

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

EFFECTS OF RESISTED SPRINT TRAINING WITH DIFFERENT LOADS ON SPEED-
RELATED CAPABILITIES OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS

Porto Alegre

2023

Rafael Grazioli

EFFECTS OF RESISTED SPRINT TRAINING WITH DIFFERENT LOADS ON SPEED-RELATED CAPABILITIES OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Professor Dr. Eduardo Lusa Cadore

Coorientador: Professor Dr. Irineu Loturco Filho

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Grazioli, Rafael
EFFECTS OF RESISTED SPRINT TRAINING WITH DIFFERENT
LOADS ON SPEED-RELATED CAPABILITIES OF PROFESSIONAL
SOCCER PLAYERS / Rafael Grazioli. -- 2023.
46 f.

Orientador: Eduardo Lusa Cadore.

Coorientador: Irineu Loturco Filho.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de
Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Desempenho Atlético. 2. Treinamento de
Velocidade. 3. Esportes Coletivos. 4. Futebol. 5.
Treinamento de Força. I. Lusa Cadore, Eduardo, orient.
II. Loturco Filho, Irineu, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Neste momento tento refletir sobre o que, no ano de 2011, me fez ingressar na Graduação em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande de Sul. Com certeza não foi um ingresso que programei iniciação científica, Mestrado e Doutorado, tampouco uma permanência tão longa que desperta imensa gratidão por cada momento vivido ao longo de mais de uma década: amizade, bastante trabalho e muitas dúvidas (as quais me acompanham até hoje). Dúvidas estas que são bem-vindas. Afinal, citando o filósofo Clovis de Barros Filho, um pouco de incerteza é verdadeiramente importante no mundo da Academia. São delas que surgem as perguntas que proporcionam os desenhos experimentais. Enfim, nesta reflexão percebi que simplesmente ingressei no curso por ser um entusiasta do treinamento físico e da prática esportiva. Do treinamento para vida, como propósito. Sendo principalmente encorajado pelo meu pai. Lembro, na infância, dos dias que me levava no parque com meus amigos: meu pai, Carlos (em memória), corria por 20 voltas em uma pista de 1 quilômetro. Fazia isso no final de expediente, ainda com a roupa do trabalho (mecânico considerado talentoso da cidade). Mais tarde, ingressamos juntos nos treinamentos de boxe. Horas e horas de treino juntos. Ainda mais tarde, me levou para uma escola de futebol da cidade. Vivenciei a rotina do esporte e, despretensiosamente, permaneço até hoje com o propósito de investigações e trabalho prático.

Após o ingresso na Graduação, Mestrado e Doutorado, bem como durante cada detalhe de vida, houve alguém que abicou e torceu muito para que cada passo fosse dado neste período. Minha mãe, Jaira, sempre teve o sonho de concluir o ensino superior. Dificuldades surgiram e impediram a realização naquele momento. Eu e ela, mais de 12 mudanças de casa. Eu e ela sempre. Muitas perdas, o assassinato do meu pai. Sempre nós. Sempre compartilhamos tudo, porém, sei que muitas coisas ela suportou calada, segurando o choro. Somente dedicar toda essa trajetória e esta Tese de Doutorado para ela é insignificante diante de tudo que realizou por mim. Quando tudo se estabilizou, ela realizou seu sonho do ensino superior. Completou 50 anos

e sua formatura em Administração no mesmo ano. Meu exemplo. Nossa maior conquista. Obviamente, minha felicidade em vê-la formar e “cinquentar” foi muito maior do que qualquer título. Deu certo. Como ela diz, este doutoramento é motivo de sorriso para ela. E ela sempre sorriu, mesmo no dia em que falaram: “filho de pais separados não vai dar certo.” Ela só lembra e sorri. Sorriso é com ela. Sorrimos juntos, como sempre. Pois sempre confiamos um no outro e, sobretudo, que o trabalho duro sempre retribui. Falando em trabalho duro, agradeço muito especialmente a toda minha família, muitos exemplos. Foram imensuráveis momentos e palavras de afeto durante essa trajetória. Logo que entrei na Universidade, meu dindo Rogério me disse: permaneça lá dentro tanto tempo quanto possível. Fique na biblioteca, utilize a qualidade da Universidade Federal. Tu não vais se arrepender. Ele (junto com minha dinda Sirlei) me ajudou até no transporte para permanecer lá. Além disso, naquele mesmo ano, ele e minha mãe me encorajaram ao curso de inglês, julgando importante. Eu nem imaginava na época o quão importante seria o estudo desta língua para minha trajetória acadêmica. Muita gratidão por ter referências de tanta sabedoria como ele e, na sua pessoa, todos os componentes da minha família. Muito obrigado simplesmente pela minha criação: minhas avós Ana e Nargi, meus dindos e dindas, tios e tias, primos e primas. Amor imenso. E aos tesouros da família: Cecília, Joaquim e Isabella. Também dedico este trabalho à Bella, minha irmã, minha filha, minha amiga. Mesmo tão nova, um exemplo para mim de força, resiliência, amor e disponibilidade. Estaremos lado a lado infinitamente.

Agradeço ao povo brasileiro pelo custeio dos meus estudos, me sinto privilegiado em permanecer mais de uma década em uma das melhores universidades do país de modo gratuito. Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança e ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano (altamente conceituado) pela disponibilidade e recursos. Além de prestar agradecimento a todos os servidores desta instituição pelo acolhimento diário. Agradeço ao Laboratório de Pesquisa

do Exercício e aos seus gigantes servidores e professores por cada momento. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo custeio dos meus estudos. Costumo dizer que sou privilegiado e de muita sorte pelos professores que aceitaram me orientar: Eduardo Cadore, Ronei Pinto e Irineu Loturco. Referências com saber científico altamente reconhecido ao redor do mundo, exemplos, seres humanos impressionantes que me forneceram toda formação possível, me ensinaram sobre a vida e me proporcionaram grande amizade, acolhimento e discussões absolutamente pertinentes. Obrigado por tanto. Agradeço também à banca examinadora pelo aceite e dedicação para minha formação nesta etapa. No Grupo de Pesquisa em Treinamento de Força há seres humanos incríveis e pesquisadores altamente competentes, agradeço maximamente cada membro, sobretudo os quais participaram ativamente desta pesquisa. Fiz grandes amigos neste Grupo. Agradeço aos meus melhores amigos, cada pessoa que cruzei nesta trajetória, colegas de trabalho, instituições profissionais e gestores. Cada momento um grande aprendizado.

“Pain, difficult times, failure, and loss are purification and preparation for personal heroism.”

Robin Sharma

SUMÁRIO

RESUMO	9
INTRODUÇÃO	10
REVISÃO DA LITERATURA.....	12
REFERÊNCIAS	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS	25

RESUMO

Existem controvérsias importantes sobre a magnitude ideal de carga no trenó durante o treinamento de sprint resistido para desenvolver o desempenho de habilidades derivadas da corrida de velocidade. O objetivo da presente Tese foi examinar os efeitos de dois programas de treinamento de sprint resistido de 8 semanas utilizando diferentes magnitudes de perda de velocidade (e conseqüentemente diferentes cargas) no desempenho de velocidade em atletas de futebol altamente treinados. Vinte e um atletas profissionais de futebol (idade: $25,9 \pm 5,4$ anos) foram aleatoriamente alocados em um dos dois grupos: (1) o “grupo de carga moderada”, no qual os atletas treinaram com cargas que induziam 15% de queda na velocidade de execução do sprint linear sem carga (MLG, $n=11$); e (2) o “grupo de carga pesada”, no qual os atletas treinaram com cargas que induziam 40% de queda da velocidade em relação à velocidade do sprint linear sem carga (HLG, $n=10$). Os desempenhos de sprint linear (10m), curvilíneo, com mudança de direção, sprint resistido com 15% e 40% de queda na velocidade e capacidade de salto vertical foram testados pré e pós-treinamento. ANOVA de medidas repetidas foi utilizada para testar as diferenças no tempo e entre os grupos. As mudanças percentuais foram calculadas para as variáveis de velocidade e comparadas com seus respectivos coeficientes de variação para determinar se as mudanças individuais foram maiores do que a variância do teste (“mudança verdadeira”). Como resultados, foi observado efeito do tempo para reduções nos tempos de sprint de 10m, curvilíneo, com mudança de direção e tempos de sprint resistido de 15 e 40% de queda da velocidade ($p = 0,003$, $p = 0,004$, $p = 0,05$, $p = 0,036$ e $p = 0,019$; respectivamente). As variáveis de salto não apresentaram alterações significativas. Não houve interações tempo-grupo para nenhuma variável testada ($p > 0,05$). A análise da “mudança verdadeira” revelou mudanças individuais significativas em ambos os grupos. Portanto, ambas as condições de carga moderada e pesada parecem otimizar o desenvolvimento de habilidades relacionadas à velocidade em atletas de futebol profissional altamente treinados. No entanto, as

respostas longitudinais do treinamento de sprint resistido nessa população parecem diferir significativamente quando avaliadas individualmente.

INTRODUÇÃO

As ações em alta velocidade no futebol profissional têm incrementado potencialmente nos últimos anos (BARNES et al., 2014). Observa-se aumento progressivo (i.e., 85%) nas distâncias percorridas em sprints (i.e., >25km/h) durante os jogos, incluindo quantidade acentuada de desacelerações e acelerações em trajetórias multidirecionais (FILTER et al., 2020). Ademais, as ações de alta velocidade precedem cerca de metade de todos os gols marcados no futebol de elite, o que confirma a importância do desempenho relacionado à velocidade neste esporte (HAUGEN et al., 2014). Durante estas respectivas disputas por produção de score no campo de jogo, cerca de 0.06 segundos de supremacia em duelos de velocidade são suficientes para vitória pessoal, posicionando-se a frente do adversário (HAUGEN et al., 2014). Portanto, há notável importância destas demandas e, sobretudo, mínimos incrementos nestas capacidades podem representar melhoras importantes no desempenho esportivo destes atletas (HAUGEN et al., 2014). Como consequência, os treinadores estão constantemente focados em desenvolver estratégias de treinamento mais adequadas e eficazes para potencializar as habilidades de aceleração e sprint (em diferentes trajetórias) em atletas de futebol de elite.

O treinamento de sprint resistido com trenó é comumente prescrito em atletas de futebol e diferentes esportes coletivos (LOTURCO et al., 2020; LIZANA et al., 2022). Consequentemente, há um incremento potencial na quantidade de investigações científicas sobre o tema (ZABALOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016). No entanto, existem controvérsias importantes relativamente à magnitude ideal de carga para otimização do desempenho das habilidades derivadas da velocidade de aceleração (ZABALOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016). Neste sentido, há uma

quantidade relevante de estudos recomendando um limite de 20% da massa corporal (ZABALOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018), enquanto investigações recentes recomendam a utilização de cargas mais elevadas (i.e., 50-90% da massa corporal) (MORIN et al., 2017; CROSS et al., 2017; PETRAKOS et al., 2016). Essa discussão metodológica possui implicações cruciais para a prescrição do treinamento de sprint resistido e, portanto, há corpos de trabalho na literatura buscando identificar os efeitos agudos e crônicos de diferentes protocolos desta modalidade de treinamento (ZABALOY et al., 2023). Sem dúvida, são questões recentes sobre um tema ainda em maturação e, neste viés, existem lacunas que necessitam de profundo perscrutamento.

Embora a forma mais comum de prescrição de carga no *trenó* seja baseada em percentual da massa corporal, recentemente, alguns trabalhos propuseram o uso de uma nova abordagem, a qual considera a magnitude da redução de velocidade imposta por uma determinada carga (CAHILL et al., 2017; ZABALOY et al., 2023). Nesse método, o percentual de redução é calculado em relação à velocidade média alcançada durante sprints sem resistência. Em última análise, este protocolo permite que os treinadores ajustem e prescrevam com mais precisão as cargas do *trenó*, pois dois atletas podem exibir diferentes percentuais de redução de velocidade para o mesmo percentual de massa corporal. Assim, diferentes atletas podem experimentar diferentes estímulos fisiológicos sob percentual da massa corporal semelhante e, portanto, demonstrar respostas de treinamento distintas após a realização de sprints resistidos prescritos exclusivamente pelo percentual da massa corporal (ZABALOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016).

Considerando a singularidade do contexto supramencionado, parece que a prescrição de programas de treinamento de sprint resistido utilizando a abordagem baseada no prejuízo de velocidade imposto pela carga do exercício pode fornecer informações mais acuradas sobre os efeitos de diferentes magnitudes de carga do *trenó* no desempenho físico de atletas de esportes

coletivos. Especificamente no futebol profissional, diante da escassez de investigações longitudinais sobre esse tópico, parece importante examinar os efeitos de diferentes magnitudes de prejuízo de velocidade (e conseqüentemente diferentes cargas) sobre capacidades mandatórias na demanda física do jogo, tais como velocidade de aceleração linear, curvilínea e com troca de direção. Nenhum estudo do nosso conhecimento examinou os efeitos crônicos de diferentes sobrecargas no trenó sob estas variáveis em atletas de futebol profissional.

REVISÃO DA LITERATURA

A corrida de velocidade é um componente físico determinante para muitos esportes coletivos (ZABALOY et al., 2023; BARNES et al., 2014; HAUGEN et al., 2014). Em virtude da importância desta habilidade, os programas de treinamento físico nos esportes coletivos têm dedicado atenção especial na otimização de aspectos de velocidade em suas diferentes formas de manifestação. A velocidade de aceleração é um dos focos principais (i.e., 5-20m) em virtude de possuir a maior demanda dentro dos jogos. Porém, também há nítida importância da velocidade máxima (i.e., 30-60m) visto que, por exemplo, os atletas de esportes coletivos têm se apresentado cada vez mais rápidos ao longo dos últimos anos e esta capacidade demonstra categorizar os atletas nos diferentes níveis competitivos (JONES et al., 2018; HAUGEN, 2017).

As modalidades de treinamento as quais parecem desenvolver as capacidades de corrida de velocidade em atletas incluem o treinamento de força tradicional (SILVA et al., 2015; CHELLY et al., 2009; HARRIS et al., 2008), exercícios balísticos e não balísticos explosivos (LOTURCO et al., 2015; LOTURCO et al., 2017), treinamento de sprint resistido e sem resistência (GRAZIOLI et al., 2023; ZABALOY et al., 2023; GRAZIOLI et al., 2020; TAYLOR et al., 2015) e pliometria (LOTURCO et al., 2015; CADORE et al., 2013). Nesta revisão, serão abordados os modelos de treinamento de sprint resistido e suas repercussões na aptidão de velocidade.

Os modelos de treinamento de sprint são classificados em três diferentes métodos: (I) métodos primários, os quais contemplam o padrão de sprint “tradicional”, tais como exercícios de técnica de sprint, exercícios de aprimoramento do comprimento e frequência da passada, sprints em diferentes distâncias e intensidades; (II) métodos secundários, que são os sprints com sobrecarga ou grau de assistência (sprints resistidos ou assistidos) e (III) métodos terciários, caracterizados por protocolos inespecíficos que visam transferência para ações de velocidade (treinamento de força, treinamento pliométrico, treinamento complexo e contraste) (ZABALLOY et al., 2023).

O treinamento de sprint resistido, tópico desta revisão e tese, consiste em exercícios de corrida resistida utilizando um trenó, nos quais a resistência é fornecida pela massa do trenó e o coeficiente de atrito entre o trenó e superfície (BENTLEY et al., 2016). O trenó é posicionado através de um acessório de ombro ou cintura conectado por um cordão e sistema de arnês (BENTLEY et al., 2016). O sprint resistido é considerado um exercício específico esportivo com alto valor ecológico, dado que os recrutamentos musculares advêm do movimento específico da corrida de velocidade (i.e., recorrente nos esportes coletivos) utilizando resistência (ZABALLOY et al., 2023). Há aspectos importantes que necessitam de consideração para a prescrição do treinamento de sprint resistido, tais como as cargas do trenó, superfície, ponto de fixação, comprimento do cordão, distância/fases do sprint, objetivos do programa. Dentre estas variáveis manipuláveis, com certeza a mais controversa e investigada se trata da sobrecarga ótima a ser utilizada no trenó (ZABALLOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016).

Em estudo de Alcaraz et al. (2009), foi sugerido 7-13% da massa corporal como cargas ideais para o desenvolvimento da velocidade sem prejuízos cinemáticos ao padrão de corrida do atleta. Entretanto, estudos experimentais recentes informam que as alterações mecânicas, refletindo em maiores magnitudes de produção de força com orientação horizontal, podem ser

determinantes para o bom desempenho de aceleração. Ou seja, dado que quanto maior a intensidade no trenó maior a sobrecarga e orientação de força no vetor horizontal, Morin et al. (2016) bem como Cross et al. (2017) sugerem intensidades de ~60-96% da massa corporal como ótimas para o incremento da capacidade de aceleração. Em meio a estas controvérsias, há publicações de dois estudos de revisão na mesma temática, no mesmo periódico, em anos próximos, mas com abordagens pontualmente diferentes. A sugestão de Petrakos et al. (2015) é de que cargas elevadas no trenó são ideais no desenvolvimento da capacidade de aceleração, sobretudo em atletas altamente treinados. Já Alcaraz et al. (2018) reforçam que a sobrecarga não deve ser superior a 20% da massa corporal. Por fim, em comentário ao editor sobre a publicação de Alcaraz et al. (2018), Cross et al. (2018) questionam tais afirmações e reforçam as sugestões de altas intensidades baseando-se na importância da força horizontal como principal justificativa de prescrição do treinamento de sprints resistidos com trenó. Algo em comum nas revisões é que uma das formas de prescrição da carga com maior assertividade e considerando as capacidades neuromusculares individuais é a partir da diminuição da velocidade do sprint resistido relativamente ao sprint sem resistência (ZABALOY et al., 2023; ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016). Portanto, alguns trabalhos reportam que a carga ideal seria de ~10% de diminuição da velocidade, pois, nesta intensidade, não ocorrem mudanças substanciais na mecânica do sprint, permitindo aos atletas uma melhor reprodução dos sprints tradicionais. Em relação a cargas superiores (i.e., ~50% de diminuição da velocidade), alguns estudos demonstraram efeitos positivos na fase inicial do sprint (aceleração) enquanto outros estudos demonstram nenhum benefício adicional na utilização de cargas tão elevadas (ZABALOY et al., 2023). De fato, parece que, dependendo da magnitude de carga, pode haver diferentes efeitos sobre a cinética e cinemática da corrida de velocidade, mudando o padrão de treinamento. O termo “treinamento de sprint resistido” significa um método de treinamento, enquanto o termo “treinamento com trenó” refere-se ao meio ou

dispositivo usado. Esta nomenclatura pode ser fator de confusão, dado que os métodos e meios não podem ser comparados (ZABALOY et al., 2023). A respeito disso, quando cargas elevadas são utilizadas no trenó, o padrão de movimento é diferente da técnica de corrida tradicional (ZABALOY et al., 2023). Neste viés, parece que o treinamento de sprint com cargas elevadas pode não se tratar de um sprint resistido, já que modifica o padrão locomotor do sprint. Uma comparação similar pode ser encontrada no treinamento de força tradicional no agachamento, por exemplo, no que tange a modelos que visam adaptações morfológicas versus adaptações neurais. Em ambos os casos, o meio (instrumento) pode ser a barra com diferentes cargas, mas a magnitude da carga utilizada provavelmente proporcionará adaptações em rumos diferentes (ZABALOY et al., 2023). Neste sentido, é importante destacar que a magnitude da sobrecarga no sprint pode desenvolver adaptações agudas e crônicas as quais devem ser pontualmente compreendidas para sua aplicação adequada durante o processo de treinamento. Neste viés, quando o objetivo é replicar a corrida de velocidade, sem alterações no padrão de sprint, é crucial usar um método secundário tal como o sprint resistido com ~10-15% de diminuição da velocidade. Em contrapartida, quando cargas elevadas são aplicadas, as mudanças no padrão mecânico do sprint são taxativas e, portanto, o treinamento de trenó com cargas elevadas parece ser um método terciário (i.e., ~40-50% de diminuição da velocidade) (ZABALOY et al., 2023).

Adaptações agudas

No que concerne a aspectos agudos e respostas ao treinamento de sprint, parece que, em relação à cinemática do sprint, relativamente menor frequência de passada (i.e., maior tempo de contato e maior tempo de voo), menores comprimentos de passada e aumento da inclinação do tronco a frente são observados na fase de aceleração em comparação com a fase de velocidade máxima (ZABALOY et al., 2022; PAREJA-BLANCO et al., 2022). Em relação à cinética, a fase de aceleração é caracterizada por uma produção de força horizontal (i.e.,

orientação anteroposterior da força de reação do solo). Portanto, a adição de cargas externas para tarefas de sprint, tais como trenó, irá potencialmente incrementar a demanda horizontal de força de reação do solo e sua produção em cada contato com o solo (ZABALOY et al., 2023; ZABALOY et al., 2022; PAREJA-BLANCO et al., 2022). O sprint com resistência fornece um estímulo de sobrecarga à mecânica de aceleração e recrutamento dos extensores do quadril e joelho, o que resulta em maior produção de força (ZABALOY et al., 2023; ZABALOY et al., 2022; PAREJA-BLANCO et al., 2022).

Em estudo recente, Pareja-Blanco et al. (2022) examinaram os efeitos de 5 condições de carga (0, 20, 40, 60 e 80% da massa corporal) no desempenho do sprint resistido e na cinemática do sprint em homens atletas de Rugby, os quais realizaram sprints de 20m nas 5 condições de carga. Os tempos de sprint em 5, 10 e 20m foram registrados. O comprimento da passada e os ângulos do quadril, joelho e tornozelo foram medidos usando um sistema de análise de movimento. Os parâmetros cinemáticos foram calculados nas diferentes distâncias. Os autores identificaram que cargas mais elevadas proporcionaram uma perda de velocidade significativamente maior. Além disso, reduções significativas no comprimento da passada também foram observadas ao comparar 0% da massa corporal com todos os sprints resistidos. A carga de 80% da massa corporal provocou reduções significativamente maiores no comprimento da passada do que o restante das condições de carga. Além disso, uma carga de 80% da massa corporal induziu significativamente maior flexão do quadril, menor flexão do joelho e maior dorsiflexão do tornozelo do que 20% da massa corporal nas distâncias de 5-10m e 10-20m. Diante dos resultados deste estudo, parece que cargas mais leves (<40% da massa corporal) parecem ser mais adequadas para melhorar a capacidade de velocidade sem provocar mudanças drásticas na técnica de sprint sem carga, enquanto cargas mais elevadas podem ser mais adequadas para otimizar a produção de força horizontal e, portanto, o desempenho da aceleração. Corroborando com os achados supramencionados, Zabaloy et al. (2022)

compararam os níveis de ativação muscular, rigidez de membro inferior e cinemática (tempos de contato e de voo, comprimento e frequência da passada e ângulo do tronco) no sprint sem resistência e utilizando diferentes cargas também com homens atletas de Rugby. Foram realizados sprints de 30m usando diferentes condições de carga (0, 10, 30 e 50% de diminuição de velocidade). A atividade elétrica muscular (i.e., eletromiografia) dos músculos cabeça longa do bíceps femoral, reto femoral, glúteo médio e gastrocnêmio foi avaliada. A rigidez de membro inferior e cinemática foram mensuradas durante as fases de aceleração e velocidade máxima de cada sprint. Os autores identificaram que cargas mais elevadas apresentaram ativação da cabeça longa do bíceps femoral significativamente menor e maior atividade do reto femoral. Reduções significativas na rigidez de membro inferior também foram observadas com o incremento da carga. As variáveis cinemáticas apresentaram mudanças substanciais com cargas maiores durante a fase de aceleração e velocidade máxima.

Estas informações relativamente a respostas agudas ao treinamento de sprint resistido reforçam o racional de que cargas menores implicam em manutenção do padrão mecânico da corrida de velocidade em atletas de esportes coletivos, possivelmente potencializando a fase de velocidade máxima. Por outro lado, cargas maiores, as quais incrementam a orientação horizontal da força (i.e., e sua quantidade aplicada) podem potencializar a fase de aceleração, onde este padrão mecânico possui importância fundamental (ALCARAZ et al., 2018; PETRAKOS et al., 2016). Em última análise, estas informações de origem transversal necessitam de confirmação longitudinal em estudos experimentais bem desenhados comparando desfechos mandatórios - em resposta a diferentes cargas - para o desempenho de velocidade no campo de jogo.

Adaptações crônicas

O treinamento de sprint resistido tem sido apresentado em diferentes modalidades esportivas nas quais a velocidade possui influência determinante. Há quantidade limitada de estudos longitudinais observando os efeitos em atletas altamente treinados, sobretudo no futebol. Neste tópico iremos observar os principais achados da literatura em relação a intervenções de treinamento de sprint resistido em atletas profissionais. Recentemente, Grazioli et al. (2023) investigaram os efeitos de uma intervenção de treinamento com trenó utilizando carga moderada-a-pesada durante 11 semanas sobre os desfechos principais de tempos de sprint de 10m e 20m. Os atletas foram alocados aleatoriamente em 2 grupos, com base em diferentes perdas de velocidade: 10% de diminuição da velocidade e 20% de diminuição da velocidade. Os autores utilizaram um modelo baseado em velocidade mais próximo do aplicado no treinamento de força tradicional, uma abordagem diferente das normalmente utilizadas para o treinamento de sprint resistido. Os autores monitoraram a velocidade de cada sprint resistido utilizando radar de velocidade e o percentual de diminuição da velocidade foi relativo à velocidade máxima atingida no próprio sprint resistido (primeiras 2-4 repetições). Este modelo proporciona a individualização do volume de treino de cada atleta, diferente do modelo usual para o treinamento de sprint resistido onde ocorre a individualização da carga (CAHILL et al., 2017). O treinamento com trenó baseado em velocidade consistiu em sprints resistidos de 20m com um aumento progressivo de carga de 45 a 65% da massa corporal ao longo da intervenção. Os tempos de sprint 10m e 20m reduziram significativamente após a intervenção, com tamanho do efeito superior para o grupo 10% (que realizou volume 31% inferior). Este estudo demonstrou que o treinamento de sprint resistido com cargas moderadas a pesadas parece melhorar as capacidades de sprints lineares em atletas profissionais de futebol, especialmente quando menores magnitudes de diminuição de velocidade são aplicadas. Em outro trabalho recente, Brahim et al. (2020) avaliaram os efeitos do treinamento combinado de força e sprint resistido de 6 semanas em comparação com o treinamento regular de futebol em homens atletas

de futebol os quais foram aleatoriamente designados para um grupo de treinamento de força e sprint resistido e um grupo controle. A habilidade de sprint (5m e 20m) foi avaliada e mudanças significativas foram observadas para os tempos de sprint de 20m no grupo de treinamento. Os autores concluíram que o treinamento de força combinado com treinamento de sprint resistido foi mais eficaz para melhorar as habilidades de sprint em comparação ao grupo controle (somente treinamento regular de futebol). Também comparando métodos, De Hoyo et al. (2016) demonstraram os efeitos de 3 métodos diferentes de treinamento de força de carga baixa/moderada (agachamento, sprint resistido com trenó e treinamento de exercícios pliométricos, 2x/semana durante 8 semanas) em habilidades de sprints lineares e com mudança de direção em atletas de futebol. O protocolo de agachamento consistiu em 2-3 séries × 4-8 repetições a 40-60% de 1RM, enquanto o treinamento de sprint resistido foi composto por 6-10 séries × 20m de sprints com trenó (12,6% da massa corporal como carga). O treinamento de exercícios pliométricos e específicos foi baseado em 1-3 séries × 2-3 repetições de 8 exercícios pliométricos e de velocidade/agilidade. Foram testados sprints de 20m (tempo parcial de 10m) e sprint de 50m (tempo parcial de 30m), bem como teste de mudança de direção (Zig-Zag). Reduções nos tempos de sprint de 30-50m foram encontradas em todos os grupos em comparação com os resultados do pré-teste. Ademais, o grupo com o exercício agachamento também demonstraram reduções qualitativamente importantes nos tempos de sprint 0-50m (Effect Size, ES = 0.46-0.60). Além disso, os tempos de 10-20m também foram reduzidos no grupo agachamento (ES = 0.61). As comparações qualitativas (inferência baseada em magnitude) entre os grupos demonstraram que as reduções dos tempos de sprint em 10-20m (ES = 0.57) e 30-50m (ES = 0.40) foram maiores no grupo agachamento em comparação com o grupo sprint resistido. Os tempos de sprint de 10-20m (ES = 0.49) foram reduzidos em maiores magnitudes no grupo agachamento em comparação com o grupo de exercícios pliométricos. Neste estudo, os autores concluem que

a pliometria e o treinamento de força tradicional foram mais eficazes do que o sprint resistido de baixa intensidade para melhorar a aceleração em atletas de futebol.

Em um trabalho utilizando um período de treino representativo da realidade prática em temporadas de esportes coletivos, Gil et al. (2018) comparam o treinamento de sprint resistido versus um programa de treinamento de sprint sem resistência em atletas de futebol de elite durante 6 semanas. Ambos os grupos apresentaram melhora nas habilidades de sprint linear (5m, 10m, 15m, 20m, 25m) e com mudança de direção. Como conclusão, parece que um programa de treinamento de curto prazo envolvendo exercícios de sprint resistidos e não resistidos são capazes de potencializar a capacidade de aceleração com e sem trocas de direção em atletas de futebol.

Utilizando cargas mais elevadas, Lahti et al. (2020) investigaram 9 semanas de treinamento de sprints resistidos em duas equipes de futebol (controle e experimental), enquanto o grupo experimental foi dividido em dois subgrupos de treinamento de sprint resistido de alta carga com base em seu desempenho de sprint. Um subgrupo treinou com uma resistência que induziu diminuição de 60% da velocidade máxima e o segundo subgrupo utilizou diminuição de 50% da velocidade. Ambos os subgrupos reduziram significativamente todos os tempos parciais de 10-30m e a análise post-hoc demonstrou que o subgrupo com 50% de diminuição da velocidade apresentou reduções nos tempos de sprint 0-10m significativamente maiores em comparação com o grupo controle. Algumas variáveis do grupo controle apresentaram modificações qualitativas semelhantes ao grupo treinamento, tal como o tempo de sprint em 30m (ES subgrupo 60% = -0.62 vs ES grupo controle = -0.48). Também usando cargas moderadas a pesadas, McMorrow et al. (2019) investigaram o efeito do treinamento de sprint resistido durante a temporada competitiva no desempenho de sprint e mudança de direção em atletas profissionais de futebol durante 6 semanas. O grupo de sprint resistido com carga de 30% da massa corporal realizou uma distância total de sprint de 800m,

enquanto o grupo de treinamento de sprint sem resistência realizou a mesma distância de sprint sem resistência. Os tempos de sprint foram avaliados em tentativas de 20m utilizando os tempos de 5, 10 e 20m. O desempenho do sprint foi melhorado (i.e., análise por inferência baseada em magnitude) em ambos os grupos para os tempos de 5m, 10m (magnitudes muito provavelmente moderada e muito provavelmente grande para grupos sem resistência e resistido, respectivamente) e 20m (magnitudes provavelmente moderada e muito provavelmente moderada para grupos sem resistência e resistido, respectivamente). A habilidade de mudança de direção foi melhorada em ambos os grupos (magnitude provavelmente grande e provavelmente moderada para os grupos sem resistência e resistido, respectivamente), sem diferenças entre os grupos. Os autores concluem que ambas as intervenções foram igualmente eficazes para melhorar o desempenho do sprint linear e com mudança de direção.

Em resumo, o cenário dos resultados longitudinais sobre os efeitos do treinamento de sprint resistido em atletas reforça que não há modelos de prescrição consensualmente definidos e existem controvérsias sobre os benefícios adicionais da sua utilização, mesmo em comparação com treinamento de sprint tradicional. Ao que parece, os efeitos tendem a depender da dose-resposta individual em relação ao volume e intensidade do treinamento de sprint resistido aplicado em cada estudo. O cenário problemático do calendário esportivo e a concorrência de variáveis intervenientes nos esportes coletivos transforma a realização de desenhos experimentais longitudinais controlados um desafio importante. Estudos futuros são necessários visando identificar os efeitos e comparar diferentes doses, sobretudo em relação à carga, em atletas altamente treinados, monitorando variáveis intervenientes.

REFERÊNCIAS

1. 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 Dec;35(13):1095-100. doi: 10.1055/s-0034-1375695.

2. 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.* 2020 Jun-Jun;38(11-12):1320-1325. doi: 10.1080/02640414.2019.1677391.
3. Haugen T, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The role and development of sprinting speed in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014 May;9(3):432-41. doi: 10.1123/ijsp.2013-0121.
4. Loturco I, Jeffreys I, Kobal R, Reis VP, Fernandes V, Rossetti M, Pereira LA, McGuigan M. Resisted Sprint Velocity in Female Soccer Players: Influence of Physical Capacities. *Int J Sports Med.* 2020 Jun;41(6):391-397. doi: 10.1055/a-1083-6724.
5. Lizana JA, Bachero-Mena B, Calvo-Lluch A, Sánchez-Moreno M, Pereira LA, Loturco I, Pareja-Blanco F. Do Faster, Stronger, and More Powerful Athletes Perform Better in Resisted Sprints? *J Strength Cond Res.* 2022 Jul 1;36(7):1826-1832. doi: 10.1519/JSC.0000000000003719.
6. Zabaloy S, Freitas TT, Pareja-Blanco F, Alcaraz PE, Loturco I. Narrative review on the use of sled training to improve sprint performance in team sport athletes. *Strength Cond J.* 2023;45(1): 13–28. doi:10.1519/SSC.0000000000000730
7. 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. *Sports Med.* 2018 Sep;48(9):2143-2165. doi: 10.1007/s40279-018-0947-8.
8. Petrakos G, Morin JB, Egan B. Resisted Sled Sprint Training to Improve Sprint Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2016 Mar;46(3):381-400. doi: 10.1007/s40279-015-0422-8.
9. Morin JB, Petrakos G, Jiménez-Reyes P, Brown SR, Samozino P, Cross MR. Very-Heavy Sled Training for Improving Horizontal-Force Output in Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Jul;12(6):840-844. doi: 10.1123/ijsp.2016-0444.
10. Cross MR, Brughelli M, Samozino P, Brown SR, Morin JB. Optimal Loading for Maximizing Power During Sled-Resisted Sprinting. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Sep;12(8):1069-1077. doi: 10.1123/ijsp.2016-0362.
11. Cahill MJ, Oliver JL, Cronin JB, Clark KP, Cross MR, Lloyd RS. Sled-Pull Load-Velocity Profiling and Implications for Sprint Training Prescription in Young Male Athletes. *Sports (Basel).* 2019 May 20;7(5):119. doi: 10.3390/sports7050119.
12. Jones B, Weaving D, Tee J, Darrall-Jones J, Weakley J, Phibbs P, Read D, Roe G, Hendricks S, Till K. Bigger, stronger, faster, fitter: the differences in physical qualities of school and academy rugby union players. *J Sports Sci.* 2018 Nov;36(21):2399-2404. doi: 10.1080/02640414.2018.1458589.

13. Haugen T. Sprint conditioning of elite soccer players: worth the effort or lets just buy faster players. *Sport Perform Sci Rep*. Published online November 12, 2017. https://sportperfsci.com/wp-content/uploads/2018/01/SPSR4_Haugen-T._1711_4v2_final.pdf
14. Silva JR, Nassis GP, Rebelo A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Med Open*. 2015;1(1):17. doi: 10.1186/s40798-015-0006-z.
15. Chelly MS, Fathloun M, Cherif N, Ben Amar M, Tabka Z, Van Praagh E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009 Nov;23(8):2241-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b86c40.
16. Harris NK, Cronin JB, Hopkins WG, Hansen KT. Squat jump training at maximal power loads vs. heavy loads: effect on sprint ability. *J Strength Cond Res*. 2008 Nov;22(6):1742-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e318187458a.
17. Loturco I, Pereira LA, Kobal R, Zanetti V, Kitamura K, Abad CC, Nakamura FY. 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.
18. Loturco I, Nakamura FY, Kobal R, Gil S, Pivetti B, Pereira LA, Roschel H. Traditional Periodization versus Optimum Training Load Applied to Soccer Players: Effects on Neuromuscular Abilities. *Int J Sports Med*. 2016 Dec;37(13):1051-1059. doi: 10.1055/s-0042-107249.
19. 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 Jun;45(6):881-91. doi: 10.1007/s40279-015-0324-9.
20. Grazioli R, Lopez P, Machado CLF, Farinha JB, Fagundes AO, Voser R, Reischak-Oliveira Á, Setuain I, Izquierdo M, Pinto RS, Cadore EL. Moderate volume of sprint bouts does not induce muscle damage in well-trained athletes. *J Bodyw Mov Ther*. 2020 Jan;24(1):206-211. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.05.019.
21. Grazioli R, Loturco I, Lopez P, Setuain I, Goulart J, Veeck F, Inácio M, Izquierdo M, Pinto RS, Cadore EL. Effects of Moderate-to-Heavy Sled Training Using Different Magnitudes of Velocity Loss in Professional Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2023 Mar 1;37(3):629-635. doi: 10.1519/JSC.0000000000003813.
22. Cadore EL, Pinheiro E, Izquierdo M, Correa CS, Radaelli R, Martins JB, Lhullier FL, Laitano O, Cardoso M, Pinto RS. Neuromuscular, hormonal, and metabolic responses to different plyometric training volumes in rugby players. *J Strength Cond Res*. 2013 Nov;27(11):3001-10. doi: 10.1519/JSC.0b013e31828c32de.

23. Bentley I, Atkins SJ, Edmundson CJ, Metcalfe J, Sinclair JK. Impact of Harness Attachment Point on Kinetics and Kinematics During Sled Towing. *J Strength Cond Res.* 2016 Mar;30(3):768-76. doi: 10.1519/JSC.0000000000001155.
24. Alcaraz PE, Palao JM, Elvira JL. Determining the optimal load for resisted sprint training with sled towing. *J Strength Cond Res.* 2009 Mar;23(2):480-5. doi: 10.1519/JSC.0b013e318198f92c.
25. Alcaraz PE, Carlos-Vivas J, Oponjuru BO, Martínez-Rodríguez A. Authors' Reply to Cross et al.: Comment on: "The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis". *Sports Med.* 2019 Feb;49(2):353-356. doi: 10.1007/s40279-018-01037-x.
26. Cross MR, Samozino P, Brown SR, Lahti J, Jimenez-Reyes P, Morin JB. Comment on: "The Effectiveness of Resisted Sled Training (RST) for Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-analysis". *Sports Med.* 2019 Feb;49(2):349-351. doi: 10.1007/s40279-018-01038-w.
27. Pareja-Blanco F, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Reis VP, Guerriero A, Arruda AFS, Zabaloy S, Sáez De Villarreal E, Loturco I. Acute Effects of Progressive Sled Loading on Resisted Sprint Performance and Kinematics. *J Strength Cond Res.* 2022 Jun 1;36(6):1524-1531. doi: 10.1519/JSC.0000000000003656.
28. Zabaloy S, Carlos-Vivas J, Freitas TT, Pareja-Blanco F, Loturco I, Comyns T, Gálvez-González J, Alcaraz PE. Muscle Activity, Leg Stiffness, and Kinematics During Unresisted and Resisted Sprinting Conditions. *J Strength Cond Res.* 2022 Jul 1;36(7):1839-1846. doi: 10.1519/JSC.0000000000003723.
29. Ben Brahim M, Bougatfa R, Makni E, Gonzalez PP, Yasin H, Tarwneh R, Moalla W, Elloumi M. Effects of Combined Strength and Resisted Sprint Training on Physical Performance in U-19 Elite Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2021 Dec 1;35(12):3432-3439. doi: 10.1519/JSC.0000000000003829.
30. de Hoyo M, Gonzalo-Skok O, Sañudo B, Carrascal C, Plaza-Armas JR, Camacho-Candil F, Otero-Esquina C. 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 Feb;30(2):368-77. doi: 10.1519/JSC.0000000000001094.
31. Gil S, Barroso R, Crivoi do Carmo E, Loturco I, Kobal R, Tricoli V, Ugrinowitsch C, Roschel H. Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. *J Sports Sci.* 2018 Sep;36(17):1923-1929. doi: 10.1080/02640414.2018.1426346.
32. Lahti J, Huuhka T, Romero V, Bezodis I, Morin JB, Häkkinen K. Changes in sprint performance and sagittal plane kinematics after heavy resisted sprint training in professional soccer players. *PeerJ.* 2020 Dec 15;8:e10507. doi: 10.7717/peerj.10507.

33. 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 Sep 1;14(8):1066-1073. doi: 10.1123/ijsp.2018-0592.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente Tese demonstrou que 8 semanas de treinamento de sprint resistido utilizando carga moderada ou alta carga parece desenvolver habilidades de corrida de velocidade consideradas importantes para o desempenho físico no campo de jogo. Dado que os marcadores de velocidade possuem uma variabilidade reduzida e pequenas modificações podem ser consideradas relevantes no alto rendimento esportivo, é possível que o monitoramento individual das alterações em relação ao coeficiente de variação da medida (mudanças verdadeiras) pode ser ferramenta importante para os cientistas do esporte e treinadores no contexto do futebol profissional na observações dos efeitos do treinamento de sprint resistido, conforme demonstrado na presente Tese. Visto que houve ausência de interação tempo-grupo no presente trabalho e que não há consenso do nosso conhecimento em relação a superioridade de determinado protocolo de carga no sprint resistido, é possível optar pelas diferentes cargas em diferentes momentos da preparação, considerando os objetivos individuais para cada atleta e o status fisiológico/recuperação em que se encontra. Portanto, o treinamento de sprint resistido utilizando moderada e alta intensidades parece promover incrementos importantes e similares no desempenho de sprint linear, curvilíneo e com mudança de direção em atletas profissionais de futebol durante a pré-temporada e transição para a temporada competitiva. O monitoramento das respostas individuais para cada protocolo de carga no sprint resistido resta-se importante na observação da efetividade do programa de treinamento nas diferentes habilidades de velocidade.