological demands of futsal. *J Exerc Sci Fit* 2017;15(2):76-80. doi: 10.1016/j.jesf.2017.09.001
8. Dogramaci SN, Watsford ML, Murphy AJ. Time-motion analysis of international and national level futsal. *J Strength Cond Res* 2011;25(3):646-51. doi: 10.1519/JSC.ob013e3181c6a02e
9. Ayarra R, Nakamura FY, Iturricastillo A, Castillo D, Yanci J. Differences in physical performance according to the competitive level in futsal players. *J Hum Kinet* 2018;64: 275-85. doi: 10.1515/hukin-2017-0201
10. Nakamura FY, Pereira LA, Abad LA, Kobal R, Kitamura K, Roschel H. Differences in physical performance between U-20 and senior top-level Brazilian futsal players. *J Sports Med Phys Fitness [Internet]* 2016 [citado 2022 Dec 28];56(11):1289-97. Disponível em: doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26022747/>
11. Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Zanetti V, Kitamura K, Abad CCA, et al. Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on *sprint* performance of high-level U-20 soccer players. *J Sports Sci* 2015;33(20):2182-91. doi: 10.1080/02640414.2015.1081394
12. Silva VFN, Aguiar SS, Sotero RC, Souto Filho JM, Oliveira I, et al. Effects of short-term plyometric training on physical fitness parameters in female futsal athletes. *J Phys Ther Sci* 2017;29(5):783-8. doi: 10.1589/jpts.29.783
13. Mendiguchia J, Conceição F, Edouard P, Fonseca M, Pereira R, Lopes H, et al. *Sprint* versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. *PLoS One* 2020;15(2):e0228283. doi: 10.1371/journal.pone.0228283
14. Luteberget LS, Raastad T, Seynnes O, Spencer M. Effect of traditional and resisted *sprint* training in highly trained female team handball players. *Int J Sports Physiol Perform* 2015;10(5):642-7. doi: 10.1123/ijsp.2014-0276
15. Aloui G, Souhail H, Hayes LD, Bouhafis EG, Chelly MS, Schwesig R. Effects of combined plyometric and short *sprints* training on athletic performance of male u19 soccer players. *Front Psychol* 2021;12. doi: 10.3389/fpsyg.2021.714016
16. Bouguezzi R, Negra Y, Ramirez-Campillo R, Jlalía Z, Mkaouer B, et al. Effects of different plyometric training frequencies on measures of athletic performance in prepuberal male soccer players. *J Strength Cond Res* 2020;34(6):1609-17. doi: 10.1519/JSC.0000000000002486
17. Rey E, Padrón-Cabo A, Costa PB, Lago-Fuentes C. Effects of different repeated *sprint*-training frequencies in youth soccer players. *Biol Sport* 2019;36(3):257-64. doi: 10.5114/biolSport.2019.87047
18. Taher A, Pavlović R, Ahanjan S, Skrypchenko I, Joksimovic M. Effects of vertical and horizontal plyometric exercises on explosive capacity and kinetic variables in professional long jump athletes. *Pedagogy of Physical Culture and Sports* 2021;25:108-13. doi: 10.15561/26649837.2021.0205
19. MacDonald CJ, Lamont HS, Garner JC. A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *J Strength Cond Res* 2012;26(2):422-31. doi: 10.1519/JSC.ob013e318220df79
20. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1983;50:273-82. doi: 10.1007/BF00422166
21. Hammami M, Gaamouri N, Aloui G, Shephard RJ, Chelly MS. Effects of combined plyometric and short *sprint* with change-of-direction training on athletic performance of male U15 handball players. *J Strength Cond Res* 2019;33(3):662-75. doi: 10.1519/JSC.0000000000002870
22. Romaratezabala E, Nakamura F, Ramirez-Campillo R, Castillo D, Rodríguez-Negro J, Yanci J. Differences in physical performance according to the competitive level in amateur handball players. *J Strength Cond Res* 2020;34(7):2048-54. doi: 10.1519/JSC.0000000000002533
23. Rodríguez-Osorio D, Gonzalo-Skok O, Pareja-Blanco F. Effects of resisted *sprints* with changes of direction through several relative loads on physical performance in soccer players. *Int J Sports Physiol*

Perform 2019;14(8):1022-28. doi: 10.1123/ijsp.2018-0702

24. Sassi RH, Dardouri W, Yahmed MH, Gmada N, Mahfoudhi ME, Gharbi Z. Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight *sprint*. J Strength Cond Res 2009;23(6):1644-51. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b425d2

25. Yanci J, Los Arcos A, Camara J, Castillo D, García A, Castagna C. Effects of horizontal plyometric training volume on soccer players' performance. Res Sports Med 2016;24(4):308-19. doi: 10.1080/15438627.2016.1222280

26. Torres-Torrelo J, Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Pareja-Blanco F, Yañez-García JM, González-Badillo JJ. Effects of resistance training and combined training program on repeated *sprint* ability in futsal players. Int J Sports Med 2018;39(7):517-26. doi: 10.1055/a-0596-7497

27. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 1982 [cited 2020 Dec 27];14(5):377-81. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/>

28. Cohen J. Statistical Power Analyses for the Behavioral Sciences. New York: New York University; 1988.

29. Richardson J. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. Educational Research Review 2011;6(2):135-47. doi: 10.1016/j.edurev.2010.12.001

30. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. Sports Med 2000;30(1):1-15. doi: 10.2165/00007256-200030010-00001

31. PEDro. PEDro Scale [Internet]. 2017. [citado 2022 Dec 27]. Disponível em: <https://www.pedro.org.au/english/resources/pedro-scale>

32. Villarreal E, Suarez-Arrones L, Requena B, Haff GG, Ferrete C. Effects of plyometric and *sprint* training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. J Strength Cond Res 2015;29(7):1894-903. doi: 10.1519/JSC.0000000000000838

33. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. Sports Med 2010;40(10):859-95. doi: 10.2165/11318370-000000000-00000

34. Chaabene H, Negra Y, Moran J, Prieske O, Sammoud S, Ramirez-Campillo R, et al. Plyometric training improves not only measures of linear speed, power, and change-of-direction speed but also repeated *sprint* ability in young female handball players. J Strength Cond Res 2021;35(8):2230-5. doi: 10.1519/JSC.0000000000003128

35. Ramirez-Campillo R, Castillo D, Raya-González J, Moran J, Villarreal ES, Lloyd RS. Effects of plyometric jump training on jump and *sprint* performance in young male soccer players: a systematic review and meta-analysis. Sports Med 2020;50(12):2125-43. doi: 10.1007/s40279-020-01337-1

36. Nicholson B, Dinsdale A, Jones B, Till K. The training of short distance *sprint* performance in football code athletes: a systematic review and meta-analysis. Sports Med 2021;51(6):1179-1207. doi: 10.1007/s40279-020-01372-y

37. Taylor J, Macpherson T, Spears I, Weston M. The effects of repeated-*sprint* training on field-based fitness measures: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. Sports Med 2015;45(6):881-91. doi: 10.1007/s40279-015-0324-9

38. Lockie RG, Murphy AJ, Callaghan SJ, Jeffriess MD. Effects of *sprint* and plyometrics training on field sport acceleration technique. J Strength Cond Res 2014;28(7):1790-801. doi: 10.1519/JSC.0000000000000297

39. Hoyo M, Sañudo B, Carrascal C, Plaza-Armas JR, Camacho-Candil F, et al. Comparative effects of in-season full-back squat, resisted *sprint* training, and plyometric training on explosive performance in u-19 elite soccer players. J Strength Cond Res 2016;30(2):368-77. doi: 10.1519/JSC.0000000000001094

40. Neves TA, Winckler C, Guerra R. Effects of plyometric training combined with repeated *sprints* on physical performance in female handball athletes. Lecturas: Educación Física y Deportes 2022;26:139-54. doi: 10.46642/efd.v26i286.3162