



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA STRICTO SENSU EM EDUCAÇÃO FÍSICA

RODRIGO FÁBIO BEZERRA DA SILVA

**EFEITOS AGUDOS DO CONTROLE DAS REPETIÇÕES INTRA-SÉRIE PELA
PERDA DE VELOCIDADE USANDO MÉTODO OBJETIVO E SUBJETIVO SOBRE
AS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E PERCEPTIVAS EM ATLETAS DE
BASQUETEBOL**

Recife
2024

RODRIGO FÁBIO BEZERRA DA SILVA

EFEITOS AGUDOS DO CONTROLE DAS REPETIÇÕES INTRA-SÉRIE PELA PERDA DE VELOCIDADE USANDO MÉTODO OBJETIVO E SUBJETIVO SOBRE AS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E PERCEPTIVAS EM ATLETAS DE BASQUETEBOL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Orientador: Prof. Dr. Fabiano de Souza Fonseca

Recife
2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Silva, Rodrigo Fabio Bezerra da.

Efeitos agudos do controle das repetições intra-série pela perda de velocidade usando método objetivo e subjetivo sobre as respostas neuromusculares e perceptivas em atletas de basquetebol / Rodrigo Fabio Bezerra da Silva. - Recife, 2024. 64f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2024.

Orientação: Fabiano de Souza Fonseca.

Inclui referências e anexos.

1. Treinamento baseado na velocidade; 2. Treinamento de força; 3. Desempenho atlético. I. Fonseca, Fabiano de Souza. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

RODRIGO FÁBIO BEZERRA DA SILVA

EFEITOS AGUDOS DO CONTROLE DAS REPETIÇÕES INTRA-SÉRIE PELA PERDA DE VELOCIDADE USANDO MÉTODO OBJETIVO E SUBJETIVO SOBRE AS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES E PERCEPTIVAS EM ATLETAS DE BASQUETEBOL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física

Aprovada em: 28/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabiano de Souza Fonseca (Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Zapatterra Campos (Examinador interno)

Prof. Dr. Leonardo de Sousa Fortes (Examinador externo)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, que sempre apoiou e incentivou os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar a vida e a oportunidade de concluir esta dissertação. Ele me deu força e coragem para enfrentar os desafios sem desistir nem me distrair. Louvo a Deus pelo seu amor e sua graça.

Quero aproveitar para agradecer a minha mãe, Dona Maria, que me educou sozinha e sempre confiou em mim e no meu talento. A senhora sabe o quanto eu lutei para realizar esse sonho. Essa vitória também é sua e de toda nossa família.

Obrigado a todos os meus amigos, que me deram força e ânimo nos momentos mais difíceis, e à minha família, que sempre me amou e me compreendeu. Sem vocês, este trabalho não seria possível. Muito obrigado!

Sou grato também a todas as pessoas do meio acadêmico que me apoiaram e incentivaram ao longo desta jornada. Principalmente aos meus colegas do grupo de pesquisa: Raony, Lucas, Léo, Amanda, Gustavo, Drumond, Matheus e Adriano que compartilharam comigo as dificuldades e as alegrias da pesquisa.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão e admiração pelo professor Dr. Fabiano Fonseca, que me orientou durante este trabalho. Sua dedicação, paciência e expertise foram fundamentais para o meu aprendizado e crescimento profissional. Agradeço por todas as sugestões, correções e incentivos que me ajudaram a superar os desafios e a concluir esta etapa. O senhor é um exemplo de profissional e de pessoa que sempre vou lembrar com carinho e respeito.

RESUMO

A percepção de perda da velocidade (PPV) é um protocolo com ótima acurácia para autorregular o volume intra-série no treinamento de força (TF) com moderado limiar de perda da velocidade (PV 15-30%). Porém, os efeitos agudos desse protocolo sobre as respostas neuromusculares e perceptivas ainda não foram comparados com protocolos objetivos com monitoramento da velocidade da barra em tempo real. O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos agudos de diferentes protocolos de autorregulação objetiva e subjetiva do volume no TF sobre as respostas neuromusculares e perceptivas de atletas universitários de basquetebol. Com um desenho experimental cruzado, 15 atletas universitários de basquetebol do sexo masculino completaram 3 sessões de TF com diferentes protocolos de autorregulação: PPV, PV20% e PV40%. Em cada sessão, os participantes realizaram 3 séries dos exercícios agachamento (AG), levantamento terra com barra hexagonal (LT) e elevação pélvica (EP), com uma carga de 60% de 1RM (idade: $20,9 \pm 2,3$ anos; altura: $183,8 \pm 7,2$ cm; massa corporal: $78,5 \pm 11,6$ kg; 1RM – AG, DL e HT respectivamente: $114,0 \pm 23,8$, $164,2 \pm 32,8$ e $184,3 \pm 37,4$ kg). As variáveis agudas analisadas foram: salto com contramovimento, máxima velocidade concêntrica no agachamento, bem-estar (BE), recuperação (QTR), dor muscular tardia (DM) e percepção subjetiva de esforço (PSE). As avaliações ocorreram em três momentos: antes (SCM, MVC, BE, QTR e DM), logo após (DM e PSE) e 24 horas (bem-estar, QTR e DM) após as sessões. Os efeitos agudos foram avaliados através da comparação das mudanças nas respostas neuromusculares e perceptivas (baseline e pós sessão) entre os protocolos. PPV e PV20% resultou menor comprometimento no desempenho do salto ($p < 0,03$; TE=0,25 e 0,33, respectivamente) comparado ao PV40% ($p < 0,01$; TE=0,59). Adicionalmente, PV40% exibiu maior redução da máxima velocidade concêntrica no agachamento pós-exercício ($p < 0,01$; TE=1,01) em comparação a condição PPV ($p > 0,05$; TE=0,29). A qualidade total de recuperação foi menor após a condição PV40% em relação à PPV ($p = 0,01$). A percepção de esforço foi maior durante PV40% comparado aos demais protocolos ($p < 0,01$). Houve um aumento significativo da dor muscular 24h pós-exercício ($p < 0,04$), mas sem diferença entre os protocolos ($p > 0,05$). Não foram observadas mudanças significativas nos escores de bem-estar ($p > 0,05$). Em conclusão, esses resultados sugerem que implementar a PPV com moderado limiar de perda de velocidade para controlar o número de repetições intra-séries no TF de atletas pode ser uma alternativa eficiente para minimizar potenciais efeitos negativos de altos volumes sobre as respostas neuromusculares e perceptivas agudas.

Palavras-chave: Treinamento baseado na velocidade. Limiar de perda da velocidade. Treinamento de força. Desempenho atlético.

ABSTRACT

The perception of velocity loss (PVL) is a protocol with excellent accuracy to auto-regulate intra-set volume in resistance training (RT) with a moderate velocity loss threshold (VL 15-30%). However, the acute effects of this protocol on neuromuscular and perceptual responses have not yet been compared with objective protocols by monitoring bar velocity in real-time. This study aimed to compare the acute effects of different objective and subjective auto-regulation protocols in the RT on the neuromuscular and perceptual responses of university basketball athletes. With a crossover experimental design, 15 male college basketball athletes completed 3 RT sessions with different auto-regulation protocols: PVL, VL 20%, and VL 40%. In each session, participants performed 3 sets of back-squat (BS), deadlift (DL), and hip-thrust (HT) exercises, with a load of 60% of 1RM (age: 20.9 ± 2.3 years; height: 183.8 ± 7.2 cm; body mass: 78.5 ± 11.6 kg; 1RM – BS, DL and HT respectively: $114.0 \text{ kg} \pm 23.8$, 164.2 ± 32.8 and 184.3 ± 37.4 kg). The acute variables analyzed were: countermovement jump (CMJ), maximum concentric velocity in the back squat (MCV), well-being (WB), recovery (TQR), delayed muscle soreness (DOMS), and rate of perceived exertion (RPE). Assessments took place at three moments: before (CMJ, MCV, WB, TQR, and DOMS), immediately after (DOMSs and RPE), and 24 hours (WB, TQR and DOMS) after the sessions. Acute effects were assessed by comparing changes in neuromuscular and perceptual responses (baseline and post-session) between protocols. PVL and VL 20% resulted in less impairment in jumping performance ($p < 0.03$; ES=0.25 and 0.33, respectively) compared to VL 40% ($p < 0.01$; ES=0.59). Additionally, VL 40% exhibited a greater reduction in maximum concentric velocity in the post-exercise squat ($p < 0.01$; ES=1.01) compared to the PVL protocol ($p > 0.05$; ES=0.29). The total quality of recovery was lower after the VL 40% condition compared to PVL ($p = 0.01$). The perception of effort was greater during VL 40% compared to the other protocols ($p < 0.01$). There was a significant increase in muscle pain 24 hours post-exercise ($p < 0.04$) but with no difference between conditions ($p > 0.05$). No significant changes were observed in WB scores ($p > 0.05$). In conclusion, these results suggest that implementing PVL with a moderate velocity loss threshold to control the number of intra-set repetitions in RT may be an efficient alternative to minimize the potential negative effects of high volumes on acute neuromuscular and perceptual responses.

Keywords: Velocity-based training. Velocity loss threshold. Strength training. Athletic performance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Desenho experimental
- Figura 2 – Comparação das mudanças nas respostas neuromusculares para cada protocolo.....
- Figura 3 – Número de repetições por exercício e o total de repetições completadas na sessão por diferentes protocolos de autorregulação.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da amostra, procedimentos e principais resultados dos estudos agudos sobre autorregulação do TF de forma objetiva.....

Tabela 2 – Características da amostra, procedimentos e principais resultados dos estudos sobre autorregulação do TF de forma subjetiva.....

Tabela 3 – Características descritivas do programa de TF com os exercícios AG, LT e EP para os três protocolos experimentais

Tabela 4 – Comparação das respostas neuromusculares (baseline e pós-sessão) após cada protocolo de autorregulação.....

Tabela 5 – Comparação das respostas perceptivas intra (baseline e pós-sessão) e entre os protocolos experimentais. Os dados estão apresentados em média e desvio padrão

Tabela 6 - Características descritivas da sessão de treinamento com diferentes protocolos de autorregulação

LISTA DE SIGLAS

AG	AGACHAMENTO
LT	LEVANTAMENTO TERRA COM BARRA HEXAGONAL
EP	ELEVAÇÃO PÉLVICA
BE	BEM-ESTAR
CV	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
SCM	SALTO COM CONTRAMOVIMENTO
DM	DOR MUSCULAR DE INÍCIO TARDIO
MVC	MÁXIMA VELOCIDADE CONCÊNTRICA
PPV	PERCEPÇÃO DE PERDA DA VELOCIDADE
PSE	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO
1 RM	1 REPETIÇÃO MÁXIMA
RMS	REPETIÇÕES MÁXIMAS
TF	TREINAMENTO DE FORÇA
TBV	TREINAMENTO DE FORÇA BASEADO NA VELOCIDADE
QTR	QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO
PV	PERDA DA VELOCIDADE
PV20% e PV40%	PERDA DE VELOCIDADE 20% E 40%
VMP	VELOCIDADE MÉDIA PROPULSIVA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
1.1 TREINAMENTO DE FORÇA COM ABORDAGEM BASEADA NA VELOCIDADE	3
1.2 EFEITOS DOS DIFERENTES LIMIARES DE PERDA DA VELOCIDADE SOBRE AS RESPOSTAS PSICOBIOLOGICAS AGUDAS	7
1.3 AUTORREGULAÇÃO OBJETIVA E SUBJETIVA APLICADA AO TREINAMENTO BASEADO NA VELOCIDADE	16
2 OBJETIVOS	24
3 HIPÓTESE	24
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
4.1 Desenho do Estudo	24
4.2 Local, População e Amostra	26
4.3 Critérios de Exclusão e Inclusão	26
4.4 Recrutamento	27
4.5 Variáveis do Estudo	27
4.6 Procedimentos	27
4.7 Tratamento de Dados	33
4.8 Riscos e Benefícios	33
5 RESULTADOS	34
6 DISCUSSÃO	38
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	42
ANEXO – LISTA DE CHECAGEM CONSORT	50

1 INTRODUÇÃO

1.1 TREINAMENTO DE FORÇA COM ABORDAGEM BASEADA NA VELOCIDADE

O treinamento de força (TF) é reconhecido como um método eficaz para proporcionar adaptações no sistema neuromuscular (DESCHENES; KRAEMER, 2001; SCHOENFELD et al., 2021). O TF é considerado um componente chave na elaboração de programas de exercícios para melhorar a saúde e aptidão física geral (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; KRAEMER; RATAMESS, 2004), assim como a performance atlética (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). De modo geral, os benefícios do TF relacionados ao desempenho esportivo incluem o aumento da força (SCHOENFELD et al., 2021), potência (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011; CREWETHER; CRONIN; KEOGH, 2005), melhoria no desempenho de habilidades específicas como saltos (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016), *sprints* lineares (SEITZ et al., 2014) e com mudança de direção (KEINER et al., 2014). A literatura tem demonstrado que o TF induz adaptações neurais e mudanças estruturais e morfológicas do tecido muscular (AAGAARD, 2003; ABE et al., 2000; CAMPOS et al., 2002; FOLLAND; WILLIAMS, 2007; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; SCHOENFELD et al., 2017).

Os mecanismos de adaptações neurais decorrentes do TF são importantes devido à especificidade que exercem sobre o aumento significativo da força muscular já nas primeiras semanas de treinamento (FOLLAND; WILLIAMS, 2007). Embora a investigação desses mecanismos seja um processo complexo, mudanças na ativação neural registradas pela eletromiografia de superfície têm sido demonstradas em estudos com TF (AAGAARD, 2003; HAKKINEN; KOMI, 1983; YOUNG, 2006). O aumento de amplitude nos sinais observados na eletromiografia após TF indica mudanças no recrutamento de unidades motoras, na frequência de disparo e no acionamento do drive neural (AAGAARD, 2003; AAGAARD et al., 2002). Os mecanismos de neuroplasticidade envolvem também aumento da ativação de músculos agonistas em tarefas específicas, enquanto aprimora a ação dos antagonistas, sinergistas e estabilizadores para a atuação integrada e melhoria da coordenação inter e intramuscular (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; SALE, 1988). Estudos mostram que os fatores neurais contribuem de forma predominante para o aumento da força muscular durante os estágios iniciais do TF (GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; SALE, 1988), mas que fatores hipertróficos também ocorrem simultaneamente ao longo do processo de treinamento

(DEFREITAS et al., 2011; HAKKINEN; KOMI, 1983). As adaptações neuromusculares, responsáveis pelo aumento do desempenho, podem ser potencializadas a partir da adequada manipulação de diferentes variáveis agudas do TF (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CUNANAN et al., 2018; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

A intensidade é considerada uma das variáveis mais importantes da programação de treinamento a fim de ajustar o estímulo de treinamento de acordo com os objetivos do indivíduo (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Para o exercício de força, a intensidade reflete a carga ou resistência usada no treinamento e pode ser prescrita a partir da carga relativa, baseando-se na capacidade de cada indivíduo gerar força em testes de 1 repetição máxima (1 RM) ou número máximo de repetições (RMs) (FRY, 2004; GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011; SUCHOMEL et al., 2021). A literatura preconiza diferentes intensidades relativas baseadas no teste de 1RM conforme o objetivo específico de adaptação (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). Por exemplo, baixas intensidades (30% a 40 % 1RM) para otimização da resistência muscular e altas cargas (>85% 1RM) para ganhos de força (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; PETERSON; RHEA; ALVAR, 2004; RHEA et al., 2003). Apesar da grande popularidade, a avaliação direta de 1 RM apresenta algumas inconveniências (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). O teste de 1RM expõe o indivíduo a uma quantidade excessiva de estresse mecânico, fadiga, risco de lesões em indivíduos inexperientes, além de serem necessárias avaliações frequentes devido a rápida mudança nos níveis de força (BRZYCKI, 1993; GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011; NEVIN, 2019). Todavia, a literatura tem proposto metodologias alternativas que utilizam o monitoramento da velocidade da barra durante exercícios resistidos para superar as limitações da prescrição baseada em teste de 1 RM (DE HOYO et al., 2019; GANTOIS et al., 2023; GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011).

O volume é outra variável aguda amplamente investigada e que apresenta evidências de impacto direto sobre as adaptações neuromusculares decorrentes do TF (FOLLAND et al., 2002; GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2005; KRAMER et al., 1997; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2020a). O volume é descrito como a soma do trabalho total realizado dentro de uma sessão ou período específico de treinamento, calculado como total de repetições (séries x repetições) ou como volume-carga (séries x repetições x carga utilizada) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; TAN, 1999). González-Badillo et al. (2005) investigaram os efeitos de três diferentes volumes de

TF sobre a força máxima de 51 indivíduos durante 10 semanas: alto volume (3.030 repetições), moderado volume (2.481 repetições) e baixo volume (1.923 repetições). Os resultados mostraram que moderado volume de treinamento produziu maiores ganhos de performance quando comparado com baixo ou alto volume. Pareja-Blanco et al. (2017) mostraram que moderado volume resultou em mudanças na performance neuromuscular (SCM, 1 RM, velocidade média contra diferentes cargas e tempo no sprint) similares e/ou superiores quando comparado ao alto volume. Vale destacar que os investigadores usaram o limiar de perda da velocidade – PV como parâmetro para controlar o volume (um moderado limiar de perda da velocidade equivale a um menor número de repetições realizadas quando comparado a um alto limiar). Já outros achados indicam que até mesmo treinamento com baixos volumes (<15% de PV) são eficientes para induzir melhorias na performance neuromuscular (GALIANO et al., 2020; PAREJA-BLANCO et al., 2016; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2021), o que desafia ideia de que “quanto maior o volume, melhor”. As recomendações de volume podem variar de acordo com os objetivos de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004), o grau de fadiga neuromuscular (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011) e a intensidade (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017). A fim de lidar com essas limitações, uma nova abordagem denominada de Treinamento Baseado na Velocidade (TBV) propõe o uso da velocidade do movimento no exercício resistido como um parâmetro para a prescrição precisa e prática da intensidade e do volume (WEAKLEY et al., 2020c).

O TBV é apresentado como uma alternativa metodológica que permite ajustes da carga e das repetições intra-séries a partir do *feedback* em tempo real a partir do monitoramento da velocidade da barra no exercício resistido (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017; PAREJA-BLANCO et al., 2016, 2017). A velocidade de movimento é fornecida em tempo real a cada repetição a partir de dispositivos tecnológicos como *encoders* e acelerômetros posicionados na barra (JOVANOVIĆ; FLANAGAN, 2014; NEVIN, 2019). A velocidade do movimento é um dos aspectos fundamentais do TBV porque tanto as demandas neuromusculares quanto os efeitos do treinamento são dependentes da velocidade atingida contra dada carga absoluta (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011).

O TBV pode ser usado para determinação da carga relativa a partir da estimativa da carga de 1RM e da velocidade registrada contra cargas submáximas (WEAKLEY et al., 2020c). Há um conjunto de estudos na literatura que demonstraram fortes associações entre o aumento da carga relativa e a consequente redução da velocidade até que se atinja a carga de 1

RM em diferentes exercícios resistidos (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; GARCÍA-RAMOS; JIMÉNEZ-REYES, 2018; BENAVIDES-UBRIC et al., 2020; CONCEIÇÃO et al., 2016; DE HOYO et al., 2019; GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). O estudo de González-Badillo e Sánchez-Medina (2010) foi o primeiro a apresentar a relação inversa entre a carga relativa e a velocidade no exercício supino. Um total de 120 homens saudáveis realizaram um teste com incrementos de cargas para a determinação individual de 1 RM e do perfil carga-velocidade completo (T1). Após 6 semanas de TF os indivíduos repetiram o teste em uma segunda ocasião (T2). Os resultados mostraram uma relação muito estreita entre a velocidade média propulsiva (VMP) e a carga (1 RM) ($R^2= 0.98$). Outros estudos também mostraram essa forte relação entre carga-velocidade nos exercícios *leg press*, agachamento completo e meio agachamento (CONCEIÇÃO et al., 2016; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017), desenvolvimento (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; GARCÍA-RAMOS; JIMÉNEZ-REYES, 2018), elevação pélvica (DE HOYO et al., 2019), levantamento terra tradicional (BENAVIDES-UBRIC et al., 2020), agachamento com peso livre e levantamento terra com barra hexagonal (GANTOIS et al., 2023). Essa forte relação entre a carga relativa e a velocidade possibilita determinar qual o %1RM está sendo usado assim que a primeira repetição com determinada carga é realizada com a máxima velocidade intencional (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011; GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010).

Outra aplicação do TBV é o controle individual das repetições em cada série a partir do percentual de PV. Pesquisas mostram que ao longo das repetições executadas durante a série há uma redução não-intencional da força e a diminuição na velocidade da barra associada ao aumento da fadiga induzida pelo exercício (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017; IZQUIERDO et al., 2006; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Adicionalmente, foram observadas fortes correlações entre o percentual de PV e medidas metabólicas e mecânicas associadas à fadiga (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Logo, o uso da PV é reconhecido como um indicador objetivo de fadiga neuromuscular e como uma variável determinante do nível de esforço e volume no TF (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011).

1.2 EFEITOS DOS DIFERENTES LIMIARES DE PERDA DA VELOCIDADE SOBRE AS RESPOSTAS PSICOBIOLOGICAS AGUDAS

A fadiga muscular é um fenômeno multifatorial que pode ser explicado por diferentes mecanismos que contribuem para a redução aguda no desempenho (ENOKA; STUART, 1992). De forma geral, a fadiga muscular é conceituada como a redução transitória na capacidade do músculo gerar força e potência (ENOKA; DUCHATEAU, 2008). De fato, a capacidade de se gerar força começa a reduzir assim que o exercício é iniciado, aumentando progressivamente até que se atinja a falha muscular (GANDEVIA, 2001). Izquierdo et al. (2006) submeteram 36 homens fisicamente ativos a um protocolo de TF para examinar o efeito de diferentes cargas relativas (60-75% 1RM) sobre declínio da velocidade das repetições durante séries até a falha muscular no supino e agachamento. Durante a execução das repetições intra-séries com a máxima velocidade intencional foi observada uma redução gradativa na velocidade ao longo das séries. Reduções significativas na velocidade foram observadas no supino ao se atingir 34% do total de repetições realizadas e no agachamento ao se atingir 48%. Esses resultados sugerem que o padrão de perda da velocidade pode ser previsto e ajudar a traçar um limite mínimo de repetições para se atingir o máximo desempenho de velocidade (IZQUIERDO et al., 2006).

A natureza do esforço durante exercícios resistidos é definida como o real número de repetições realizadas dentro da série em relação ao máximo número de repetições possíveis que poderiam ser completadas contra determinada carga (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011), denominado de nível de esforço (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). A fixação e prescrição pré-determinada das repetições das séries pode ser considerada uma opção prática para treinadores programarem o volume de treinamento quando não se é possível monitorar a velocidade do movimento (HERNÁNDEZ-BELMONTE et al., 2021). Entretanto, o número de repetições que podem ser completadas contra uma dada carga relativa (% 1RM) apresenta uma grande variabilidade intra e inter indivíduos (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017). Se durante uma sessão de treinamento todos os sujeitos realizam o mesmo número de repetições por série contra a mesma carga relativa, é possível que os mesmos experienciem diferentes níveis de esforço (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Dessa forma, ao invés dos treinadores prescreverem um número fixo de repetições para serem executadas com determinada carga sem controle objetivo do nível de esforço, a utilização de estratégias que possibilitem quantificar a fadiga e

regular o nível de esforço intra-séries pode ser mais eficiente (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Como a fadiga resulta em um declínio na capacidade de geração de força (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011), é possível supor que a real velocidade de cada repetição pode servir como referência para aferir o esforço real que está sendo realizado pelo atleta (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES; SÁNCHEZ-MEDINA, 2011). Sendo assim, essa lógica teria uma aplicação prática na medição do desempenho e na prescrição individualizada do volume intra-série (GREIG et al., 2020). Recentemente, a utilização do percentual de perda de velocidade (%PV – perda de velocidade) tem sido proposto como parâmetro para encerrar a série e controlar objetivamente o nível de esforço e fadiga no TF (PAREJA-BLANCO et al., 2016, 2017, 2020).

A perda na velocidade é expressa como a redução percentual na velocidade considerando a repetição mais rápida (geralmente a primeira) para a mais lenta (última) em cada série de exercício (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Sánchez-Medina e González-Badillo (2011) analisaram as respostas mecânicas e metabólicas de forma aguda durante 15 protocolos de TF que diferiam no número de repetições por série considerando o número máximo predito. Os resultados mostraram que a PV e o estresse metabólico mudaram ao longo das repetições realizadas em cada série. A forte correlação entre medidas que utilizam variáveis cinemáticas (PV e perda de altura no SCM) e metabólicas (lactato e amônia) sugerem a aplicação do PV para quantificar objetivamente a fadiga neuromuscular durante o TF (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Outro estudo também evidenciou fortes correlações positivas entre % PV atingido na série e o percentual de repetições que poderiam ser concluídas antes da falha muscular (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2019). O estudo de Rodríguez-Rosell et al. (2019) analisou a relação entre as repetições realizadas e a redução da velocidade durante uma série até a falha contra quatro cargas nos exercícios supino e agachamento. Vinte homens fisicamente ativos e experientes em TF realizaram uma série de repetições até a falha contra cargas de 50, 60, 70 e 80% de 1 RM para os dois exercícios em 8 sessões feitas a cada 6-7 dias. Os resultados demonstraram que o número de repetições completas contra cada carga apresentou alta variabilidade interindividual no supino (CV = 15-22%) e no agachamento (CV = 26-34%) (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2019). Por outro lado, uma forte relação foi identificada entre % PV e o percentual de repetições realizadas em ambos os exercícios ($R^2 = 0.97$ e 0.93). Esses achados sugerem que o monitoramento da velocidade pode ser usado para estimar o número de repetições realmente executadas e aquelas deixadas em reserva, possibilitando controlar objetivamente o nível de esforço no TF (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2019).

Ao monitorar a velocidade das repetições intra-séries é necessário determinar o limiar de PV de acordo com os objetivos específicos do treinamento (PAREJA-BLANCO et al., 2020). O limiar da PV experimentado durante o TF parece modular a magnitude e especificidade das respostas neuromusculares (PAREJA-BLANCO et al., 2017, 2020). Estudos recentes reportaram que enquanto a PV aumenta, ocorre uma redução na velocidade e na altura do SCM pós-sessão de treinamento (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; WEAKLEY et al., 2020b). O estudo de Rodríguez-Rosell et al. (2018) analisou as respostas agudas decorrentes de 16 protocolos de treinamento de força. Um total de 21 sujeitos foram submetidos aos exercícios agachamento e supino, sendo que para cada exercício foram usadas 4 magnitudes de cargas (50%, 60%, 70% e 80% 1 RM) e 4 magnitudes de perda da velocidade (PV 10%, 20%, 30% e 45% para o agachamento; PV 15%, 25%, 40% e 55% para o supino). As mudanças na concentração de lactato sanguíneo e na velocidade média propulsiva (VMP) foram usadas para analisar o estresse metabólico e a fadiga para cada condição. Os resultados mostraram que, para o mesmo percentual de PV, ambas as variáveis (redução da VMP e lactato) foram maiores enquanto a carga relativa diminuía. Ou seja, quanto menor a carga relativa utilizada, maior foi a fadiga experimentada. A comparação entre os exercícios mostrou que a perda da VMP contra $V1 \text{ m.s}^{-1}$ foi significativamente maior para o supino do que para o agachamento ($p < 0.05-0.001$). Adicionalmente, tanto a perda percentual da VMP quanto os níveis de lactato (pré-pos) subiram gradativamente enquanto a magnitude do PV na série aumentava para as 4 cargas relativas usadas. Esses resultados sugerem que tanto a carga relativa quanto o exercício e % PV utilizado no treinamento são pontos importantes que podem influenciar na fadiga muscular induzida.

No quadro 1 é apresentado uma síntese da literatura dos estudos que analisaram os efeitos dos diferentes limiares de perda da velocidade sobre as respostas psicobiológicas. No geral, os achados da literatura sugerem que protocolos com altos limiares de PV (ex.: >30% ou 40%) apresentam um maior número de repetições por séries quando comparado a protocolos com moderados limiares (ex.: 15%-20%), que são caracterizados por um menor número de repetições por série (NÁJERA-FERRER et al., 2021; PAREJA-BLANCO et al., 2019; PEARSON et al., 2020; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Consequentemente, maiores reduções na altura do salto ocorrem para o protocolo alta fadiga (PV >30%) comparado ao de moderada (PV 20%) (PAREJA-BLANCO et al., 2019; WEAKLEY et al., 2020b). Estudos relatam também que após protocolo de treinamento com moderado limiar de PV ocorre menor redução de velocidade contra cargas equivalente a 1

m.s.⁻¹, enquanto nos protocolos de alto limiar causam uma maior redução (pré-pós) (PAREJA-BLANCO et al., 2019; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; WEAKLEY et al., 2020b). As concentrações de lactato para os protocolos PV > 30% tendem a ser maiores quando comparado a PV 15%-20% (NÁJERA-FERRER et al., 2021; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; WEAKLEY et al., 2020b). Prescrições com alta PV (ex. 40%) também podem resultar em um maior tempo de recuperação quando comparado a protocolos com moderada PV (ex. 20%) (PAREJA-BLANCO et al., 2019). Adicionalmente, o esforço percebido tende a ser menor nos protocolos de moderado limiar, comparado a PV >30%, que é maior (PAREJA-BLANCO et al., 2019; SANTOS et al., 2021; VARELA-OLALLA et al., 2019; WEAKLEY et al., 2020b). Medidas subjetivas como o bem-estar (BE) e dor muscular (DM), utilizadas para monitorar o processo de treinamento (JEFFRIES et al., 2021), não tem recebido ênfase nos estudos agudos apresentados na tabela 1.

Considerando que efeitos crônicos do TF são decorrentes de uma sequência contínua de efeitos agudos, é válido destacar que a relação entre o limiar da PV alcançado e os ganhos de performance pode ser representada por uma curva em forma de “U” invertido (BUSSO, 2003; GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2005; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2020). É necessário que o indivíduo atinja um mínimo limiar de perda da velocidade para induzir ganhos neuromusculares, mas exceder esse limite não parece produzir benefícios adicionais (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2020). Treinadores podem combinar a vantagem de usar os limiares de perda da velocidade no TF de forma eficiente com uma abordagem autorregulada para observar flutuações diárias no estado de prontidão do atleta (NEVIN, 2019) e flexibilizar o esquema de séries e repetições (WEAKLEY et al., 2020c). Por exemplo, um número fixo de séries com número de repetições autorreguladas (WEAKLEY et al., 2020a), ou um número fixo de repetições com número de séries autorreguladas (BANYARD et al., 2018). Assim, cada série do TF seria encerrada ao se atingir o percentual de perda da velocidade desejado (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017). O monitoramento da velocidade do movimento permite a autorregulação do TF, fator chave para otimizar os ganhos neuromusculares e melhorar o desempenho atlético (NEVIN, 2019).

TABELA 1 – Características da amostra, procedimentos e principais resultados dos estudos agudos sobre autorregulação do TF de forma objetiva.

Autores	Amostra	Estudo	Protocolo de Autorregulação	Protocolo de Treinamento	Condição	Variáveis investigadas	Resultados
BANYARD et al. (2018)	15 homens com experiência em TF (25 ± 4 anos)	Agudo	Objetiva	4 sessões (96h de intervalo), agachamento, 5 séries, PV 20 e PBT. Intensidade de 80% 1 RM, 2 min de recuperação.	PV 20% vs TBP	Veloc. Pico; Veloc. Média; tempo sob tensão; força; potência; trabalho total.	Velocidade média e pico significativamente ↑ em PV 20% comparado a TBP. O tempo sob tensão e número de reps para PV 20% foi ↓ comparado a TBP.
GARCÍA-SILLERO et al. (2021)	24 estudantes fisicamente ativos (24 ± 1 anos)	Agudo	Objetiva	4 séries de supino reto, agachamento, PV 30%. Intensidade de 70% 1 RM, 3 min de recuperação.	PV 30% vs PV 30% (GTP)	Veloc. Média; número de reps/série.	GTP realizou ↑ número total de reps comparado ao grupo controle. Sem diferenças nas variáveis de velocidade e controle de fadiga.
GONZÁLEZ-GARCÍA et al. (2021)	10 homens; 1 mulher; experiência indefinida (25 ± 4 anos)	Agudo	Objetiva	3 sessões (48h), agachamento smith, 2 séries, PV 20%. Intensidade de 50% 1 RM, recuperação indefinida.	PV 20% ^{OL} vs PV 20% ^{80%RM} vs PV 20% ^{controle}	Veloc. Média; SCM; PSE; reps/série.	A sessão com 80%1 RM ↑ o desempenho no SCM e capacidade de gerar força e velocidade sem efeitos na prontidão.
MUÑOZ-LÓPEZ et al. (2022)	30 homens fisicamente ativos (22 ± 2 anos)	Agudo	Objetiva	2 sessões, agachamento, 3 séries, PV 20% e PV 40%. Intensidade de 63% 1 RM, 5 min de recuperação.	PV 20% vs PV 40%	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; análise de sangue.	O grupo PV 40% apresentou ↑ danos neuromusculares do que PV 20%.

NÁJERA-FER RER et al. (2021)	16 homens com experiência em TF (36 ± 10 anos)	Agudo	Objetiva	4 sessões, agachamento, 3 séries, PV 20% e PV 40%. Intensidade de 60% 1 RM, 2 min de recuperação.	PV 20% vs PV 40%	Veloc. Média Propulsiva; veloc. Contra carga 1.00 m.s ⁻¹ reps/série; lactato sanguíneo; SCM.	Protocolo com PV40% o desempenho no SCM e a velocidade no agachamento, além de elevar a concentração de lactato sanguíneo.
NILO DOS SANTOS et al. (2021)	12 mulheres saudáveis (25 ± 5 anos)	Agudo	Objetiva	2 sessões (falha e não-falha), agachamento Smith, 4 séries; carga de 10-RM, PV 20%. Intensidade de 55-70% 1RM, 2 min de recuperação.	Falha (>PV 20%) vs Não-falha (PV 20%)	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; PSE; Nível de desconforto.	Comparado ao grupo que treinou sem atingir a falha, o que grupo que treinou com falha resultou em ↑ número de reps na primeira série e ↓ na última. O PV foi ↓ para o grupo da falha, assim como os valores de PSE, PSE-sessão e percepção de desconforto.
PAREJA-BLA NCO et al. (2019)	17 homens universitários fisicamente ativos (24 ± 4 anos)	Agudo	Objetiva	4 sessões, agachamento Smith, 3 séries, PV 20% e PV 40%. Intensidade de 60% e 80% 1 RM, 4 min de recuperação.	PV 20% (60 e 80% 1 RM) vs PV 40% (60 e 80% 1 RM)	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; PV (1.00 m.s ⁻¹); SCM; sprint.	Treino com alto PV (40%) e baixa carga resultou em mais fadiga que treinar baixo PV (20%) e alta carga.
PEARSON et al (2020)	12 homens jogadores de rugby (23 ± 2 anos)	Agudo	Objetiva	6 sessões, agachamento, 5 séries, PV 10%, PV 20% e PV 30%. Intensidade 70% 1 RM, 3 min de recuperação.	PV 10% vs PV 20% vs PV 30%	Veloc. Média; reps/série;	Treinar com PV apresentou ↑ variação no número de repetições por série. Os sujeitos na condição PV 10% atingiram o pico de potência durante as séries 2-5.

RODRÍGUEZ-ROSELL et al. (2018)	21 homens fisicamente ativos (24 ± 4 anos)	Agudo	Objetiva	17 sessões, agachamento no Smith, 3 séries, PV 10, 20, 30, 45, 15, 25, 40, 55%. Intensidade de 50 a 80% 1 RM, 4 min de recuperação.	PV 10% _{oSQ} vs PV 20% _{oSQ} vs PV 30% _{oSQ} vs PV 45% _{oSQ} vs PV 15% _{oBP} vs PV 25% _{oBP} vs PV 40% _{oBP} vs PV 55% _{oBP}	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; PV (1.00 m.s ⁻¹); lactato sanguíneo.	Treinar com a mesma PV e com cargas baixas resultou em níveis de lactato e velocidade contra cargas. Uma relação muito próxima foi identificada entre o nível de esforço e o % PV de V1 m.s ⁻¹ em ambos os exercícios.
RODRÍGUEZ-ROSELL et al. (2020b)	11 homens fisicamente ativos (24 ± 4 anos)	Agudo	Objetiva	16 sessões, agachamento e supino no Smith, 3 séries, PV 10, 20, 30 e 45%. Intensidade de 50 a 80% 1 RM, 4 min de recuperação.	PV 10% vs PV 20% vs PV 30% vs PV 45%	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; PV (1.00 m.s ⁻¹); SCM; lactato sanguíneo.	Os resultados apresentaram forte relação entre o nível de esforço e % PV m.s ⁻¹ , SCM e concentração de lactato.
FORTES et al. (2022)	7 homens e 5 mulheres treinados (25 ± 5 anos)	Agudo	Objetiva	3 sessões, agachamento e supino reto, 5 séries PV 20%. Intensidade 15 RM, 3:20 min de recuperação.	PV 20%	Veloc. Média; reps/série; VFC; PSE; Escala visual analógica; Controle de interferência cognitiva.	30 min de uso de redes sociais em celular antes e durante o treino de força não teve efeitos na VFC, controle cognitivo e carga interna de treinamento em adultos.

TSOUKOS et al. (2019)	10 homens fisicamente ativos (26 ± 7 anos)	Agudo	Objetiva	5 sessões, supino reto, PV 10% e PV 30%. Intensidade 40 e 60% 1 RM, 1 min de recuperação.	PV 10% vs PV 30%	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; Eletromiografia	Protocolo com baixo nível de fadiga resultou em melhorias de performance.
TSOUKOS et al. (2021)	11 homens treinados em força (26 ± 6 anos)	Agudo	Objetiva	3 sessões, supino reto, PV 10% e PV 30%. Intensidade 80% 1 RM.	PV 10% vs PV 30%	Veloc. Média Propulsiva; reps/série; Eletromiografia.	O grupo que treinou com mais fadiga teve maior número de reps e maior volume-carga. O protocolo com baixa fadiga melhorou a performance.
VARELA-OLALLA et al. (2019)	5 homens e 1 mulher levantadores de peso olímpico (23 ± 5 anos)	Agudo	Objetiva	1 sessão, supino reto, PV 20% a PV 32%. Intensidade 40-75% 1 RM.	PV 20% a PV 32%.	Veloc. Média; reps/série; PSE.	Os resultados apresentaram correlação significativa entre PSE e PV.
VARELA-OLALLA et al. (2020)	15 homens fisicamente ativos (23 ± 2 anos)	Agudo	Objetiva	1 sessão, agachamento Smith, 1 série, PV 20%. Intensidade 85% 1 RM, 3 min de recuperação.	Tradicional (20%) vs Cluster	Veloc. Média Propulsiva; SCM; lactato sanguíneo.	Configuração cluster reduz fadiga mecânica e respostas de lactato em uma única série comparado a tradicional.
WEAKLEY et al. (2020b)	12 homens atletas de rugby (23 ± 3 anos)	Agudo	Objetiva	6 sessões, agachamento, 3 séries PV 10, 20 e 30%. Intensidade 70% 1 RM.	PV 10% vs PV 20% vs PV 30%	Lactato sanguíneo; SCM; reps/série; PSE.	Diferenças entre os diferentes protocolos 30%>20%>10% nas respostas de percepção de esforço e concentração de lactato. Pouca diferença na altura do salto pós (30%<20%<10%).

WEAKLEY et al. (2020a)	16 homens atletas de rugby (23 ± 2 anos)	Agudo	Objetiva	3 sessões, agachamento, 3 séries PV 10, 20 e 30%. Intensidade 70% 1 RM, 3 min de recuperação.	PV 10% vs PV 20% vs PV 30%	Veloc. Média; reps/série.	Velocidade média e output de potência foram ↓ no protocolo PV 10%, seguido de PV 20% e PV 30%. ↑ O grupo PV 30 apresentou em média de repetições por série
------------------------	------------------------------------------	-------	----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TF – treinamento de força; TFF – treinamento de força até a falha; TBP- treinamento baseado no percentual de 1RM; GTP – grupo de terapia de percussão; PV– perda de velocidade; 1 RM – 1 repetição máxima; SCM – salto com contramovimento.

1.3 AUTORREGULAÇÃO OBJETIVA E SUBJETIVA APLICADA AO TREINAMENTO BASEADO NA VELOCIDADE

A autorregulação é definida como processo emergente que permite realizar ajustes nas variáveis do treinamento baseado predominantemente no desempenho individual ou variáveis perceptivas (GREIG et al., 2020). Vale destacar que o prefixo “auto” nesse contexto se refere à regulação baseada nas medidas de performance individuais que refletem o status atual de prontidão e não como um processo que segue regras automatizadas estabelecidas pelo executante (*self-regulation*). Ajustar propositalmente a programação para coincidir com as medições da resposta de um indivíduo aos estressores relacionados ao treinamento pode maximizar aumentos na performance e impedir respostas negativas como lesões e *overtraining* (GREIG et al., 2020). Essa seria uma das principais premissas e vantagens da autorregulação em relação à programação tradicional caracterizada por prescrições do volume e intensidade, por exemplo, de forma fixa e previamente estabelecida (DORRELL; SMITH; GEE, 2019). Os modelos autorregulatórios têm sido classificados em duas categorias de métodos: 1) objetivos – baseiam-se no uso de medidas quantitativas obtidas por meio de equipamento ou dispositivos tecnológicos para ajustar a programação do treinamento (CLAUDINO et al., 2012; JOVANOVIĆ; FLANAGAN, 2014; LARSEN; KRISTIENSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021); e 2) subjetivos – aqueles que usam parâmetros qualitativos como medidas subjetivas baseados em diversas escalas de esforço percebido (HELMS et al., 2016), como a escala de Borg (SHARIAT et al., 2018), a escala de repetições em reserva (ZOURDOS et al., 2016) e a escala OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003) para realizar ajustes na programação.

A aplicação da autorregulação no TF teve início nos anos de 1940 com o protocolo de exercício resistido progressivo autorregulado, depois com o uso da escala de repetições em reserva e mais recentemente com o TBV (GREIG et al., 2020; NEVIN, 2019). A autorregulação no TBV propõe o uso da velocidade do movimento como uma medida válida e objetiva para quantificar a intensidade (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010) e volume do TF (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017). A forte relação entre a carga relativa e a velocidade média permite que o praticante determine qual o %1RM está sendo usado assim que a primeira repetição com dada carga é realizada com a máxima velocidade intencional, sem a necessidade de fazer o teste 1RM ou RMs (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). Devido à forte relação entre a magnitude de PV na série e o percentual de repetições completadas em relação ao máximo que poderiam ser feitas, o

TBV propõe que cada série deve ser encerrada quando um determinado %PV for atingido (ex.: 15%, 30% ou 40%) (GONZÁLEZ-BADILLO et al., 2017). Estudos crônicos indicam que a autorregulação do treinamento pode resultar em maiores ganhos de força em 1 RM quando comparado a programas periodizados de forma tradicional (DORRELL; SMITH; GEE, 2019; MANN et al., 2010). O estudo de Dorrel, Smith e Gee (2019) explorou os efeitos do TBV sobre a força máxima e altura no salto comparado a um programa com método tradicional baseado no percentual de 1 RM (TBP – treinamento baseado na % de 1 RM). A carga do grupo TBV foi estabelecida a partir do monitoramento em tempo real da velocidade, enquanto os dados pré-teste de 1 RM ditaram a carga do grupo TBP. Após 6 semanas de intervenções, os resultados mostraram aumentos significativos de força no agachamento (TBV 9%, TBP 8%), no supino (TBV 8%, TBP 4%), no desenvolvimento (TBV 6%, TBP 6%) e no levantamento terra (TBV 6%, TBP 6%) (DORRELL; SMITH; GEE, 2019). O grupo TBV conseguiu aumentar a força máxima com um menor volume de treinamento comparado ao grupo TBP, além de ser o único a atingir aumentos significativos no SCM (TBV 5%, TBP 1%) (DORRELL; SMITH; GEE, 2019).

Resultados favoráveis ao TBV também foram encontrados no estudo de Orange et al. (2020) que comparou os efeitos do TBV e do TBP (tradicional) sobre a força, velocidade e desempenho no salto de vinte e sete jogadores da liga de Rugby em fase competitiva. Ambos os grupos completaram um protocolo de TF ao longo de 7 semanas envolvendo o exercício agachamento. O grupo TBP usou uma carga fixa baseada no %1 RM, enquanto o grupo TBV usou uma carga modificável baseada no limiar de velocidade individualizado. O grupo TBP conseguiu aumentar a força de 1 RM no agachamento e o índice de força reativa, enquanto o grupo TBV obteve melhorias de 1 RM, do SCM e na velocidade de execução contra cargas de 40% e 60% de 1 RM. O grupo que autorregulou a intensidade (TBV) melhorou o estímulo do treinamento de membros inferiores com menor estresse mecânico e promoveu adaptações específicas de velocidade (ORANGE et al., 2020). Em resumo, a autorregulação é altamente específica ao contexto e deve ser vista como um adjunto a prática já existente do TF no lugar de ser um substituto (GREIG et al., 2020). De fato, avanços recentes no monitoramento da velocidade do movimento têm viabilizado uma abordagem única que otimiza a aplicação da autorregulação no TF tanto para ajustar a intensidade quanto o volume com base diária para adequar a magnitude do estímulo ao estado atual do indivíduo (NEVIN, 2019).

Considerando que a PV é uma medida válida para controlar o nível de esforço e a fadiga neuromuscular (GALIANO et al., 2020; PAREJA-BLANCO et al., 2017;

SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011), o TBV tem se tornado popular como uma nova forma de autorregular o volume intra-série no TF (GREIG et al., 2020; HELMS et al., 2020; LARSEN; KRISTIANSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021; NEVIN, 2019). Monitorar a velocidade do movimento durante o TF parece importante porque tanto as demandas neuromusculares quanto os efeitos do treinamento dependem da velocidade em que as cargas são levantadas (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Embora a velocidade possa ser usada de várias formas, uma das aplicações mais importantes é para a prescrição do volume de treinamento a partir da PV (WEAKLEY et al., 2020c). O TBV pode fazer isso de duas formas: finalizar a série quando a velocidade reduzir por dado percentual ou quando a velocidade cair abaixo de um valor absoluto (GREIG et al., 2020). De acordo com Rodríguez-Rosell et al. (2019) existe uma forte relação positiva entre o percentual de perda da velocidade durante a série e as repetições realizadas nos exercícios supino e agachamento ($R^2=0,97$ e $0,93$ respectivamente). Esses resultados são suportados com os do estudo de Morán-Navarro et al. (2019), que analisou se a PV na série seria um indicador do número de repetições em reserva. Os achados indicam que para dado exercício (supino, agachamento, remada ou desenvolvimento), independente da carga usada (65-85% 1RM), as velocidades absolutas associadas a determinado nível de esforço são muito semelhantes e mostram alta confiabilidade (CV 4.4-8.0%). Isso mostra que é possível fazer um melhor gerenciamento da fadiga e autorregulação do volume no TF entre os atletas, uma vez que os limites de perda da velocidade (ex. 15%, 30% ou 40%) seriam usados para encerrar a série de acordo com os objetivos do treinamento (MORÁN-NAVARRO et al., 2019; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2019).

Muitos estudos têm investigado os efeitos crônicos de diferentes limiares de PV (5% a 50%) sobre o desempenho atlético, ganhos de força e hipertrofia muscular (GALIANO et al., 2020; PAREJA-BLANCO et al., 2017, 2020; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2021; SÁNCHEZ-MORENO et al., 2021). Os resultados têm indicado que baixos (<15%) e moderados limiares (15-30%) de PV induzem ganhos de força similares a protocolos de treinamento com altos limiares (>30%), mesmo com um volume de repetições intra-séries significativamente menor e menos fatigante (PAREJA-BLANCO et al., 2020; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2021). Programas com alto limiar de PV (>30%) parecem induzir maiores ganhos hipertróficos, porém podem vir acompanhados de respostas negativas durante o processo adaptativo como a redução no percentual de cadeia pesada de miosina em fibras IIX e aumento nos níveis de fadiga (PAREJA-BLANCO et al., 2017, 2020;

SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Já os programas com moderado limiar de PV (15-30%) podem prevenir respostas negativas na adaptação muscular e preservar a cadeia pesada de miosina (MARTINEZ-CANTON et al., 2021; PAREJA-BLANCO et al., 2017, 2020). Adicionalmente, os achados apontam que moderados limiares de PV resultam em melhor desempenho no SCM comparado a altos limiares (PAREJA-BLANCO et al., 2016, 2017).

A implementação do TBV para a autorregulação objetiva requer o uso de dispositivos tecnológicos comercialmente disponíveis para medir a velocidade do movimento, como transdutores lineares, acelerômetros ou sistemas de vídeo (PÉREZ-CASTILLA et al., 2019). Apesar do crescimento da disponibilidade e popularidade desses dispositivos, em vários contextos essas tecnologias ainda não são acessíveis para muitos atletas e treinadores (BANYARD et al., 2017). Adicionalmente, usar dispositivos que mensuram a velocidade da barra com grandes grupos de atletas simultaneamente pode dificultar a aplicabilidade do TBV (BANYARD et al., 2017; SINDIANI et al., 2020). Nesses casos, a aplicação de protocolos subjetivos como a percepção de mudanças na velocidade da barra pode ser usada como possível alternativa metodológica para a autorregulação do TF sem a total dependência dos dispositivos tecnológicos (LAZARUS et al., 2021).

Recentemente, a percepção de mudanças na velocidade da barra tem se mostrado como uma medida precisa que pode ser aplicada como protocolo subjetivo de autorregulação do nível de esforço e volume no TF (BAUTISTA et al., 2014, 2016; LAZARUS et al., 2021; SILVA et al., 2024; SINDIANI et al., 2020). Os estudos de Bautista et al. (2014, 2016) foram os primeiros que testaram a precisão da percepção de mudança na velocidade da barra em sujeitos treinados. Em ambos os estudos, a velocidade percebida foi medida com uma escala e comparada com a velocidade real da barra medida com um *encoder* (BAUTISTA et al., 2014, 2016). Os participantes com experiência em TF usaram cargas relativas que variaram de 20% a 70% de 1RM nos exercícios agachamento e supino (BAUTISTA et al., 2014, 2016). A velocidade percebida foi medida imediatamente ao final de cada série do supino e agachamento utilizando uma escala visual que consistia em faixas de velocidade (0.1–1.6 m/s¹) e cinco descritores qualitativos de velocidade (ex., “muito rápido”, “lento”, “muito lento”) (BAUTISTA et al., 2014, 2016). Os resultados mostraram que a velocidade percebida pela escala apresentou alta correlação com a velocidade real ($r=0.88-0.96$ para o supino, $r=0.98-0.99$ para o agachamento) (BAUTISTA et al., 2014, 2016). Os trabalhos de Bautista et al. (2014, 2016) foram expandidos pelo estudo de Sindiani et al. (2020), no qual foi avaliado a

acurácia da percepção de mudança da velocidade da barra em relação à velocidade real nos exercícios agachamento e supino. Nesse estudo foi observado que os participantes melhoraram a precisão entre a primeira e segunda sessão com 60% de 1RM, mas subestimaram a real velocidade da barra (SINDIANI et al., 2020).

Complementarmente, Lazarus et al. (2021) investigaram se a percepção na mudança da velocidade pode substituir os dispositivos tecnológicos usados para medir a velocidade no TF. O trabalho mostrou que a precisão da percepção na mudança da velocidade teve uma redução no erro médio de 7% no pré-intervenção para 4,7% na sessão pós-intervenção (LAZARUS et al., 2021). Um trabalho recente de Silva et al. (2024) analisou a acurácia e reprodutibilidade da percepção de perda da velocidade como protocolo para autorregular as repetições intra-série usando moderado limiar de PV. Vinte e dois homens com experiência em TF completaram uma sessão de familiarização para executar os exercícios agachamento e supino com a máxima velocidade concêntrica. Os sujeitos realizaram o perfil carga-velocidade em uma segunda sessão e em seguida foram familiarizados com a percepção de perda da velocidade em uma terceira sessão. Procedimentos de teste e reteste foram realizados separadamente com uma semana de intervalo. Os participantes completaram 3 séries de agachamento e supino com 40%, 60% e 80% 1RM, devendo parar a série ao atingir moderado limiar de PV (15-30%) usando a percepção de perda da velocidade. Um encoder linear registrou a velocidade média propulsiva da barra em todas as sessões. Os resultados mostraram que o protocolo PPV apresentou acurácia aceitável no teste, mas não foi reprodutível na comparação teste-reteste. Baixa a moderada reprodutibilidade no teste e reteste foi encontrada para a autorregulação das repetições intra-série usando a PPV. Resumidamente, apesar desses trabalhos mostrarem que existe algum tipo de relação entre a velocidade percebida pelos atletas e a velocidade real da barra, mais estudos precisam ser desenvolvidos na área. Dessa forma, utilizamos dois protocolos com moderado limiar (PPV 15-30% e PV20%) e um protocolo com alto limiar (PV40%) para comparar os efeitos agudos da autorregulação objetiva e subjetiva do volume de repetições no TBV sobre as respostas neuromusculares e perceptivas de atletas. Na tabela 2 é apresentada uma síntese da literatura dos estudos que utilizaram a percepção de mudança da velocidade como protocolo de autorregulação subjetiva no TF.

Por fim, partindo do pressuposto que a autorregulação do TF utilizando limiares de perda da velocidade é determinante para a magnitude e especificidade das adaptações neuromusculares (GALIANO et al., 2020; MARTINEZ-CANTON et al., 2021; PAREJA-BLANCO et al., 2017, 2020; RISCART-LÓPEZ et al., 2021; RISSANEN et al.,

2022), a principal lacuna do nosso estudo é que os artigos apresentados no quadro 1 compararam os efeitos de diferentes limiares de PV sobre as medidas de desempenho neuromuscular usando apenas protocolos de autorregulação objetiva. Embora o uso de transdutores lineares seja essencial para monitorar objetivamente a velocidade da barra, nem sempre tais dispositivos estão disponíveis para uso regular em grandes grupos de atletas (BAUTISTA et al., 2016). Uma alternativa tem sido implementar o uso da percepção na perda da velocidade como uma ferramenta de monitoramento no TF (LAZARUS et al., 2021). Dessa forma, existe uma implicação prática em investigar os efeitos agudos da autorregulação subjetiva no TF usando a percepção na mudança da velocidade da barra sobre as medidas neuromusculares e perceptivas. Os estudos realizados até o momento avaliaram a aplicação da percepção de mudanças na velocidade da barra apenas de forma objetiva (tabela 1).

Caso a autorregulação subjetiva PPV 15-30% induza respostas psicobiológicas similares à autorregulação objetiva PV 20% (*encoders*) e melhores que PV 40%, isso pode possibilitar a implementação do TBV para controlar o nível de esforço e autorregular volume intra-série do TF a curto e longo prazo sem necessidade de utilização de dispositivos tecnológicos. Desta forma, o objetivo do estudo foi comparar os efeitos agudos da autorregulação objetiva com diferentes limiares de PV e subjetiva do volume de repetições no TBV sobre as respostas neuromusculares e perceptivas de atletas de basquetebol.

TABELA 2 – Características da amostra, procedimentos e principais resultados dos estudos sobre autorregulação do TF de forma subjetiva.

Autores	Amostra	Tipo de Estudo	Protocolo de Autorregulação	Protocolo de Treinamento	Grupo/Condição	Variáveis Investigadas	Resultados
BAUTISTA et al. (2014)	21 homens fisicamente ativos (27 ± 5 anos)	Agudo	Subjetiva	5 sessões, supino, 3 séries, 2-4 reps. Intensidade 40% a 70% 1RM, 3-5 min de recuperação.	Velocidade percebida vs. Velocidade real	Escala de velocidade percebida e velocidade real de cada repetição.	↑ Correlação entre a velocidade percebida e a velocidade real no exercício supino em adultos treinados.
BAUTISTA et al. (2016)	11 atletas esquiadores (H/M; 15 ± 1 anos)	Agudo	Subjetiva	2 sessões, agachamento, 1 série, 4 reps. Intensidade 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70% 1RM, 5 min de recuperação.	Velocidade percebida vs. Velocidade real	Escala de velocidade percebida e velocidade real de cada repetição.	↑ Correlação entre a velocidade percebida e a velocidade real no exercício AG em adultos treinados.
SINDIANI et al. (2020)	20 estudantes universitários com experiência em TF (H; 18-45 anos)	Agudo	Subjetiva	3 sessões, supino e agachamento, 4 séries, ~8 reps. Intensidade de 60% a 70% 1RM, 2 min de recuperação.	Percepção na Mudança da Velocidade vs. Real Mudança na Velocidade	Acurácia da Percepção na mudança da velocidade e velocidade real	O erro absoluto ↑ entre as reps no agachamento e supino. Os participantes ↑ acurácia entre a sessão 1 e 2 (60% 1RM).
LAZARUS et al. (2021)	21 atletas de futebol profissional com experiência em VBT (H; 21 ± 4 anos)	Agudo	Subjetiva	4 sessões, agachamento, 4 séries, 6 reps. Intensidade LPO individual, 3 min de recuperação.	Percepção na Mudança da Velocidade vs. Real Mudança na Velocidade	Acurácia da Percepção na mudança da velocidade e velocidade real	Indivíduos experientes em TBV tem uma percepção de mudança na velocidade com nível de acurácia razoável, podendo ser ↑ com 1 sessão de feedback.

SILVA et al. (2024)	22 homens saudáveis com experiência em TF (28± 4 anos)	Agudo	Subjetiva	2 sessões, agachamento e supino, 3 séries com PV de 15-30%. Intensidade 40%, 60% e 80% 1 RM.	Percepção de Perda da Velocidade (PPV)	Acurácia e reprodutibilidade da escala PPV	A acurácia da percepção na velocidade da barra mostrou acurácia aceitável, mas apresentou baixa a moderada reprodutibilidade.
------------------------	--------------------------------------------------------	-------	-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1 RM – 1 repetição máxima; TF – treinamento de força; TBV – treinamento baseado na velocidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Comparar os efeitos agudos da autorregulação objetiva e subjetiva do volume de repetições no TBV sobre as respostas neuromusculares e perceptivas de atletas universitários de basquetebol.

2.2 Específico

Comparar os efeitos agudos da autorregulação objetiva e subjetiva do volume de repetições no TBV sobre as seguintes variáveis neuromusculares e perceptivas:

- 1) Desempenho no salto com contramovimento.
- 2) Desempenho no agachamento com MVC.
- 3) Bem-estar.
- 4) Qualidade total de recuperação.
- 5) Dor muscular tardia de membros inferiores.
- 6) Percepção subjetiva de esforço.

3 HIPÓTESE

Nesse estudo foi testada a hipótese de que a autorregulação subjetiva (PPV) e a autorregulação objetiva com moderado limiar de perda da velocidade (PV 20%) resultaria em nível de esforço e respostas agudas similares entre si. Adicionalmente, o protocolo com PV 40% apresentaria piores respostas neuromusculares e perceptivas comparado aos protocolos PV 20% e PPV.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Desenho do Estudo

O estudo é do tipo experimental cruzado para comparar os efeitos de dois diferentes protocolos de interrupção da série pela PV sobre as respostas neuromusculares e perceptivas de jogadores de basquetebol usando protocolos distintos de autorregulação do nível de esforço: 1) controle objetivo do percentual de perda da velocidade intra-séries usando o *encoder* linear; 2) controle subjetivo a partir da percepção de perda da velocidade da barra

intra-séries. O estudo contou com 2 semanas de intervenção (3 sessões) e os participantes foram avaliados antes e após cada sessão de intervenção (Figura 1). Durante o pré-experimento foi conduzida uma familiarização para aplicação da máxima velocidade concêntrica (MVC) durante os exercícios agachamento (AG), levantamento terra com barra hexagonal (LT) e elevação pélvica (EP). Após intervalo de 24h foram realizadas avaliações do perfil carga-velocidade nos três exercícios. Adicionalmente, foram reservadas ainda no pré-experimento, 4 sessões de familiarização com a utilização da percepção de mudança da velocidade (PPV) para autorregulação do volume intra-série no TF. Os participantes foram randomizados de forma estratificada e com taxa de alocação de 1:1 entre os protocolos de autorregulação objetiva (PV20% e PV40%) ou subjetiva (PPV) e após 48h realizaram avaliações antropométricas.

Desenho Experimental

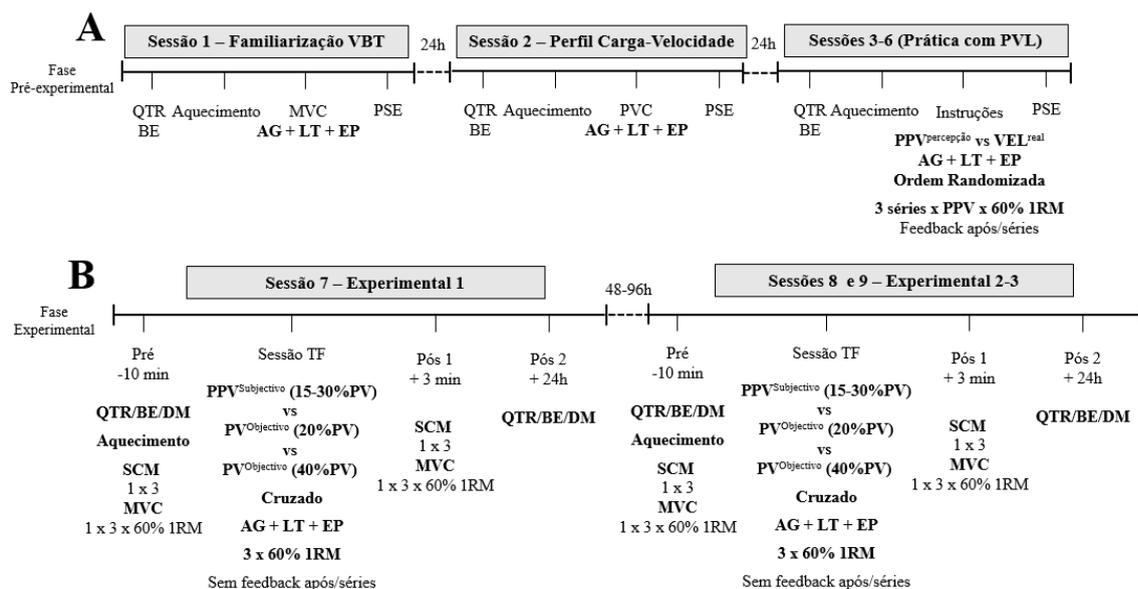


Figura 1- Desenho experimental: QTR – qualidade total de recuperação; DM – dor muscular; BE – bem-estar; AG – agachamento; LT – levantamento terra com barra hexagonal; EP – elevação pélvica; MVC- máxima velocidade concêntrica; PVC – perfil carga-velocidade; PSE- percepção subjetiva do esforço; 1RM – 1 repetição máxima; PPV - percepção de perda da velocidade; PV - perda de velocidade; SCM - salto com contramovimento;

Na semana seguinte os participantes foram submetidos a 3 sessões de treinamento de força com 2 formas de autorregulação do TF (objetiva e subjetiva) e 3 protocolos (PPV vs PV 20% vs PV 40%) envolvendo os exercícios AG, LT e EP. Ambos os protocolos experimentais realizaram os exercícios com máxima velocidade intencional na fase concêntrica do

movimento. A carga relativa (60% 1 RM), total de séries por exercício (3 séries) e intervalo entre as séries (2 minutos) foram equalizados entre os protocolos. Os protocolos PV 20% e PV 40% executaram repetições por séries controladas por um *encoder* linear até alcançar o limiar de perda da velocidade equivalente a 20% e/ ou 40%. O protocolo PPV controlou o número de repetições por série usando a percepção de perda da velocidade da barra dentro de uma zona moderada de perda da velocidade (15-30%), conforme realizado na familiarização. Antes e imediatamente após cada sessão do período de intervenção, os participantes foram avaliados a partir de variáveis neuromusculares (SCM, desempenho no agachamento com MVC) e perceptivas (BE, QTR, DM e PSE). Após 24h os sujeitos relataram as respostas de dor e percepção de esforço novamente.

4.2 Local, População e Amostra

A coleta foi realizada no Laboratório de Saúde e Condicionamento Físico da Universidade Federal de Pernambuco. Quinze homens atletas universitários de basquetebol participaram desse estudo (idade: $20,9 \pm 2,3$ anos; altura: $183,8 \pm 7,2$; massa corporal: $78,5 \pm 11,6$ kg; 1RM – AG, LT e EP respectivamente: $114,0 \text{ kg} \pm 23,8$, $164,2 \pm 32,8$ e $184,3 \pm 37,4$; 1RM/massa corporal – AG, LT e EP respectivamente: $1,46 \pm 0,29$, $2,10 \pm 0,36$ e $2,36 \pm 0,42$). Os três protocolos (PPV vs PV 20% vs PV 40%) foram avaliados em 3 momentos diferentes: antes (SCM, MVC, BE, QTR e DM), logo após (DM e PSE) e 24 horas após as sessões (BE, QTR e DM). O tamanho da amostra para o estudo foi definido por conveniência de acordo com o número de voluntários disponíveis.

4.3 Critérios de Exclusão e Inclusão

Os critérios de inclusão para participar no estudo serão: a) ser atleta de basquetebol e participar de competições estaduais, regionais ou nacionais; b) ter idade entre 18 e 29 anos; c) ter pelo menos de 6 meses a 1 ano de experiência em treinamento de força e ser capaz de executar exercícios com peso livre do programa previsto corretamente; d) estar apto para desempenhar testes durante o estudo; e) apresentar ao menos 1,25 vezes a sua massa corporal para o valor de 1RM (estimado pelo perfil carga-velocidade) para o agachamento e f) não apresentar lesões osteomioarticulares. Os critérios de exclusão serão: a) utilizar qualquer tipo de recurso ergogênico que possa influenciar a performance física durante o período do estudo; b) ser acometido por algum tipo de lesão osteomioarticular durante o período de coleta de

dados; c) e não comparecer a um total de 3 ou mais sessões de treinamento durante a intervenção.

4.4 Recrutamento

O recrutamento dos participantes foi realizado por convites feitos diretamente pelos pesquisadores junto à equipe de basquetebol, com a anuência da supervisão e comissão técnica.

4.5 Variáveis do Estudo

As seguintes variáveis foram consideradas para avaliar as mudanças nas respostas neuromusculares pré e após sessões de intervenção: velocidade média propulsiva no agachamento (VMP) atingida contra cargas absolutas equivalentes a 1m/s; desempenho no salto vertical com contramovimento (SCM); qualidade total de recuperação (QTR); percepção de bem-estar (BE); percepção de dor muscular nos membros inferiores (DM); percepção subjetiva do esforço (OMNI-RES); repetições por série; volume-carga; e carga interna da sessão (PSE-sessão).

4.6 Procedimentos

Determinação do Perfil Carga-Velocidade Individual

O perfil carga-velocidade do exercício agachamento seguiu os procedimentos descritos por Sánchez-Medina et al. (2017) para avaliação da força isoinercial. O teste envolveu de 7 a 9 incrementos. A carga inicial foi de 20 kg para todos os participantes, e progressivamente aumentados incrementos de até 10kg até o ponto em que a velocidade média propulsiva (VMP) fosse inferior a $0.70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. A partir disso, foram realizados incrementos menores (5 – 2,5 kg), de modo que o 1RM fosse determinado com maior precisão. Pesquisadores estiveram presentes durante todo o procedimento em ambos os lados da barra quando altas cargas foram levantadas para garantir a segurança. Para cargas mais leves ($\text{VMP} > 1.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) três tentativas foram executadas, duas tentativas para cargas moderadas ($0.70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \leq \text{VMP} \leq 1.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$); e apenas uma para as cargas mais pesadas ($\text{VMP} < 0.70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). As pausas de descanso foram de 2 - 3 minutos para as cargas mais leves e médias, e 5 minutos para as cargas mais pesadas. Os sujeitos foram orientados e encorajados a

executarem a máxima velocidade concêntrica do movimento. Apenas a repetição com a VMP mais rápida para cada carga foi considerada para análise. Todas as velocidades das repetições foram registradas usando um transdutor linear de posição (Speed4lifts, Madri, Espanha), previamente validado como um dos mais confiáveis para a obtenção de medidas da velocidade da barra (PÉREZ-CASTILLA et al., 2019).

O perfil carga-velocidade do exercício LT seguiu os procedimentos descritos por Gantois et al. (2023). A carga inicial foi de 20 kg para todos os participantes, e progressivamente aumentados incrementos até o ponto em que a velocidade média propulsiva (VMP) fosse inferior a 0.80 m. s^{-1} . A partir disso, foram realizados incrementos 10 a 5 kg (VMP $0.80\text{-}0.50 \text{ m. s}^{-1}$ e $0.60\text{-}0.40 \text{ m. s}^{-1}$, respectivamente), e 5-1 kg até que o 1 RM fosse determinado com precisão. Para cargas mais leves (VMP $> 0.80 \text{ m. s}^{-1}$) três tentativas foram executadas, duas tentativas para cargas moderadas ($0.50 - 0.80 \text{ m. s}^{-1}$); e apenas uma para as cargas mais pesadas (VMP $< 0.50 \text{ m. s}^{-1}$). As pausas de descanso foi de 2, 3 e 4 minutos, respectivamente.

Por fim, o perfil carga-velocidade para o exercício *hip-thrust* seguiu os procedimentos descritos por de Hoyo et al. (2019). A carga inicial foi de 20 kg para todos os participantes, e progressivamente aumentados incrementos até o ponto em que a velocidade média propulsiva (VMP) fosse inferior a 0.50 m. s^{-1} . A partir disso, foram realizados incrementos 10kg (VMP $0.50\text{-}0.35 \text{ m. s}^{-1}$), e 2-5 kg até que o 1RM fosse determinado com precisão. Para cargas mais leves (VMP $> 1.15 \text{ m. s}^{-1}$ e $0.50\text{-}1.15 \text{ m. s}^{-1}$) quatro e três tentativas foram executadas, respectivamente (pausas de 3 a 5 minutos). Duas tentativas para cargas mais pesadas (VMP $< 0.50 \text{ m. s}^{-1}$, com pausas de 6 minutos) e o sujeito finaliza o teste quando completasse apenas 1 repetição.

Teste de Salto com Contramovimento (SCM)

Os atletas realizaram o teste para avaliação da função neuromuscular através do salto com contramovimento. Os procedimentos de execução do teste foram os descritos por Loturco et al. (2017) A amplitude do salto com contramovimento foi determinada em aproximadamente 90° . Todos os sujeitos foram encorajados a realizar esforço máximo e “saltar o mais alto possível”. Além disso, serão instruídos a posicionarem as mãos nos quadris, para realizar um movimento descendente, seguido de uma extensão completa das pernas, mantendo os joelhos e o quadril totalmente estendidos até o contato com o solo para garantir a validade do teste. A altura do salto foi determinada usando uma plataforma de

contato válida e confiável da marca Elite Jump (LOTURCO et al., 2017) e a média das tentativas foi registrada para análise.

Máxima Velocidade Concêntrica no Agachamento (MVC)

A velocidade de movimento no exercício resistido foi testada seguindo os procedimentos descritos por Sánchez-Medina et al., (2017). Os sujeitos receberam instrução para realizar a fase concêntrica no exercício de agachamento no Smith Machine na máxima velocidade possível. Forte incentivo verbal e *feedback* da velocidade foram fornecidos para motivar os sujeitos a se esforçarem ao máximo. Não foi permitido saltar do chão, embora os sujeitos pudessem levantar os calcanhares no final da fase concêntrica. Foram realizadas 3 repetições no agachamento pré e pós experimento com uma carga referente a 60% de 1RM em todas as sessões. Um transdutor linear de posição (Vitruve, Madrid, Espanha) foi utilizado para avaliação da velocidade de movimento.

Percepção de Bem-Estar (BE)

Os indivíduos também responderam ao questionário de bem-estar (BE) antes de todas as sessões e após 24h das intervenções durante o período experimental. O questionário avaliou a fadiga, a qualidade do sono, a dor muscular geral, os níveis de estresse e o humor em uma escala de cinco pontos (pontuações de 1 a 5, incrementos de 0,5 pontos) (MCLEAN et al., 2010). O BE geral dos participantes foi determinado pela soma das cinco pontuações.

Qualidade Total de Recuperação (QTR)

O nível de recuperação percebida foi avaliado através da escala de qualidade total de recuperação (QTR) antes de cada sessão experimental (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). As pontuações do QTR variam de 6 a 20, o qual um nível mais alto de recuperação percebida está relacionado a pontuações mais altas. Para realizar a sessão de treinamento, os participantes precisavam relatar uma pontuação de no mínimo 15 pontos. Caso a pontuação reportada fosse abaixo desse valor, a sessão seria remarcada.

Percepção de Dor Muscular (DM)

O nível de dor muscular para os membros inferiores foi avaliado através de uma escala visual analógica com pontuação de 0 a 10, com as legendas “sem dor” e “extremamente doloroso” nas respectivas pontuações (LOTURCO et al., 2016; VAILE; GILL; BLAZEVIČH, 2007; WILLIAMSON; HOGGART, 2005). Os participantes foram solicitados a relatar o nível atual de dor antes, imediatamente após e após 24 horas da sessão.

Percepção Subjetiva do Esforço (PSE)

Já a percepção subjetiva de esforço (PSE) era relatada após o término de cada sessão experimental utilizando a escala OMNI-RES (ROBERTSON et al., 2003). A escala possui descritores distribuídos ao longo de uma faixa de resposta numérica de 0 a 10 e é apresentada em um formato de esforço seguindo um gradiente de intensidade. Todos os participantes foram familiarizados com ambas as escalas na sessão 1 para os procedimentos de ancoragem. O mesmo avaliador realizou a coleta das variáveis perceptivas individualmente 30 minutos após cada uma das sessões.

Volume-Carga

O volume de treinamento foi determinado pelo cálculo do volume-carga. O volume-carga foi obtido pelo número total de repetições x carga (kg) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

Percepção Subjetiva da Sessão (PSE-sessão)

Os mesmos avaliadores obtiveram as variáveis perceptivas individualmente durante todas as sessões. A carga interna de treinamento de cada condição experimental foi quantificada usando o método da PSE-sessão (MCGUIGAN; FOSTER, 2004). A carga interna do treinamento foi calculada como o produto do escore de PSE pelo número total de repetições completadas na sessão.

Familiarização I e II

Os atletas realizaram dois processos de familiarização na semana precedente às intervenções. A primeira familiarização foi para o uso da máxima velocidade intencional na fase concêntrica do movimento para os exercícios AG, LT e EP. Inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento geral constituído por: 2 x 10 repetições de mobilidade do quadril semi-ajoelhado; 2 x 12 repetições de ponte unilateral alternada; 2 séries de 40 segundos para

skipping alto; 2 séries de 40 segundos de saltos. Em seguida, foi realizado um aquecimento específico com os exercícios AG, LT e EP constituído por: 1 série de 10 repetições com uma carga equivalente a 50% 1RM para cada exercício. Os mesmos procedimentos de aquecimento geral e específico foram usados como padrão para ambos os protocolos experimentais em todas as sessões experimentais. A familiarização com a MVC teve a seguinte configuração: 3 séries de 12 repetições com carga equivalente a 60% 1RM. Foi utilizado um intervalo de recuperação de 2 – 3 minutos entre as séries para todos os exercícios.

A familiarização II teve um total de 4 visitas, referente ao uso da percepção de perda da velocidade da barra como critério para encerrar a série dentro de uma faixa de perda da velocidade equivalente a um moderado nível de esforço. Baseado no estudo de Silva et al. (2024) uma escala de sinalização de perda da velocidade composta por 3 cores foi utilizada na familiarização. O sinal verde indica pouca redução da velocidade da barra em relação à 1ª repetição (<15% PV = baixo nível de esforço). O sinal amarelo é correspondente a uma moderada redução da velocidade em relação a máxima velocidade da 1ª repetição (15% - 30% PV = moderado nível de esforço). Já o sinal vermelho representa uma grande redução da velocidade em relação a máxima velocidade da 1ª repetição (>30% PV = alto nível de esforço). Além disso, um vídeo demonstrativo com a execução de uma série até a falha muscular para ambos os exercícios foi apresentado, com a intenção de relacionar a velocidade da barra às cores correspondentes à escala de sinalização. O vídeo apresentou as cores equivalentes às faixas de PV durante cada repetição da série.

Os participantes receberam instruções específicas para o uso da escala com as faixas de perda da velocidade seguidas de mais duas reproduções do vídeo demonstrativo. O protocolo de familiarização foi realizado em 3 séries autorreguladas pela percepção de perda da velocidade com carga a 60% 1RM e intervalo de recuperação de 2-3 minutos entre as séries. As séries autorreguladas eram interrompidas quando o participante identificava uma redução moderada na velocidade (ou seja, cor amarela) em relação a sua 1ª repetição da série para cada exercício.

Os participantes verbalizaram a cada repetição a zona de PV (representada pelas cores) que eles julgaram estar de acordo com a escala de faixas da velocidade. Ao final de cada série autorregulada os participantes receberam *feedback* visual e verbal relacionados a PV real (registrada pelo transdutor linear) e a velocidade percebida. O vídeo “demonstrativo” foi apresentado mais uma vez, como sugerido por Silva et al. (2024).

Programa de Intervenção

A descrição do programa de treinamento de força de ambos os protocolos é apresentada na tabela 3. Ambos os protocolos receberam instruções específicas e foram submetidos a um programa de treinamento de força ao longo de 3 sessões com os exercícios AG, LT e EP. Os três protocolos experimentais treinaram em ordem randomizada, com zona de nível de esforço de PPV 15%-30%, PV 20% e PV 40%, intervalo de recuperação entre as séries (2 a 3 minutos), descanso entre as sessões (até 72 horas) e carga (60% 1 RM). Todas as sessões tiveram a velocidade da repetição registrada a partir de um transdutor linear de posição (Speed4lifts, Madri, Espanha) acoplado à barra durante as execuções dos exercícios AG, LT e LT.

As cargas foram definidas individualmente para combinar a velocidade associada com o % 1RM previamente estabelecido para cada sessão. Os sujeitos de PV 20% e PV 40% encerraram as repetições intra-séries ao atingir um limiar de PV 20% ou PV 40%, mensurado a partir do *encoder* linear. Já os sujeitos de PPV autorregularam as repetições intra-séries usando a percepção de perda da velocidade da barra como critério para encerrar a série dentro de uma faixa de perda da velocidade equivalente a um moderado nível de esforço (PV 15% - 30%). Durante as intervenções, os participantes foram encorajados a executar cada repetição com a máxima velocidade intencional. A execução do exercício AG, LT e EP e foram realizados conforme protocolos descritos previamente na literatura (DE HOYO et al., 2019; GANTOIS et al., 2023; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017).

TABELA 3 – Características descritivas do programa de TF com os exercícios AG, LT e LT para os três protocolos experimentais.

Programação	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3
Exercícios	Séries x PV (%)	Séries x PV (%)	Séries x PV (%)
Agachamento	3 x PV15-30% (60% 1 RM)	3 x PV 20% (60% 1 RM)	3 x PV 40% (60% 1 RM)
Levantamento Terra com barra Hexagonal	3 x PV15-30% (60% 1 RM)	3 x PV20% (60% 1 RM)	3 x PV40% (60% 1 RM)
Elevação Pélvica	3 x PV15-30% (60% 1 RM)	3 x PV20% (60% 1 RM)	3 x PV40% (60% 1 RM)

Nota: PV – perda de velocidade; %1 RM - Percentual de 1 repetição máxima.
Obs.: a ordem dos protocolos em cada sessão foi randomizada.

4.7 Tratamento de Dados

Inicialmente foi conduzida uma análise descritiva dos dados por meio de média e desvio-padrão. Os efeitos agudos dos diferentes protocolos de autorregulação do volume intra-série sobre as respostas neuromusculares e perceptivas foram analisados usando Modelos de Equações de Estimativa Generalizadas. Foram realizadas comparações entre as medidas dos três protocolos de autorregulação em diferentes momentos (pré x pós-intervenção). O teste *post hoc* de Bonferroni foi usado para as comparações entre os pares. O nível de significância de $p \leq 0,05$ foi adotado para todas as comparações. O tamanho do efeito (TE) foi calculado usando o Cohen's d (diferença média dividida pelo desvio padrão do escore de mudança) (DANKEL; LOENNEKE, 2021). A magnitude do tamanho do efeito foi interpretada como trivial < 0.2 ; $0.2 \leq$ pequeno < 0.6 ; $0.6 \leq$ moderado < 1.2 ; $1.2 \leq$ grande < 2.0 ; muito grande > 2.0 (HOPKINS et al., 2009). Todas as análises foram realizadas no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS versão 21.0 para Windows).

4.8 Riscos e Benefícios

Quanto aos riscos e desconfortos, todos os testes e medidas utilizados neste estudo são bem tolerados. No geral, os participantes deverão sentir incômodos e desconfortos durante as avaliações que envolvem esforço físico, entretanto, de maneira similar às rotinas de treinamento. Nessas atividades que envolvem esforço físico, poderá ocorrer cansaço e desconforto muscular durante e após os procedimentos. É esperado um aumento dos batimentos cardíacos e redução da prática de atividades físicas cansativas no dia seguinte. Como forma de minimizar os riscos acima citados, serão adotados procedimentos de segurança, tais como: realização de testes e avaliações com cargas adequadas ao nível de condicionamentos dos atletas, que tenham respaldo científico e risco controlado; inclusão de intervalos entre 2 a 10 minutos entre os esforços para minimizar os desconfortos e garantir uma recuperação ótima; realização de procedimentos de avaliação apenas com pesquisadores capacitados e habilitados para a correta execução dos testes com segurança; uso de equipamentos que disponham de travas e dispositivos de segurança para minimizar e controlar os riscos; realização de condutas de familiarização dos participantes com os procedimentos de avaliação. Os riscos de lesão são pequenos e similares aos envolvidos na rotina de treinamento e prática esportiva.

Durante todos os procedimentos de avaliação e das sessões de exercícios físicos, caso ocorra alguma intercorrência, os seguintes procedimentos serão adotados: 1) interrupção imediata do exercício; 2) procedimentos iniciais para recuperação; 3) se necessário, prestação de primeiros socorros pelos membros da pesquisa; 4) se necessitar de atendimento médico, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) será chamado. Neste caso, o pesquisador será o responsável em acompanhar o indivíduo ao hospital juntamente com o serviço especializado e comunicar aos familiares sobre a situação do voluntário. Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa são: avaliação completa do nível de condicionamento físico dos atletas, sendo disponibilizados relatórios com variáveis antropométricas, força contra diferentes cargas, velocidade, potência e agilidade, que serão entregues em mãos ou via e-mail de acordo com a preferência do avaliado. Tais informações são importantes parâmetros para a orientação do treinamento e extremamente úteis para no futuro nortear a manipulação da carga de treinamento e melhora do desempenho esportivo dos indivíduos.

5 RESULTADOS

Respostas neuromusculares

A tabela 4 e a figura 2 mostram as respostas neuromusculares agudas para os diferentes protocolos de autorregulação das repetições intra-série (PPV, PV 20% and PV 40%). Não houve diferença significativa entre os diferentes protocolos durante o baseline para as medidas de SCM e VMP ($p=1,00$). No entanto, a altura do SCM reduziu significativamente desde o início até a sessão pós-treinamento nos protocolos PPV ($p<0,01$; $\Delta\%=-5,4 \pm 3,7$; $ES=0,25$), PV 20% ($p<0,01$; $\Delta\%=-5,8 \pm 5,4$; $ES=0,33$), e PV 40% ($p<0,01$; $\Delta\%=-12,3 \pm 8,7$; $ES=0,59$). Da mesma forma, a VMP reduziu significativamente desde o início até a sessão pós-treinamento após PV 20% ($p<0,01$; $\Delta\%=-9,4 \pm 5,7$; $ES=0,63$) e PV 40% ($p<0,01$; $\Delta\%=-14,4 \pm 11,2$; $ES=1,01$), mas sem mudanças significativas após o protocolo PPV ($p=0,26$; $\Delta\%=-5,1 \pm 8,4$; $ES=0,29$). O PV 40% induziu maior comprometimento do SCM em relação aos protocolos PPV e PV 20% ($p=0,01$ e $p=0,03$, respectivamente). Em contraste, o protocolo PPV promoveu menor comprometimento no SCM ($p<0,04$) e VMP ($p<0,02$) comparado ao PV 40%.

Protocolo de Autorregulação	Variável Neuromuscular	Baseline	Pós-Sessão	ES Pós-Sessão
PPV Subjetiva	SCM (cm)	41,5 ± 8,7	39,3 ± 8,4*	0,25 (P)
	VMP (m.s)	0,75 ± 0,09	0,72 ± 0,11	0,29 (P)
PV20% Objetiva	SCM (cm)	41,5 ± 8,2	38,9 ± 7,4*	0,33 (P)
	VMP (m.s)	0,76 ± 0,09	0,70 ± 0,10*	0,63 (M)
PV40% Objetiva	SCM (cm)	41,4 ± 7,9	36,6 ± 8,2*#	0,59 (P)
	VMP (m.s)	0,79 ± 0,07	0,69 ± 0,12*†	1,01 (M)

Tabela 4. Comparação das respostas neuromusculares (baseline e pós-sessão) após cada protocolo de autorregulação.

Nota: os dados são apresentados como média e ± DP. PPV: percepção de perda da velocidade; PV: perda de velocidade; SCM: salto com contramovimento; VMP: velocidade média propulsiva no exercício agachamento; ES: tamanho de efeito; P: tamanho de efeito pequeno; M: tamanho de efeito moderado; *Diferenças estatisticamente significativas em relação ao baseline ($p < 0,001$). † Diferenças significativas comparado ao protocolo de autorregulação PPV ($p < 0,02$).

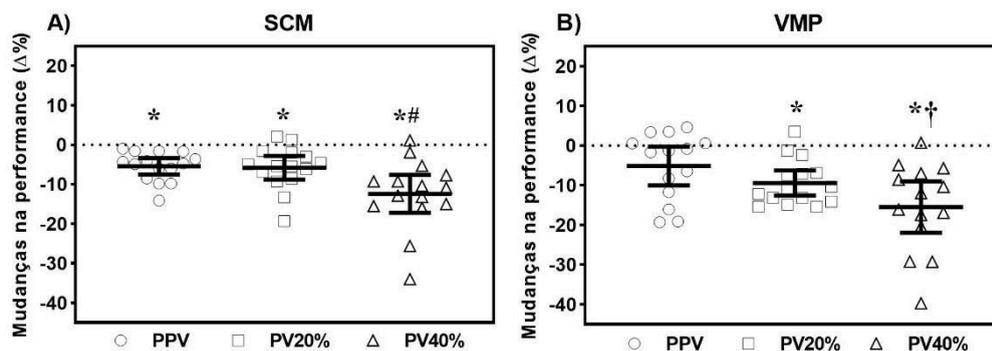


Figura 2. Comparação das mudanças nas respostas neuromusculares para cada protocolo de autorregulação. *Diferenças estatisticamente significativas em relação ao baseline ($p < 0,001$). #Diferenças significativas comparado aos protocolos de autorregulação PPV e PV 20% ($p < 0,03$). † Diferenças significativas comparado ao protocolo de autorregulação PPV ($p < 0,02$).

Respostas Perceptivas

As respostas perceptivas no baseline e após sessão de TF com os diferentes protocolos de autorregulação são apresentados na tabela 5. As respostas para QTR (recuperação), BE (percepção de bem-estar), e DM (dor muscular de início tardio nos membros inferiores) foram similares entre os protocolos experimentais na pré-sessão ($p > 0,33$). A pontuação do QTR reduziu significativamente do baseline para o pós-sessão nos protocolos PV 20% e PV 40% ($p < 0,01$). Menor pontuação do QTR foi observado para PV 40% do que PPV no pós-sessão ($p = 0,01$). Não houve diferença significativa para a pontuação

do BE do baseline para o pós-sessão para os diferentes protocolos de autorregulação ($p>0,39$). A pontuação do BE foi similar no pós-sessão para os diferentes protocolos experimentais ($p>0,25$). A pontuação para DM aumentou significativamente do baseline para o pós-sessão para todos os protocolos de autorregulação ($p<0,04$). A pontuação da DM foi similar no pós-sessão entre os diferentes protocolos experimentais ($p>0,11$).

Protocolo de Autorregulação	Variáveis Perceptivas	Baseline	Pós-24h
PPV ^{Subjetiva}	QTR	16,3 ± 1,6	15,6 ± 1,9
	BE	18,1 ± 2,4	18,4 ± 2,5
	DM	2,9 ± 1,9	4,1 ± 2,5*
PV20% ^{Objetiva}	QTR	16,4 ± 1,4	14,4 ± 3,1*
	BE	19,0 ± 2,5	19,5 ± 3,0
	DM	3,2 ± 2,0	4,0 ± 2,2*
PV40% ^{Objetiva}	QTR	16,7 ± 1,6	13,3 ± 3,3*#
	BE	18,0 ± 3,4	17,7 ± 2,2
	DM	3,6 ± 2,6	5,5 ± 2,4*

Tabela 5. Comparação das respostas perceptivas intra (baseline e pós-sessão) e entre os protocolos experimentais. Os dados estão apresentados em média e desvio padrão.

Nota: PPV: percepção de perda da velocidade; PV: perda de velocidade; QTR: qualidade total de recuperação; DM: dor muscular de início tardio; PSE: percepção subjetiva do esforço. * Diferenças estatisticamente significativas em relação ao baseline ($p<0,05$). # Diferenças significativas comparado ao protocolo de autorregulação PPV ($p=0,01$).

Variáveis do Treinamento

As características do treinamento realizado pelos diferentes protocolos estão descritas em detalhes na tabela 6. A figura 3 mostra o número de repetições por exercício e o total de repetições completadas na sessão por diferentes protocolos de autorregulação. A média de perda da velocidade por série apresentou um valor significativamente maior para o PV40% durante o AG ($p<0,001$), EP ($p<0,001$) e LT ($p<0,001$) comparado aos protocolos PPV e PV 20%. Como resultado, o grupo PV 40% realizou significativamente mais repetições por série no AG ($p<0,001$), EP ($p=0,05$) e LT ($p<0,001$), comparado a PPV e PV 20%. O volume-carga também foi significativamente maior para o grupo PV 40% (7951 ± 2546 kg) comparado aos protocolos PPV (5411 ± 1543 kg) e PV 20% (5780 ± 1750 kg) respectivamente ($p<0,001$). A pontuação da PSE não foi diferente entre os protocolos PPV e PV 20%, mas foi significativamente maior para o PV 40% ($p<0,001$). A PSE-Sessão também foi significativamente maior para o grupo PV 40% ($712,0 \pm 224,9$ UA) comparado aos protocolos PPV ($386,1 \pm 156,1$ UA) e PV 20% ($420,4 \pm 172,7$ UA) ($p<0,001$).

Tabela 6. Características descritivas da sessão de treinamento com diferentes protocolos de autorregulação.

Variáveis	PPV (n=16)	PV20% (n=15)	PV40% (n=16)
Repetições/série _{BS}	6,5 ± 0,3	7,6 ± 1,0	13,0 ± 2,6*
PV/série (%) _{BS}	24,7 ± 7,7	25,4 ± 3,9	47,7 ± 4,9*
Repetições/série _{HT}	6,8 ± 0,3	6,8 ± 0,4	8,4 ± 0,2*
PV/série (%) _{HT}	32,9 ± 14,5	26,2 ± 12,1	48,2 ± 14,8*
Repetições/série _{HBD}	6,1 ± 0,3	6,4 ± 0,3	8,5 ± 1,1*
PV /série (%) _{HBD}	28,6 ± 7,3	28,5 ± 6,1	43,6 ± 5,3*
Volume-carga (kg)	5411 ± 1543	5780 ± 1750	7951 ± 2546*
PSE	6,5 ± 1,6	6,6 ± 1,8	8,3 ± 1,7*
PSE-Sessão (u.a)	386,1 ± 156,1	420,4 ± 172,7	712,0 ± 224,9*

Dados apresentados em média e ± DP. PPV: percepção de perda da velocidade; PV: perda de velocidade; QTR: qualidade total de recuperação; PSE: percepção subjetiva do esforço. *Diferenças significativas comparado aos protocolos de autorregulação PPV e PV 20% ($p \leq 0,05$).

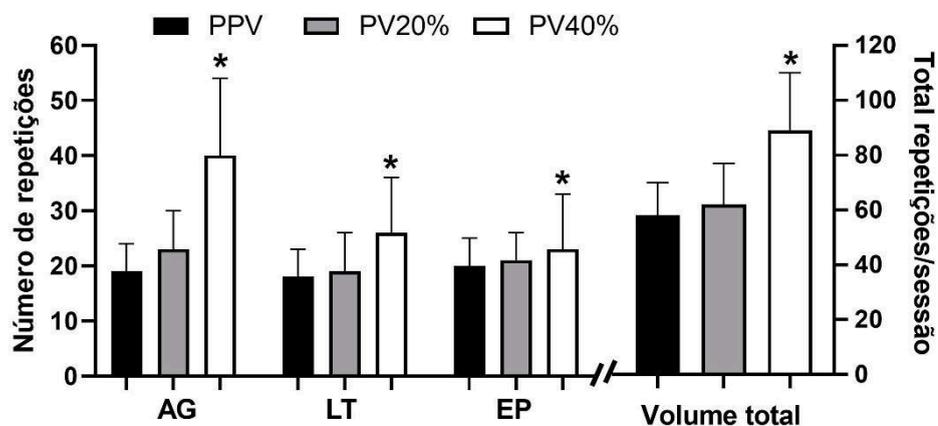


Figura 3. Número de repetições por exercício e o total de repetições completadas na sessão por diferentes protocolos de autorregulação. Dados apresentados como média ± DP. PPV: percepção de perda da velocidade; PV: perda de velocidade; QTR: qualidade total de recuperação; PSE: percepção subjetiva do esforço. *Diferenças significativas comparado aos protocolos PPV e PV20% ($p \leq 0,05$).

Respostas Adversas

Durante a condição experimental PV 40% do estudo, 4 participantes tiveram reações adversas (26% da amostra). As reações adversas incluíram náusea/vômito (n=4), tontura

(n=2), sensação de pressão nos ouvidos (n=1) e dor de cabeça (n=1). Dois participantes não completaram a sessão de treinamento (um sujeito com 5 séries restantes para 2 exercícios e outro sujeito com 2 séries restantes para 1 exercício) devido às suas respectivas reclamações.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve o objetivo de comparar os efeitos agudos de diferentes protocolos de autorregulação do volume de treinamento (PPV, PV 20% e PV 40%) sobre as respostas neuromusculares (desempenho no SCM e MVC no agachamento) e perceptivas (BE, QTR, DM e PSE) de atletas universitários de basquetebol. Nós hipotetizamos que a autorregulação do volume intra-série usando a percepção de perda da velocidade da barra (PPV 15%-30%) e PV20% resultariam em respostas neuromusculares e perceptivas agudas similares, e ambas apresentariam menores efeitos negativos agudos que o protocolo com PV40% sobre as variáveis analisadas. Os principais resultados do nosso estudo foram: 1) PPV e PV 20% resultaram em menor comprometimento das respostas neuromusculares agudas em relação a PV 40%; 2) PPV apresentou qualidade total de recuperação superior à condição PV40%; 3) PV 40% resultou em maior PSE em relação a PPV e PV 20%; 4) somente a condição PV 40% causou reações adversas durante as sessões de treinamento. É importante ressaltar que a acurácia da autorregulação por meio da PPV foi investigada previamente (SILVA et al., 2024), entretanto o presente estudo foi o primeiro a comparar os seus efeitos agudos em relação ao protocolo objetivo com diferentes limiares de PV sobre variáveis neuromusculares e perceptivas.

Os resultados mostraram que os protocolos PPV e PV 20% foram mais eficientes em preservar o desempenho neuromuscular do salto vertical e máxima velocidade concêntrica em comparação ao protocolo PV 40%. Esses achados são consistentes com pesquisas anteriores que demonstraram que baixos a moderados (< PV30%) limiares de PV intra-série resultam em menor fadiga neuromuscular em relação a altos limiares de PV (>PV40%) (RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; WEAKLEY et al., 2020b). Logo, era esperado que a condição PV 40% induzisse um maior comprometimento agudo do desempenho no SCM e MVC após a intervenção. Além disso, como hipotetizado, os protocolos PPV e PV 20% apresentaram efeitos similares entre si sobre as respostas neuromusculares. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que o TF autorregulado com moderado percentual de PV (ex. 15% - 30%) está associado a um baixo a moderado nível de esforço, fadiga neuromuscular e estresse metabólico

(SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). Durante o protocolo PV 40%, os atletas experienciaram maior percentual de PV e volume-carga durante a série em comparação aos protocolos PPV e PV 20% (tabela 6), o que pode ter influenciado as respostas neuromusculares distintas.

Em relação às respostas perceptivas, os protocolos experimentais (PPV, PV 20% e PV 40%) não comprometeram a percepção de BE, mas prejudicaram significativamente a dor muscular (DM) após 24h do treino. A condição PV 40% resultou em menor qualidade de recuperação (QTR) em comparação à condição PPV que foi similar a PV 20%. Por fim, PV 40% resultou em maior percepção de esforço em relação à condição PPV e PV 20%. Em conjunto, tais resultados confirmam parcialmente a hipótese de estudo para as respostas perceptivas. A dor muscular tardia está associada ao dano muscular e processos inflamatórios do tecido muscular desencadeado pelo exercício (HOTFIEL et al., 2018). Nossos resultados sugerem que a dor muscular pode ser comprometida mesmo em condições de volume, trabalho, fadiga e carga relativamente moderada como nos protocolos PPV e PV 20%. A recuperação após o TF depende de diversos fatores, especialmente aqueles que determinam a quantidade de trabalho, magnitude da carga interna e fadiga da sessão de treinamento (JUKIC et al., 2023). Há evidências prévias que sessões de TF com altos limiares de perda de velocidade (PV 40%) prejudicam a cinética de recuperação em maior magnitude que moderados limiares (PV 20%) (PAREJA-BLANCO et al., 2019). Adicionalmente, vários estudos reportam aumento da PSE com o aumento do percentual de PV e volume intra-série (JUKIC et al., 2023; RODRÍGUEZ-ROSELL et al., 2018; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; WEAKLEY et al., 2020a, 2020b). Cabe ressaltar que 26% dos atletas experienciaram reações adversas como náusea, vômito, tontura, pressão no ouvido e dor de cabeça decorrentes do protocolo de treinamento envolvendo PV40%. No melhor do nosso conhecimento, não há relatos prévios na literatura de reações similares durante sessões de TF com altos limiares de PV (>40%). Os estudos prévios que investigaram os efeitos agudos e crônicos de intervenções com altos limiares de PV normalmente envolvem programas de treinamento com um único exercício (MUÑOZ-LÓPEZ et al., 2022; NÁJERA-FERRER et al., 2021; PAREJA-BLANCO et al., 2019; WEAKLEY et al., 2020a). As sessões de treinamento do presente estudo engloba três exercícios resistidos para membros inferiores, o que pode ter favorecido a ocorrência das reações adversas durante o protocolo PV 40%. Em suma, o maior percentual de PV, volume, trabalho, fadiga, e carga interna experienciada pelos atletas durante o protocolo PV 40% pode explicar os maiores efeitos negativos sobre as respostas neuromusculares e perceptivas.

Em conjunto, nossos resultados sugerem que o protocolo de autorregulação subjetiva com moderado limiar de PV foi mais eficiente para minimizar potenciais efeitos negativos sobre as respostas agudas neuromusculares e perceptivas em comparação ao protocolo de autorregulação objetiva com alto limiar de PV (40%). Esses resultados são úteis para os profissionais que buscam otimizar o treinamento de força utilizando estratégias alternativas de aplicação do treinamento baseado em velocidade em situações quando a utilização de dispositivos tecnológicos para monitoramento da velocidade da barra é inviável.

Este trabalho apresenta algumas limitações que devem ser levadas em consideração. Em primeiro lugar, este foi o primeiro estudo a examinar os efeitos agudos do TF com o protocolo de PPV sobre o desempenho neuromuscular e respostas perceptivas. Estudos futuros devem explorar mais as adaptações e os benefícios do treinamento com PPV a longo prazo. Em segundo lugar, neste estudo nós escolhemos três exercícios para os membros inferiores, mas seria interessante que estudos futuros também incorporassem exercícios para os membros superiores no programa de TF (por exemplo, supino, desenvolvimento etc.). Além disso, a amostra do estudo foi formada apenas por atletas de basquete do sexo masculino e com experiência em TF. Portanto, é preciso avaliar também outras populações (por exemplo, participantes sem experiência, mulheres, atletas de elite etc.).

Este estudo traz contribuições relevantes para os treinadores e especialistas em força e condicionamento que querem implementar programas de TF baseado na velocidade sem a necessidade de equipamentos tecnológicos. Silva et al. (2024) já haviam mostrado que a percepção da velocidade é um protocolo com acurácia aceitável para controlar o volume de repetições intra-série dentro de uma zona com moderado limiar de PV. Uma análise comparativa dos protocolos PPV, PV 20% e PV 40% revelou que os dois primeiros apresentaram resultados semelhantes e superiores ao último na preservação do desempenho neuromuscular e respostas perceptivas. Isso indica que tanto o protocolo PPV quanto PV 20% são estratégias que podem ser recomendadas na rotina de treinamento de atletas sem comprometer o desempenho no treinamento específico da modalidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o controle do volume intra-série durante o TF utilizando o protocolo da percepção de perda de velocidade (PPV) já tenha se acurado, os seus efeitos agudos eram desconhecidos. Em conclusão, os resultados do presente estudo sugerem que a PPV com moderado limiar de PV pode ser implementada como estratégia alternativa de autorregulação

do número de repetições intra-série no TF de atletas como meio de minimizar os potenciais efeitos negativo agudos de protocolos com altos limiares de PV sobre as respostas neuromusculares e perceptivas. Portanto, o PPV pode ser uma alternativa viável para o TF de atletas quando não há acesso a equipamentos de medição da velocidade da barra para o controle objetivo do volume e seus efeitos agudos sobre o comprometimento do desempenho neuromuscular e respostas perceptivas.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, p. 2309–2318, 2002.
- AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 31, n. 2, p. 61–67, 2003.
- ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, p. 174–180, 2000.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-RAMOS, A.; JIMÉNEZ-REYES, P. Load–velocity profiling in the military press exercise: effects of gender and training. **International Journal of Sports Science and Coaching**, v. 13, n. 5, p. 743–750, 1 out. 2018.
- BANYARD, H. G. et al. Validity of various methods for determining velocity, force, and power in the back squat. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 9, p. 1170–1176, 1 out. 2017.
- BANYARD, H. G. et al. Comparison of velocity-based training methods and traditional 1RM-percent-based training prescription on acute kinetic and kinematic variables. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 246–255, 1 fev. 2018.
- BAUTISTA, I. J. et al. Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. 3, p. 542–549, 2014.
- BAUTISTA, I. J. et al. Concurrent validity of a velocity perception scale to monitor back squat exercise intensity in young skiers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 421–429, 2016.
- BENAVIDES-UBRIC, A. et al. Analysis of the load-velocity relationship in deadlift exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 19, p. 452–459, 2020.
- BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. **Sports Medicine**, v. 35, n. 10, p. 841–851, 2005.
- BRZYCKI, M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 64, n. 1, p. 88–90, jan. 1993.
- BUSSO, T. Variable dose-response relationship between exercise training and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1188–1195, 1 jul. 2003.

- CAMPOS, G. E. R. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 2002.
- CONCEIÇÃO, F. et al. Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 12, p. 1099–1106, 17 jun. 2016.
- CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power part 2-training considerations for improving maximal power production. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 125–146, 2011.
- CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. **Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 967–989, 2005.
- CUNANAN, A. J. et al. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 787–797, 1 abr. 2018.
- DANKEL, S. J.; LOENNEKE, J. P. Effect sizes for paired data should use the change score variability rather than the pre-test variability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 6, p. 1773–1778, 2021.
- DE HOYO, M. et al. Predicting loading intensity measuring velocity in barbell hip thrust exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1–7, 2019.
- DEFREITAS, J. M. et al. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 11, p. 2785–2790, nov. 2011.
- DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. S3–S16, 2001.
- DORRELL, H. F.; SMITH, M. F.; GEE, T. I. Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 46–53, 2019.
- ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 11–23, 1 jan. 2008.
- ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 5, p. 1631–1648, 1992.
- FOLLAND, J. P. et al. Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, p. 370–374, 2002.
- FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145–168, 2007.

FORTES, L. S. et al. Effects of social media on smartphone use before and during velocity-based resistance exercise on cognitive interference control and physiological measures in trained adults. **Applied Neuropsychology:Adult**, v. 29, n. 5, p. 1188–1197, 2022.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Medicine**, v. 34, n. 10, p. 663–679, 2004.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006.

GALIANO, C. et al. Low-velocity loss induces similar strength gains to moderate-velocity loss during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1–6, 2020.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological Reviews**, v. S1, n. 4, p. 1725–1789, 2001.

GANTOIS, P. et al. Analysis of velocity- and power-load relationships of the free-weight back-squat and hexagonal bar deadlift exercises. **Biology of Sport**, v. 40, n. 1, p. 201–208, 2023.

GARCÍA-SILLERO, M. et al. Acute effects of a percussive massage treatment on movement velocity during resistance training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 15, p. 1–9, 1 ago. 2021.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 689–697, 2005.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 217–225, 1 mar. 2017.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; MARQUES, M. C.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. **Journal of Human Kinetics**, n. Special Issue, p. 15–19, 2011.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 5, p. 347–352, 2010.

GONZÁLEZ-GARCÍA, J. et al. Delayed potentiation effects on neuromuscular performance after optimal load and high load resistance priming sessions using velocity loss. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 12, p. 1617–1627, 2021.

GREIG, L. et al. Autoregulation in resistance training: addressing the inconsistencies. **Sports Medicine**, v. 50, n. 11, p. 1873–1887, 1 nov. 2020.

- HAKKINEN, K.; KOMI, P. V. Electromyographic changes during strength training and detraining. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 15, n. 6, p. 455–460, 1983.
- HELMS, E. R. et al. Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 38, n. 4, p. 42–49, 1 ago. 2016.
- HELMS, E. R. et al. Methods for regulating and monitoring resistance training. **Journal of Human Kinetics**, v. 74, n. 1, p. 23–42, 31 ago. 2020.
- HERNÁNDEZ-BELMONTE, A. et al. Level of effort: a reliable and practical alternative to the velocity-based approach for monitoring resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1–8, 2021.
- HOPKINS, W. G. et al. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3–12, jan. 2009.
- HOTFIEL, T. et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): part I: pathogenesis and diagnostics. **Sportverletzung-Sportschaden**, v. 32, n. 4, p. 243–250, 2018.
- IZQUIERDO, M. et al. Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 9, p. 718–724, set. 2006.
- JEFFRIES, A. C. et al. Development of a revised conceptual framework of physical training for use in research and practice. **Sports Medicine**, v. 52, n. 4, p. 709–724, 1 abr. 2021.
- JOVANOVIĆ, M.; FLANAGAN, E. P. Researched applications of velocity based strength training. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 21, n. 1, p. 58–69, 2014.
- JUKIC, I. et al. The acute and chronic effects of implementing velocity loss thresholds during resistance training: a systematic review, meta-analysis, and critical evaluation of the literature. **Sports Medicine**, v. 53, n. 1, p. 177–214, 1 jan. 2023.
- KEINER, M. et al. Long-term strength training effects on change-of-direction sprint performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 223–231, 2014.
- KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery: a conceptual model. **Sports Med**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.
- KRAMER, J. B. et al. Effects of single vs multiple sets of weight training: impact of volume, intensity and variation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 11, n. 3, p. 143–147, 1997.

- LARSEN, S.; KRISTIANSEN, E.; VAN DEN TILLAAR, R. Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance training interventions: a systematic review. **PeerJ**, v. 9, n. e10663, p. 1–30, 12 jan. 2021.
- LAZARUS, A. et al. Perception of changes in bar velocity as a resistance training monitoring tool for athletes. **Physiology and Behavior**, v. 231, n. 113316, p. 1–5, 15 mar. 2021.
- LOTURCO, I. et al. Effects of far infrared rays emitting clothing on recovery after an intense plyometric exercise bout applied to elite soccer players: a randomized double-blind placebo-controlled trial. **Biology of Sport**, v. 33, n. 3, p. 277–283, 2016.
- LOTURCO, I. et al. Validity and usability of a new system for measuring and monitoring variations in vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 9, p. 2579–2585, 1 set. 2017.
- MANN, J. B. et al. The effect of autoregulatory progressive resistance exercise vs. linear periodization on strength improvement in college athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1718–1723, 2010.
- MARTINEZ-CANTON, M. et al. Role of CaMKII and sarcolipin in muscle adaptations to strength training with different levels of fatigue in the set. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**31, v. 31, p. 91–103, 2021.
- MCGUIGAN, M. R.; FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training. © **National Strength and Conditioning Association**, v. 26, n. 6, p. 42–47, 2004.
- MCLEAN, B. D. et al. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, p. 367–383, 2010.
- MORÁN-NAVARRO, R. et al. Movement velocity as a measure of level of effort during resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 6, p. 1496–1504, 1 jun. 2019.
- MUÑOZ-LÓPEZ, A. et al. Effects of different velocity loss thresholds on passive contractile properties and muscle oxygenation in the squat exercise using free weights. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 3056–3064, nov. 2022.
- NÁJERA-FERRER, P. et al. Effects of exercise sequence and velocity loss threshold during resistance training on following endurance and strength performance during concurrent training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 6, p. 811–817, 1 jun. 2021.
- NEVIN, J. Autoregulated resistance training: does velocity-based training represent the future? **Strength and Conditioning Journal**, v. 41, n. 4, p. 34–39, 2019.

ORANGE, S. T. et al. Effects of in-season velocity- versus percentage-based training in academy rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 4, p. 554–561, 2020.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 4, p. 512–519, 2016.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 27, n. 7, p. 724–735, 1 jul. 2017.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Time course of recovery following resistance exercise with different loading magnitudes and velocity loss in the set. **Sports**, v. 7, n. 3, 1 mar. 2019.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 8, p. 1752–1762, 1 ago. 2020.

PEARSON, M. et al. Velocity loss thresholds reliably control kinetic and kinematic outputs during free weight resistance training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 18, p. 1–11, 2 set. 2020.

PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1258–1265, 2019.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Maximizing strength development in athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377–382, maio 2004.

RHEA, M. R. et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456–464, 1 mar. 2003.

RISCART-LÓPEZ, J. et al. Effects of four different velocity-based training programming models on strength gains and physical performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, p. 596–603, 2021.

RISSANEN, J. et al. Velocity-based resistance training: do women need greater velocity loss to maximize adaptations? **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 5, p. 1269–1280, 1 maio 2022.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, 1 fev. 2003.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Effort index as a novel variable for monitoring the level of effort during resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 8, p. 2139–2153, 2018.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Relationship between velocity loss and repetitions in reserve in the bench press and back squat exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1–11, 2019.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 8, p. 817–828, 2020a.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Role of the effort index in predicting neuromuscular fatigue during resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 27 ago. 2020b.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D. et al. Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 31, p. 1621–1635, 2021.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 5, p. 135–145, 1988.

SÁNCHEZ-MEDINA, L. et al. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. **Sports Medicine International Open**, v. 01, n. 02, p. E80–E88, fev. 2017.

SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 9, p. 1725–1734, 2011.

SÁNCHEZ-MORENO, M. et al. Effects of velocity loss threshold within resistance training during concurrent training on endurance and strength performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 6, p. 849–857, 1 jun. 2021.

SANTOS, W. D. N. DOS et al. Resistance training performed to failure or not to failure results in similar total volume, but with different fatigue and discomfort levels. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 5, p. 1372–1379, 2021.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, 2017.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9, n. 32, p. 1–25, 1 fev. 2021.

- SEITZ, L. B. et al. Increases in lower-body strength transfer positively to sprint performance: a systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 1693–1702, 25 nov. 2014.
- SHARIAT, A. et al. Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. **Work**, v. 60, n. 4, p. 549–554, 2018.
- SILVA, D. G. DA et al. Accuracy and reliability of perception of bar velocity loss for autoregulation in resistance exercise. **International Journal of Sports Science & Coaching**, 30 jan. 2024.
- SINDIANI, M. et al. Perception of changes in bar velocity in resistance training: accuracy levels within and between exercises. **Physiology and Behavior**, v. 224, n. 113025, p. 1–8, 1 out. 2020.
- SUCHOMEL, T. J. et al. Training for muscular strength: methods for monitoring and adjusting training intensity. **Sports Medicine**, v. 51, n. 10, p. 2051–2066, 1 out. 2021.
- SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419–1449, 1 out. 2016.
- TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289–304, 1999.
- TSOUKOS, A. et al. Postactivation potentiation of bench press throw performance using velocity-based conditioning protocols with low and moderate loads. **Journal of Human Kinetics**, v. 68, n. 1, p. 81–98, 21 ago. 2019.
- TSOUKOS, A. et al. Potentiation of bench press throw performance using a heavy load and velocity-based repetition control. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. S1, p. S72–S79, 2021.
- VAILE, J. M.; GILL, N. D.; BLAZEVIK, A. J. The effect of contrast water therapy on symptoms of delayed onset muscle soreness. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 697, 2007.
- VARELA-OLALLA, D. et al. Control of the velocity loss through the scale of perceived effort in bench press. **Arch Med Deporte**, v. 36, n. 4, p. 215–219, 2019.
- VARELA-OLALLA, D. et al. A cluster set protocol in the half squat exercise reduces mechanical fatigue and lactate concentrations in comparison with a traditional set configuration. **Sports**, v. 8, n. 4, 2020.
- WEAKLEY, J. et al. The effects of 10%, 20%, and 30% velocity loss thresholds on kinetic, kinematic, and repetition characteristics during the barbell back squat. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 2, p. 180–188, 2020a.

WEAKLEY, J. et al. Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 5, p. 477–485, 3 mar. 2020b.

WEAKLEY, J. et al. Velocity-based training: from theory to application. **Strength and Conditioning Journal**, v. 43, n. 2, p. 31–49, 1 abr. 2020c.

WILLIAMSON, A.; HOGGART, B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. **Journal of Clinical Nursing**, v. 14, n. 7, p. 798–804, ago. 2005.

YOUNG, W. B. Transfer of strength and power training to sports performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, p. 74–83, 2006.

ZOURDOS, M. C. et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 267–275, 2016.

ANEXO – LISTA DE CHECAGEM CONSORT

Reporting checklist for randomised trial.

Based on the CONSORT guidelines.

Instructions to authors

Complete this checklist by entering the page numbers from your manuscript where readers will find each of the items listed below.

Your article may not currently address all the items on the checklist. Please modify your text to include the missing information. If you are certain that an item does not apply, please write "n/a" and provide a short explanation.

Upload your completed checklist as an extra file when you submit to a journal.

In your methods section, say that you used the CONSORT reporting guidelines, and cite them as:

Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials

		Reporting Item	Page Number
Title and Abstract			
Title	#1a	Identification as a randomized trial in the title.	n/a
Abstract	#1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions	3
Introduction			
Background and objectives	#2a	Scientific background and explanation of rationale	20
Background and objectives	#2b	Specific objectives or hypothesis	21
Methods			
Trial design	#3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio.	22-23
Trial design	#3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	n/a
Participants	#4a	Eligibility criteria for participants	23
Participants	#4b	Settings and locations where the data were collected	23
Interventions	#5	The experimental and control interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	27-28

Outcomes	#6a	Completely defined prespecified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	n/a
Outcomes	#6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	n/a
Sample size	#7a	How sample size was determined.	23
Sample size	#7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	n/a
			22
Randomization - Sequence generation	#8a	Method used to generate the random allocation sequence.	
Randomization - Sequence generation	#8b	Type of randomization; details of any restriction (such as blocking and block size)	
			22
Randomization - Allocation concealment mechanism	#9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	22
Randomization - Implementation	#10	Who generated the allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	n/a
Blinding	#11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how.	30
Blinding	#11b	If relevant, description of the similarity of interventions	n/a
Statistical methods	#12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	30
Statistical methods	#12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	30
Results			
Participant flow diagram (strongly recommended)	#13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	n/a

Participant flow	#13 b	For each group, losses and exclusions after randomization, together with reason	n/a
Recruitment	#14 a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	32
Recruitment	#14 b	Why the trial ended or was stopped	n/a
Baseline data	#15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	n/a
Numbers analysed	#16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	n/a
Outcomes and estimation	#17 a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	n/a
Outcomes and estimation	#17 b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	n/a
Ancillary analyses	#18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	n/a
Harms	#19	All important harms or unintended effects in each group (For specific guidance see CONSORT for harms)	30
Discussion			
Limitations	#20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	n/a
Generalisability	#21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	n/a
Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	n/a
Registration	#23	Registration number and name of trial registry	n/a
Other information			
Interpretation	#22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	n/a
Registration	#23	Registration number and name of trial registry	n/a

Protocol	#24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	n/a
Funding	#25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	n/a

None The CONSORT checklist is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License CC-BY. This checklist can be completed online using <https://www.goodreports.org/>, a tool made by the [EQUATOR Network](#) in collaboration with [Penelope.ai](#)