

Efeitos da aplicação de um programa de treino de força *Complex vs Compound* durante o período competitivo em jogos desportivos coletivos

Autores

Eduardo André de Azevedo Abade¹; António Jaime da Eira Sampaio²; Luis Filipe Oliveira Santos³; Bruno Sérgio Varanda Gonçalves²; António Paulo Vieira Sá Marques Oliveira¹; Ana Maria Seabra Moreira Ferreira de Carvalho¹; Paulo André Dias Gouveia¹; João Luís Campos Pereira da Cruz Viana¹

eabade@ismai.pt

Resumo

A literatura é escassa relativamente ao modo como jogadores com perfis físicos diferenciados respondem a diferentes combinações de treino de força e potência durante o período competitivo. O principal objetivo deste estudo foi investigar os efeitos (i) do treino *Compound* realizado por atletas fortes em diferentes dias do microciclo e (ii) do treino *Complex* realizado por atletas fracos na mesma unidade de treino. Vinte jogadores de andebol do sexo masculino foram classificados como fortes ou fracos de acordo com a capacidade de impulsão vertical (salto com contramovimento) e alocados a um programa de treino de força durante 12 semanas. Foram realizados testes de linear e com mudanças de direção, *sprints* repetidos e impulsão vertical para avaliar o perfil físico dos atletas. O treino *Compound* realizado pelos atletas fortes resultou num efeito *unclear* na capacidade de impulsão vertical, sprint 20-m e *sprints* repetidos. No entanto, foi observado um efeito positivo (*likely*) no sprint 10-m (-11.3%; 11.9%). Os jogadores fracos que realizaram treino *Complex* apresentaram melhorias (*likely* e *very likely*) na impulsão vertical (13.7%; 5.4%), sprint linear (10m, -10.7%; 10.3%; 20m, -6.0%; 3.4%) e *sprints* repetidos (-4.1%; 3.7%). Os resultados mostram que durante o período competitivo, os treinos *Complex* e *Compound* são estratégias úteis para promover melhorias significativas nos perfis de jogadores mais fracos e manter as capacidades dos mais fortes, respetivamente. Os jogadores envolvidos no mesmo contexto competitivo, até na mesma equipa, podem requerer diferentes estratégias e programas de treino de força.

¹ Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, CIDESD, Instituto Universitário da Maia, ISMAI

² Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, CIDESD, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, UTAD

³ Ginásio Clube de Santo Tirso, Santo Tirso, Portugal

Palavras-chave: treino de força; periodização; potência muscular; andebol

Introdução

O rendimento nos jogos desportivos coletivos é influenciado por um processo complexo, adaptativo e dinâmico de cooperação e oposição [1], exigindo a realização de ações de curta duração e alta intensidade como acelerações e mudanças de direção repetidas [2], sprints e impulsão vertical [3]. Por esta razão, performances físicas de alto nível assentam no desenvolvimento sustentado da força muscular, o que requer programas de treino de força que possam induzir adaptações neuromusculares significativas [4].

No espetro do treino de força, é comum que os treinadores prescrevam modelos de periodização não-linear na tentativa de manter os jogadores próximos do seu pico de rendimento durante o período competitivo [5]. O principal propósito desta abordagem é promover variações nas cargas de treino em cada microciclo que permitam a concretização de objetivos múltiplos de treino, algo que tem sido demonstrado ser efetivo no aumento da força muscular em sujeitos treinados [6]. As adaptações neuromusculares resultantes do treino de força máxima e potência são extremamente importantes para otimizar os perfis de força-velocidade e aumentar a produção de potência muscular [7]. Por essa razão, combinar treino de força geral com exercícios específicos de potência é uma prática comum durante o período competitivo [8]. Na verdade, a combinação do treino de força máxima e potência pode ser uma estratégia mais eficiente para melhorar a potência muscular quando comparada com o treino de força máxima ou potência de forma isolada [9]. Esta combinação pode ser alcançada através da realização de modelos de treino de força *Compound* ou *Complex*.

O treino *Compound* é caracterizado por sessões de treino de força máxima e potência realizadas em diferentes dias da semana [10]. Este método parece ser eficiente no aumento do número de proteínas contrácteis e no desenvolvimento da produção de potência a curto-médio prazo [10]. Por outro lado, o método *Complex* traduz-se na realização de exercícios de força máxima e potência organizados em pares na mesma sessão de treino [9]. O treino *Complex* assenta na premissa de que realizar uma contração muscular máxima ou sub-máxima pode aumentar a produção

de potência no exercício subsequente, um mecanismo tipicamente descrito como potenciação pós-ativação [11, 12]. No entanto, a maioria dos estudos focados na combinação do treino de força máxima e potência assentam em programas de curto-prazo, realizados com populações de não-atletas e desconsideram todos os constrangimentos temporais inerentes ao período competitivo. Ainda assim, é sugerido que os efeitos de potenciação pós-ativação são superiores em sujeitos com níveis mais elevados de força e experiência de treino, em particular no cenário de treino *Complex* [11] e que sujeitos com perfis de força menos desenvolvidos ao nível dos membros inferiores estão mais vulneráveis a lesões quando ocorrem aumentos significativos nas cargas de treino [13]. No entanto, desconhece-se a forma como sujeitos mais fortes e fracos respondem a diferentes combinações de treino de força máxima e potência durante o período competitivo.

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um programa de treino combinado de força máxima e potência de 12 semanas aplicado durante o período competitivo de andebol em dois contextos diferentes: (i) treino *Compound* de força máxima-potência realizado por jogadores fortes em dias diferentes do microciclo e (ii) treino *Complex* de força máxima-potência realizado por jogadores fracos na mesma sessão de treino. Apesar das diferenças metodológicas das intervenções, foi hipotetizado que tanto jogadores fortes como fracos melhorariam os seus perfis físicos como resultado das intervenções *Compound* e *Complex*, respetivamente.

Material e métodos

Sujeitos

Participaram neste estudo vinte jogadores semi-profissionais de andebol do sexo masculino (idade: 24.7 ± 3.8 anos; altura: 182.2 ± 6.2 cm; peso: 83.6 ± 5.8 kg; anos de experiência: 12.2 ± 1.8 anos) da mesma equipa que competia na segunda divisão nacional do campeonato português. Os jogadores foram alocados aos grupos de treino *Compound* ($n=10$) ou *Complex* ($n=10$) de acordo com a capacidade de impulsão vertical (salto com contramovimento), tal como descrito nos procedimentos. O estudo foi conduzido durante o período competitivo em que os jogadores realizavam cinco sessões de treino por semana (~90 minutos por sessão) com jogos oficiais todos

os fins-de-semana. Os participantes foram informados que poderiam desistir do estudo a qualquer momento. Os jogadores com registo clínico de lesão no momento do início do estudo foram excluídos. Foi obtido consentimento informado por parte de todos os participantes. Esta investigação foi aprovada pelo comité de ética do centro de investigação local (PEst-OE/SAU/UI4045/2019) e realizada de acordo com as recomendações da declaração de Helsínquia.

Desenho

Para investigar os efeitos da aplicação dos programas de treino *Compound* e *Complex*, os jogadores participaram num programa combinado de força máxima e potência durante 12 semanas durante o período competitivo em dois contextos diferentes: treino *Compound* realizado por atletas fortes em diferentes dias do microciclo e treino *Complex* realizado por atletas fracos na mesma sessão de treino. O programa de treino incluiu os exercícios prensa de pernas horizontal, supino e agachamento com barra atrás a 90°. Ambos os grupos realizaram o mesmo número de exercícios e repetições com as mesmas cargas relativas. Os perfis físicos foram avaliados com recurso a testes de sprint linear (10m e 20m), sprints com mudanças de direção (SMD, 6x20m) e sprints repetidos (SR, 6x20m). A capacidade de impulsão vertical foi avaliada nos testes de salto com contramovimento (SCM), salto livre (SL) e salto com remate (SCR).

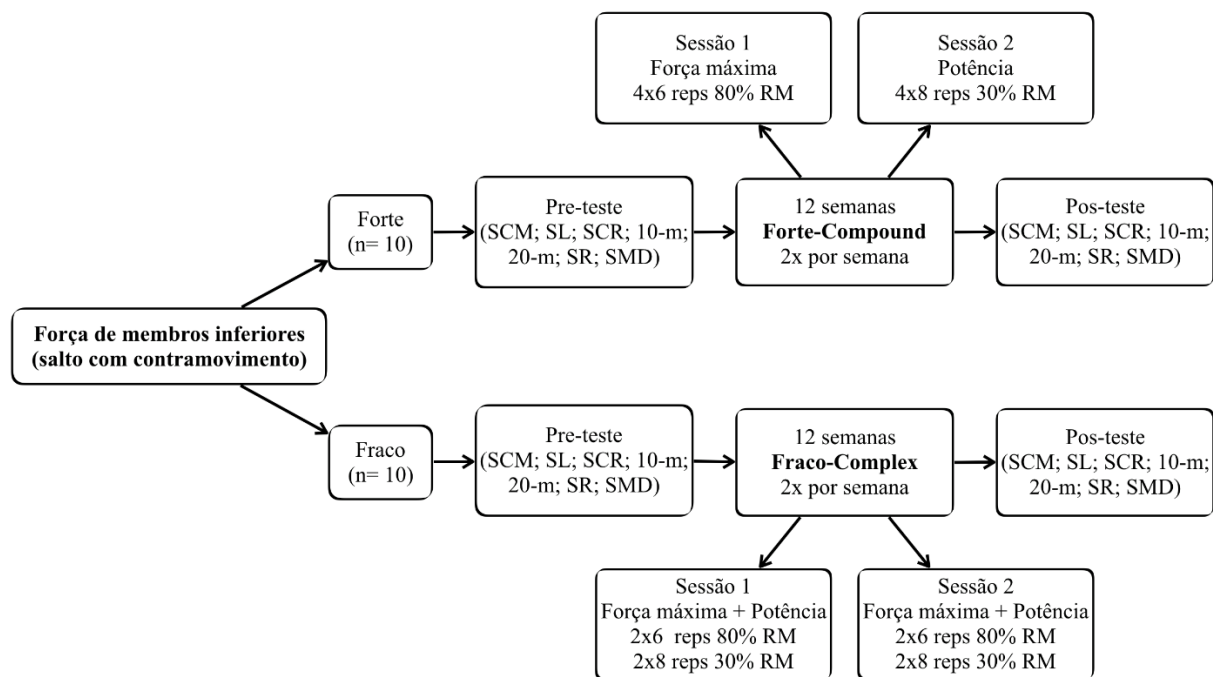


Figura 1. Representação esquemática do desenho experimental. Todos os jogadores realizaram treino de força duas vezes por semana durante 12 semanas. Os jogadores mais fortes executaram força e potência em dias separados (grupo *Compound*) e os jogadores mais fracos executaram força e potência na mesma sessão de treino (grupo *Complex*). Ambos os grupos realizaram o mesmo número de exercícios e repetições nas mesmas intensidades relativas.
 SCM, salto com contramovimento; SL, salto livre; SCR, salto com remate; 10-m, sprint linear 10-m; 20-m, sprint linear 20-m; SR, sprints repetidos; SMD, sprints com mudanças de direção; RM, repetição máxima.

Testes

As medidas pré-teste incluíram a capacidade de sprint linear (10m e 20m), SMD (6x20m) e SR (6x20m). A capacidade de impulsão vertical foi avaliada através dos testes SCM, SL e SCR. Nos testes de sprint linear foram realizadas duas tentativas máximas em cada sprint, sendo registado o melhor resultado para a análise. No teste SR, os participantes realizaram 6 sprints de 20m com 10 segundos de recuperação passiva entre repetições. No teste SMD, foi solicitado aos participantes que realizassem 6 sprints de 20m (7.5m + 5m + 7.5m) com duas mudanças de direção a 90° aos 7.5m e 12.5m. O critério para a utilização do ângulo de 90° assentou no fato de requerer aos jogadores de andebol que se adaptem posturalmente enquanto aplicam forças de reação laterais no solo na tentativa de cumprir com sucesso as mudanças de direção a velocidades elevadas [14]. Foi permitido um intervalo de recuperação passivo de 10 segundos entre repetições de forma a representar o padrão incompleto de recuperação entre ações de alta intensidade neste desporto

[15]. Foram utilizadas células fotoelétricas com sistema de infravermelhos (Globus Ergo Timer, Italy) para registar o tempo (segundos) em todos os testes de sprint.

Tal como referido anteriormente, os jogadores com menor capacidade muscular nos membros inferiores estão mais vulneráveis a lesões sempre que as cargas de treino aumentam exponencialmente. Neste âmbito e como a impulsão vertical é reconhecida como um índice de capacidade de gerar potência muscular e um preditor importante de capacidade funcional dos membros inferiores em diferentes condições [16], os valores iniciais do SCM foram utilizados para alocar os jogadores ao grupo Forte (i.e. *Forte-Compound*, valores mais elevados no SCM) e Fraco (i.e. *Fraco-Complex*, valores mais baixos no SCM). Esta avaliação foi realizada uma semana antes do início do protocolo. Os testes de SCM e SL foram avaliados de acordo com as orientações metodológicas do protocolo de Bosco [17]. No teste SCR, foi solicitado aos participantes que iniciassem a avaliação numa posição estática com posse de bola e, de seguida, que realizassem dois passos em corrida antes de realizar impulsão vertical unilateral, rematando no ponto mais alto do salto. Todos os testes de impulsão vertical foram realizados com um instrumento Optojump (Microgate, Italy). Os participantes realizaram duas tentativas máximas em cada teste, sendo registado o melhor valor.

Foi realizado o teste de uma repetição máxima (RM) para avaliar a força muscular dos participantes [18] antes da aplicação do protocolo, repetindo-se o procedimento às 4 e 8 semanas de treino. Desta forma, as cargas de treino (%RM) foram reajustadas de forma precisa ao longo do programa, respeitando as orientações da literatura nesse âmbito [5]. Nos exercícios prensa de pernas e agachamento, foi solicitado aos participantes que cumprissem uma amplitude de 90° (ângulo coxa-perna) no final da fase excêntrica. No exercício supino foi igualmente definida uma amplitude de 90° (ângulo braço-antebraço) no final da fase excêntrica.

Treino

Foram realizadas duas sessões de treino de força por semana (separadas por 48h) durante 12 semanas. O grupo *Forte-Compound* realizou treino de força máxima e potência em dias alternados, enquanto o grupo *Fraco-Complex* realizou treino de força máxima e potência na mesma sessão de treino. Ambos os programas de treino foram desenhados de acordo com orientações metodológicas prévias da literatura [19]. O grupo *Forte-Compound* realizou 4x6 repetições a 80%RM no dia da força máxima e 4x8 repetições a 30%RM no dia de potência. Ambas as sessões foram realizadas á máxima velocidade concêntrica e sem falha [20], com intervalos de recuperação entre séries de 3 a 5 minutos. O grupo *Fraco-Complex* realizou 2x6 repetições a 30%RM em exercícios emparelhados com 3 minutos de intervalo entre pares e 5 minutos entre exercícios. O programa de treino incluiu os exercícios prensa de pernas horizontal, supino com barra livre e agachamento a 90° com barra atrás. No treino *Complex*, os exercícios organizados em pares apenas diferiram na %RM utilizada (i.e., agachamento 80%1RM + agachamento 30%1RM; supino 80%1RM + supino 30%1RM e prensa de pernas 80%1RM + prensa de pernas 30%1RM).

Análise estatística

Para identificar os efeitos da intervenção nos grupos *Compound* e *Complex*, os dados foram analisados com uma folha de cálculo específica “post-only crossover” [21]. As diferenças foram estimadas em unidades de percentagem com 90% de intervalos de confiança. As diferenças quantitativas da intervenção dos programas de treino foram reportadas de acordo com a seguinte escala: 25–75%, *possibly*; 75–95%, *likely*; 95–99.5%, *very likely*; >99.5%, *most likely*. Se a probabilidade do treino promover diferenças >5% (quer em benefício quer em prejuízo da performance), o resultado é reportado como *unclear* [22]. As diferenças qualitativas foram expressas através das mediadas de Cohen com intervalo de confiança de 90%, de acordo com os seguintes valores de corte: 0.2, trivial; 0.6, pequeno; 1.2, moderado; 2.0, grande; e >2.0, muito grande [22].

Resultados

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva e probabilística e a figura 2 inclui as diferenças estandardizadas para as variações nas medidas de performance entre o pré e pós teste no grupo *Forte-Compound*. Foi observada uma diminuição no SL (*possibly*, 2.7%; $\pm 4.1\%$: alterações médias, %; $\pm 90\%$ limites de confiança) e SCR (*likely*, -8.1%; $\pm 6.2\%$, efeito pequeno). Relativamente ao sprint linear, foi registada uma melhoria nos 10-m (*likely*, -11.3%; $\pm 11.9\%$ decréscimo no tempo, efeito moderado). Embora o sprint de 20-m tenha apresentado resultados *nuclear*, foi registado um valor probabilístico de melhoria de 72%.

Tabela 1. Inferências para as variações das medidas de performance entre o pré para o pós teste no grupo de treino compound.

Variáveis	Grupo de treino de força Compound				
	Pré-teste média \pm DP	Pós-teste média \pm DP	Alterações Médias %; $\pm 90\%$ LC	Inferências práticas	deterioração/trivial /melhoria
Salto com contramovimento SCM	36.2 \pm 5.6	36.6 \pm 5.6	1.0; ± 5.3	unclear	10/63/26
Salto Livre SL	46.03 \pm 4.65	44.78 \pm 4.78	-2.7; 4.1	possibly	64/32/4
Salto com Remate SCR	47.2 \pm 7.9	43.5 \pm 8.1	-8.1; ± 6.2	likely	89/10/1
Sprint linear 10 m	1.85 \pm 0.09	1.65 \pm 0.21	-11.3; ± 11.9	likely	4/5/90
Sprint linear 20 m	2.99 \pm 0.14	2.93 \pm 0.19	-2.2; ± 3.6	unclear	6/22/72
Sprints repetidos SR, 6 x 20 m	3.21 \pm 0.12	3.18 \pm 0.20	-0.9; ± 2.8	unclear	11/44/45
Sprints com mudança de direção SMD, 6 x 20 m	4.69 \pm 0.35	4.76 \pm 0.41	1.6; ± 2.3	possibly	53/45/2

Grupo de treino de força: Forte-Compound

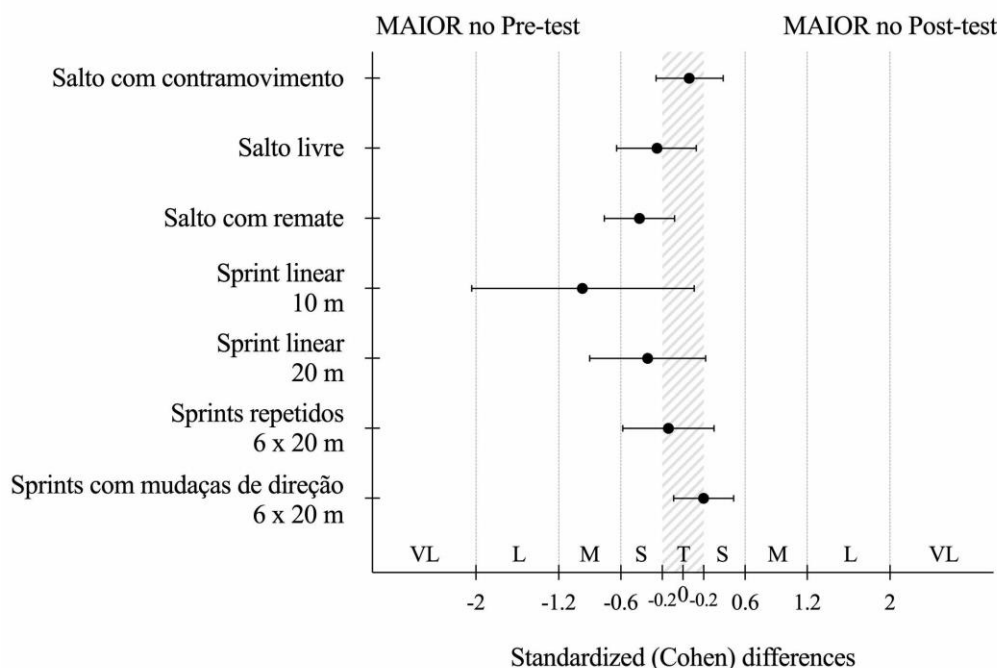


Figura 2. Diferenças estandardizadas de Cohen para as variações das medidas de performance entre o pré e pós-teste no grupo *Compound*. As barras de erro indicam incerteza nas mudanças médias reais com intervalos de confiança de 90%. De notar que, para os testes de sprint (duração do sprint), valores mais altos significam desempenho mais baixo. Abreviaturas: T=trivial; S=small, pequeno; M=moderate, moderado; L=large, grande; VL=very large, muito grande.

A tabela 2 apresenta a estatística descritiva e probabilística e a figura 3 inclui as diferenças estandardizadas para as variações nas medidas de performance entre o pré e pós teste no grupo *Fraco-Complex*. A impulsão vertical apresentou melhorias significativas após o programa de treino (SCM *most likely*, 13.7%; 5.4%, efeito moderado; SL *very likely*, 6.8%; $\pm 4.9\%$ e *very likely*, 14.8%; $\pm 8.4\%$, efeito moderado). Este grupo aumentou de forma efetiva a performance no sprint de 10-m e 20-m (-10.7%; $\pm 10.3\%$ e -6.0%; $\pm 3.4\%$, respetivamente, com um efeito moderado/grande) e no SR (*likely* redução no tempo, -4.1%; $\pm 3.7\%$), que correspondeu a um efeito moderado. Foram observados resultados *unclear* no protocolo de SMD.

Tabela 2. Inferências para as variações das medidas de performance entre o pré e o pós teste no grupo de treino complex.

Variáveis	Grupo de treino de força Complex				
	Pré-teste média±DP	Pós-teste média±DP	Alterações Médias %; ±90% LC	Inferências práticas	deterioração/trivial /melhoria
Salto com contramovimento SCM	27.24±2.89	31.02±3.84	13.7; 5.4	most likely	0/0/100
Salto Livre SL	36.7±3.8	39.1±3.7	6.8; ±4.9	very likely	0/4/95
Salto com Remate SCR	35.0±5.9	39.9±5.2	14.8; ±8.4	very likely	0/1/99
Sprint linear 10 m	1.86±0.10	1.69±0.29	-10.7; ±10.3	likely	3/8/89
Sprint linear 20 m	3.16±0.11	2.97±0.12	-6.0; ±3.4	very likely	0/1/99
Sprints repetidos SR, 6 x 20 m	3.40±0.21	3.26±0.16	-4.1; ±3.7	likely	2/7/91
Sprints com mudança de direção SMD, 6 x 20 m	4.87±0.26	4.93±0.35	-1.9; ±4.0	unclear	8/38/54

Grupo de treino de força: Fraco-Complex

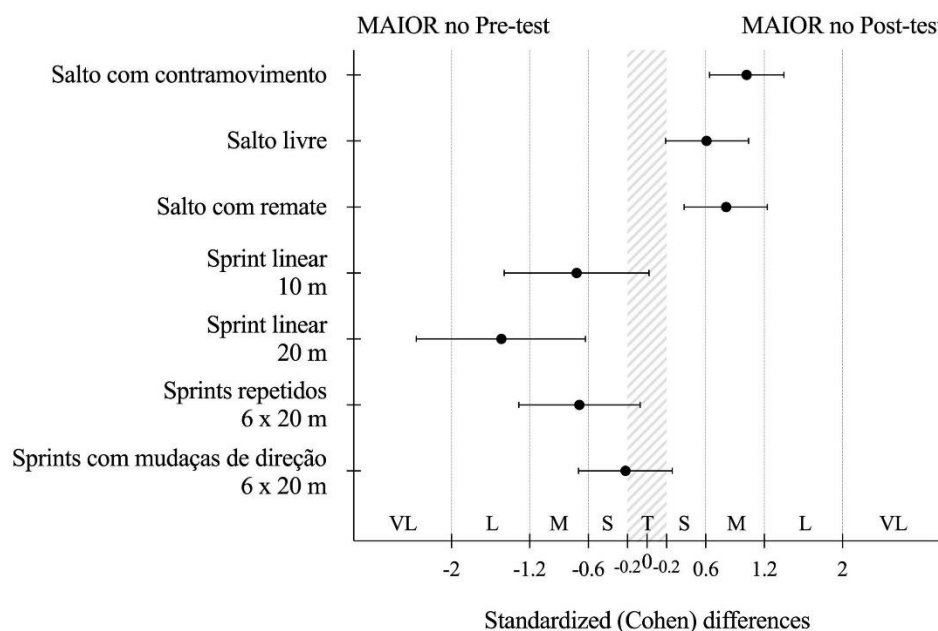


Figura 3. Diferenças estandardizadas de Cohen para as variações das medidas de performance entre o pré e pós-teste no grupo *Complex*. As barras de erro indicam incerteza nas mudanças médias reais com intervalos de confiança de 90%. De notar que, para os testes de sprint (duração do sprint), valores mais altos significam desempenho mais baixo. Abreviaturas: T=trivial; S=small, pequeno; M=moderate, moderado; L=large, grande; VL=very large, muito grande.

Discussão

Este é o primeiro estudo a explorar os efeitos de um programa combinado de treino de força máxima e potência aplicado durante o período competitivo em jogos desportivos coletivos em dois contextos diferentes: jogadores fortes que realizaram treino *Compound* e jogadores fracos que realizaram treino *Complex*. No geral, não foram observados efeitos assinaláveis nos jogadores fortes que realizaram o treino *Compound*. No entanto, os resultados mostram que os jogadores fracos são capazes de experienciar melhorias significativas nos perfis físicos durante períodos competitivos quando realizam modelos de treino *Complex*. Os resultados da presente investigação representam um avanço muito importante na literatura focada nos modelos de periodização do treino de força e nos cenários de prática real, fornecendo aos treinadores informação útil e indispensável a uma prescrição de cargas que respeite as necessidades individuais e as janelas temporais de adaptação de cada atleta [23].

O programa de treino *Fraco-Complex* resultou num efeito extremamente positivo na capacidade de impulsão vertical, sprint linear e sprints repetidos. Estes resultados suportam a ideia que o treino de força que envolve exercícios com cargas elevadas acoplados a exercícios de potência com um padrão biomecânico semelhante é efetivo do aumento da performance neuromuscular [9], mesmo em atletas inexperientes e com perfis de força menos desenvolvidos. Os resultados desta investigação estão igualmente em concordância com literatura prévia que mostra que a combinação de exercícios realizados com cargas elevadas e moderadas, série a série e na mesma sessão de treino, parece resultar na melhoria significativa do rendimento em ações de força realizadas em vetores verticais e horizontais como a impulsão vertical e sprint [24].

Os mecanismos fisiológicos que sustentam os efeitos de potenciação pós-ativação parecem estar relacionados com a excitabilidade dos moto-neurónios resultante de exercícios de pré-ativação de alta intensidade [25] e o aumento da sincronização e número de unidades motoras recrutadas [26]. Neste âmbito, a literatura sugere que os indivíduos mais fortes são capazes de experienciar efeitos agudos de potenciação mais significativos que os sujeitos mais fracos e inexperientes [11], em particular após exercícios de ativação de alta intensidade [27]. No entanto, a

presente investigação mostra que quando os efeitos de potenciação pós-ativação são repetidos no tempo (i.e. efeito crónico), os atletas mais fracos também beneficiam destes modelos de treino, mesmo durante o período competitivo. Este achado assinalável pode ser explicado pelo fato das respostas a combinações *Complex* de treino de força máxima e potência serem altamente individualizadas [11]. Mais importante que isso, aparentemente os atletas mais fracos são capazes de aumentar a capacidade de dissipar a fadiga após exercícios de alta intensidade ao longo do tempo, o que pode potenciar o efeito crónico do treino de força *Complex* em ações explosivas, como refletido nas melhorias na capacidade de sprint e impulsão vertical observadas neste estudo.

No geral, os efeitos do programa de treino *Compound* no sprint e impulsão vertical de jogadores mais fortes foram *unclear* na presente investigação. Alguns estudos prévios mostram que o treino *Compound* é tão efetivo como o *Complex* no desenvolvimento da produção de potência nos membros inferiores [10], enquanto outros mostram que o modelo *Compound* é mais efetivo na melhoria da força explosiva [19]. No entanto, estas investigações apenas se focaram nos efeitos do treino a curto prazo (4 a 6 semanas), em sujeitos não treinados e desconsideraram o período competitivo, que é o momento mais problemático para treinadores e atletas que pretendam manter ou até melhorar os perfis físicos de rendimento. A ausência de resultados significativos nos atletas mais fortes não deve ser interpretada como um desfecho negativo do presente estudo. Na verdade, um dos maiores desafios do período competitivo é acoplar eficientemente unidades de treino de força com sessões de campo evitando a fadiga e deteriorações na performance [28]. Esta investigação mostra o que treino de força *Compound* é uma estratégia de periodização pertinente que permite manter perfis físicos de elevado nível durante o período competitivo. Mais, não era expectável observar melhorias significativas em jogadores com perfis físicos bem desenvolvidos, particularmente durante o período competitivo em que a necessidade de recuperar e regenerar é uma constante [29]. Em suma, este trabalho mostra que os modelos de treino *Complex* e *Compound* se constituem como estratégias úteis na melhoria de perfis físicos de atletas fracos e na manutenção da capacidade física de jogadores mais fortes durante o período competitivo.

Os resultados desta investigação reforçam a importância de adotar combinações de treino de força máxima e potência em modelos de periodização não-lineares. Fica também demonstrado que é necessário ajustar estas estratégias de acordo com a experiência e necessidades individuais dos atletas. Em cenários reais, os treinadores devem ter em consideração que jogadores envolvidos no mesmo contexto competitivo, até na mesma equipa, podem ter diferentes históricos de cargas de treino e requerer diferentes modelos de treino que melhorem os seus perfis de rendimento.

Referências

1. Clemente, F.M., et al., *Physical and technical performances are not associated with tactical prominence in U14 soccer matches*. Research in Sports Medicine, 2016. **24**(4): p. 352-362.
2. Romaratezabala, E., et al., *Influence of warm-up duration on physical performance and psychological perceptions in handball players*. Research in Sports Medicine, 2018. **26**(2): p. 230-243.
3. Trecroci, A., et al., *Field-based physical performance of elite and sub-elite middle-adolescent soccer players*. Research in Sports Medicine, 2019. **27**(1): p. 60-71.
4. Weiss, L.W., H. Coney, and F. Clark, *Optimal Post-Training Abstinence for Maximal Strength Expression*. Research in Sports Medicine, 2003. **11**(3): p. 145-155.
5. Haff, G.G. and N.T. Triplett, *Program Design for Resistance Training*, in *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. 2015, Human kinetics: Champaign, IL. p. 439-471.
6. Monteiro, A.G., et al., *Nonlinear Periodization Maximizes Strength Gains in Split Resistance Training Routines*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2009. **23**(4): p. 1321-1326.
7. Cormie, P., M.R. McGuigan, and R.U. Newton, *Developing Maximal Neuromuscular Power Part 1-Biological Basis of Maximal Power Production*. Sports Medicine, 2011. **41**(1): p. 17-38.
8. Carvalho, A., P. Mourao, and E. Abade, *Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study*. Journal of Human Kinetics, 2014. **41**(1): p. 125-132.
9. Ebben, W.P., *Complex training: A brief review*. Journal of Sports Science and Medicine, 2002. **1**: p. 42-46.
10. Mihalik, J.P., et al., *Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2008. **22**(1): p. 47-53.
11. Seitz, L.B. and G.G. Haff, *Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis*. Sports Med, 2016. **46**(2): p. 231-40.
12. Parry, S., et al., *Physiological Effects of Two Different Postactivation Potentiation Training Loads on Power Profiles Generated During High Intensity Cycle Ergometer Exercise*. Research in Sports Medicine, 2008. **16**(1): p. 56-67.
13. Gabbett, T.J., *Debunking the myths about training load, injury and performance: empirical evidence, hot topics and recommendations for practitioners*. British Journal of Sports Medicine, 2018.
14. Buchheit, M., B. Haydar, and S. Ahmaidi, *Repeated sprints with directional changes: do angles matter?* Journal of Sports Sciences, 2012. **30**(6): p. 555-562.
15. Oliveira, T., et al., *Physical and physiological profiles of youth elite handball players during training sessions and friendly matches according to playing positions*. International Journal of Performance Analysis in Sport, 2014. **14**(1): p. 162-173.

16. Quagliarella, L., et al., *Evaluation of Standing Vertical Jump by Ankles Acceleration Measurement*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010. **24**(5): p. 1229-1236.
17. Bosco, C., P. Luhtanen, and P.V. Komi, *A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping*. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 1983. **50**(2): p. 273-282.
18. Seo, D.I., et al., *Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender*. Journal of Sports Science and Medicine, 2012. **11**(2): p. 221-225.
19. Stasinaki, A.N., et al., *Muscle Strength, Power, and Morphologic Adaptations After 6 Weeks of Compound vs. Complex Training in Healthy Men*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2015. **29**(9): p. 2559-2569.
20. Davies, T., et al., *Effect of Training Leading to Repetition Failure on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis (vol 46, pg 487, 2016)*. Sports Medicine, 2016. **46**(4): p. 605-610.
21. Hopkins, W.G., *Spreadsheets for analysis of controlled trials, with adjustment for a subject characteristic*. Sports Science, 2006. **10**: p. 46-50.
22. Hopkins, W.G., et al., *Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2009. **41**(1): p. 3-12.
23. Gamble, P., *Planning and scheduling*, in *Strength and conditioning for team sports: sport-specific physical preparation for high performance*. 2013, Routledge: London. p. 204-220.
24. Docherty, D., D. Robbins, and M. Hodgson, *Complex training revisited: A review of its current status as a viable training approach*. Strength and Conditioning Journal, 2004. **26**(6): p. 52-57.
25. Matthews, M., H. Matthews, and B. Snook, *The Acute Effects of a Resistance Training Warmup on Sprint Performance*. Research in Sports Medicine, 2004. **12**(2): p. 151-159.
26. Sale, D., *Postactivation potentiation: role in performance*. Br J Sports Med, 2004. **38**(4): p. 386-7.
27. Seitz, L.B., E.S. de Villarreal, and G.G. Haff, *The Temporal Profile of Postactivation Potentiation Is Related to Strength Level*. Journal of Strength and Conditioning Research, 2014. **28**(3): p. 706-715.
28. Abade, E., et al., *Acute effects of strength training in the physiological and perceptual response in handball small-sided games*. Science & Sports, 2014. **29**(5): p. 83-89.
29. Ekstrand, J., M. Hagglund, and M. Walden, *Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study*. British Journal of Sports Medicine, 2011. **45**(7): p. 553-558.