



Artigo Original

Original Article



Desempenho no treinamento de força e percepção de esforço com e sem máscara de treinamento em elevação: um estudo *quasi-experimental*

Strength Training Performance and Perceived Exertion with and Without a Mask of Elevation Training: A Quasi-Experimental Study

Gilmar Weber Senna¹ PhD; Cesar Maia Vizani¹; Michelle Soraia Espinola Costa¹ MSc; Cristiano Queiroz de Oliveira¹ PhD; Frankilin Ferreira Carvalho¹; Estevão Scudese¹ PhD

Recebido em: 02 de maio de 2024. Aceito em: d19 de julho de 2024.

Publicado online em: 28 de setembro de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v93i2.2982

Resumo

Introdução: Um recurso ergogênico que tem popularidade é a máscara de treinamento em elevação (MTE).

Objetivo: Comparar o desempenho no treinamento de força (TF) de membros superiores e a percepção de esforço (PE), com e sem a utilização da MTE.

Métodos: Estudo *quasi-experimental* para o qual foram convidados 15 homens treinados com média de idade 23,18±2,04 anos, em amostragem por conveniência. Os participantes realizaram duas sessões de testes para familiarização com os testes e para determinar as cargas de 10-RM para os exercícios selecionados. Foram duas sessões de treinamento nas condições com ou sem a MTE, com intervalo de 72-96 horas. Dentro de cada sessão, os participantes executaram três séries com intervalos de dois minutos. Na sessão com máscara, esta foi regulada a uma privação de O₂ similar a altitude de 3.000 metros.

Resultados: Para o número total de repetições não ocorreram diferenças significativas ($p=0,360$). Na PE, foram observadas diferenças significativas ($p<0,05$) entre as condições para todos os exercícios e séries; para a percepção de esforço pós sessão de treinamento foram observadas diferenças significativas entre as condições para o supino horizontal na série inicial; no voador peitoral nas séries finais e no tríceps.

Conclusão: O estudo focalizando membros superiores foi original e embora não tenha sido observada diferença significativa no desempenho do TF, foi observado um incremento na PE com a utilização da MTE. Os resultados foram discutidos.

Palavras-chave: treinamento por simulação, método de treinamento, altitude, treinamento contra resistência, membros superiores.

Abstract

Introduction: A popular ergogenic feature is the elevation training mask (ETM).

Pontos Chave

- Em desempenho de membros superiores, não houve diferenças significativas.
- Houve diferenças significativas quanto à percepção de esforço (PE).
- Houve diferenças significativas segundo condições exercício/momento na PE.

[§]Autor correspondente: Gilmar Weber Senna – ORCID: 0000-0002-4590-2716; e-mail: gilmar.senna@ucp.br

Afiliações: ¹Universidade Católica de Petrópolis, RJ, Brasil.

Objective: To compare upper limb strength training (ST) performance and perceived exertion (PE) with and without the use of ETM.

Methods: A *quasi-experimental* study was conducted in which 15 trained men with a mean age of 23.18 ± 2.04 years were invited in convenience sampling. Participants performed two testing sessions to familiarize themselves with the tests and to determine the 10-RM loads for the selected exercises. There were two training sessions under or without ETM, with an interval of 72-96 hours. Within each session, participants performed three sets with two-minute breaks. In the mask session, it was set to a similar O_2 deprivation at an altitude of 3,000 meters.

Results: For the total number of repetitions, there were no significant differences ($p=0.360$). In PE, significant differences ($p<0.05$) were observed between the conditions for all exercises and series; for the perception of effort after the training session, significant differences were observed between the conditions for the horizontal bench press in the initial series; in the pectoral flyer in the final sets and in the triceps.

Conclusion: The study focusing on the upper limbs was original and although no significant difference was observed in ST performance, an increase in PE was observed with the use of ETM. The results were discussed.

Keywords: simulation training, training technics, altitude, endurance training, upper limbs.

Key Points

- In upper limb performance, there were no significant differences.
- There were significant differences in perceived exertion (PE).
- There were significant differences according to exercise/time conditions in the PE.

Desempenho no treinamento de força e percepção de esforço com e sem máscara de treinamento em elevação: um estudo *quasi-experimental*

Introdução

Estratégias ergogênicas visando o aumento do desempenho no treinamento de força (TF) têm sido procuradas por atletas, entusiastas e praticantes dessa modalidade de exercício físico(1). De fato, o uso de diferentes recursos pode proporcionar estímulos distintos para que o TF promova adaptações fisiológicas mais efetivas(2) ou favorecer um incremento na intensidade(3), o que possivelmente acarretará benefícios. Como exemplo, um recurso ergogênico não nutricional, relevante para esta modalidade, principalmente em pessoas lesionadas, parece ser a oclusão vascular, que se baseia na utilização de um torniquete no membro a ser treinado, para que o fluxo sanguíneo seja limitado durante a execução(4,5). Outro recurso ergogênico apresentado na literatura, são as alças de treinamento (*straps*), que são utilizadas para a redução do recrutamento dos músculos dos

Lista de abreviaturas

- MTE:** máscara de treinamento em elevação
- O_2 :** Oxigênio
- PE:** percepção de esforço
- RM:** repetição máxima
- SH:** supino horizontal
- TE:** tamanho do efeito
- TE:** tamanho do efeito
- TF:** treinamento de força
- TP:** tríceps no puxador
- VP:** voador peitoral

antebraços, aumentando a concentração de força no músculo motor primário do exercício(6). Adicionalmente, recursos ergogênicos motivacionais (consistindo em vídeos, na *internet*, de falas padronizadas e

de músicas), tem ganhado destaque por manter o estímulo psicológico elevado, desencadeando um incremento no desenvolvimento do atleta(7,8).

Outro recurso popular, que tem por finalidade aumentar as adaptações crônicas no TF, é a máscara de treinamento em elevação (MTE). A MTE é um simulador de elevação de altitude, isto é, estando o indivíduo ao nível do mar, há restrição mecânica a passagem de oxigênio (O_2), levando a uma hipóxia, que pode se assemelhar ao fenômeno encontrado em grandes altitudes onde há escassez de O_2 (9). A regulagem da MTE pode aproximar a concentração de O_2 às altitudes de 914 até 5.484 metros, dependendo somente dos ajustes de aberturas das válvulas de fluxo de ar. Estudos prévios observaram os efeitos deste recurso ergogênico utilizados no treinamento aeróbio, concluindo que, para esse tipo de treinamento, não há benefícios significativos para o VO_2 (10,11). Especificamente no TF, Jagim *et al.* (9) analisaram os efeitos agudos da MTE sobre o desempenho avaliado em quantidade de repetições e *sprint* anaeróbico de 25 segundos em halterofilistas recreacionais. A máscara foi colocada a 2.700 metros do nível do mar, e seu uso não diminuiu o número de repetições, porém, os resultados sugeriram que a máscara influenciou negativamente a velocidade de execução durante os exercícios de agachamento e supino, aumentando o desconforto físico e impactando negativamente as avaliações de percepção de esforço (PE). Adicionalmente, foram observados os efeitos do uso da MTE sobre o desempenho muscular, variáveis hemodinâmicas e PE, em resposta a uma única sessão de TF com a MTE(12). A MTE foi utilizada a 3.700 metros comparado com o nível do mar e os resultados mostraram uma redução significativa no total de repetições principalmente em exercícios multiarticulares (agachamento e *leg press*). No entanto, no exercício monoarticular (cadeira extensora), não houve redução significativa no desempenho em repetições. A frequência cardíaca foi levemente elevada e ocorreu um incremento na PE comparando-se o observado no momento

pré com o pós-exercício. Além disso, observou-se uma redução significativa da saturação de oxigênio.

De acordo com o conhecimento presente na literatura, parece existir uma lacuna com relação aos efeitos de uma sessão de TF para membros superiores com o uso da MTE sobre o desempenho em repetições e na PE. Assim sendo, o objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho no TF de membros superiores e a PE, com e sem a utilização da MTE. A hipótese foi a de que não há diferenças significativas para o desempenho na quantidade de repetições em exercícios dos membros superiores realizados com e sem a MTE, contudo espera-se uma PE mais elevada com a utilização.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

O estudo seguiu o desenho do tipo *quasi-experimental*(13), tendo sido aplicada a lista de checagem CONSORT(14,15). O processo de seleção e amostra se deu por conveniência e realizou-se o cálculo do tamanho amostral por meio do software G*Power versão 3.1 (Kiel Universidade, 2014), para um erro α de 0,05 e erro β de 0,95, com número de condições de duas e cinco séries. Para as condições do estudo com um poder da amostra de 0,966, o cálculo amostral indicou como número mínimo 14 participantes. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: a) Ser do sexo masculino; b) Contar com pelo menos um ano de experiência em TF; c) Apresentar frequência de treinamento de, pelo menos, quatro vezes por semana, com duração de aproximadamente uma hora em cada sessão e intervalos entre 1 e 2 minutos entre as séries; d) Não estar fazendo uso de qualquer recurso ergogênico farmacológico ou nutricional que possa melhorar o desempenho das repetições; e) Não ter tido envolvimento em atividade intensa durante os dias de teste; e f) Estar apto para a prática de atividade física segundo a avaliação PAR-Q(16). Os critérios de exclusão foram: a) Não apresentar qualquer tipo de lesão crônica que pudesse afetar a execução do supino horizontal (SH), do voador peitoral

(VP) e do tríceps puxador (TP) realizado no aparelho *pulley*.

Aspectos éticos

Os procedimentos do estudo foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Católica de Petrópolis sob o número de CAAE: 22554719.5.0000.5281 parecer: 3.645.692. O presente estudo observou todas as normas para a realização de pesquisa envolvendo seres humanos, de acordo com a Resolução 466 de 2012, do Conselho Nacional de Saúde(17). Além disso, todos os participantes leram e assinaram, para participar do estudo, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após terem sido informados de todos os procedimentos experimentais do estudo, em conformidade com a Declaração de Helsinki.

Variáveis de estudo

O desempenho no TF foi a variável desfecho primário e o uso da MTE foi a variável exposição. O desfecho secundário foi a variável percepção de esforço. Idade, sexo e medidas antropométricas (peso, altura e percentual de gordura) foram as covariáveis estimadas para caracterização da amostra.

Desempenho no treinamento de força (TF)

O desempenho no TF foi avaliado pelo número total de repetições realizadas durante a sessão de treinamento.

Percepção de esforço (PE)

Para avaliar a PE, foi utilizada a escala de OMNI, medida subjetiva do nível de esforço, para adultos(18) e a avaliação foi realizada antes e após cada série de treinamento.

Covariáveis

Registrou-se a idade e foram tomadas as medidas antropométricas peso e altura. Para as avaliações antropométricas, foram utilizado uma balança Filizola® (Brasil) de capacidade suficiente (150kg e resolução de 100g), um estadiômetro e fita métrica da marca SANNY® (Brasil). Foram aplicados os protocolos da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*.

Adicionalmente, foram realizado o protocolo de três dobras cutâneas e utilizada a equação de Jackson e Pollock para obtenção da gordura corporal.

Procedimento experimental

Para a coleta de dados os participantes compareceram ao laboratório quatro vezes: duas para procedimentos pré-experimento e duas para a realização do experimento o intervalo entre as visitas foi de 72 horas. Nas visitas pré-experimento, as duas sessões foram dedicadas às medidas antropométricas e familiarização com todos os exercícios e procedimentos experimentais. Na semana anterior aos testes de carga, os participantes foram familiarizados com a escala de OMNI(18); e escolheram um número com base em seu esforço percebido ou intensidade subjetiva de esforço, tensão, desconforto e/ou fadiga experimentada durante a sessão de exercício(18). Nesse processo, as sessões de treinamento foram compostas por três séries de 15 repetições, com intervalos de descanso de três minutos entre as séries, com cargas estimadas para cada participante (similarmente as rotinas diárias de treinamento). Imediatamente após cada série de exercícios, os participantes foram convidados a identificar sua PE.

Determinação de 10 repetições máximas (10-RM)

Após duas sessões de familiarização com todos os exercícios e procedimentos experimentais, os participantes realizaram duas sessões de testes para determinar as cargas de 10-RM para os exercícios de SH, VP e TP. O padrão de execução dos exercícios metodologia e recomendações previamente utilizadas(19). Cada sessão de testes foi separada por 72 horas e os participantes foram solicitados a não realizar nenhum exercício ao longo deste período(20). Na visita de reteste de força, evitando qualquer viés com relação a ordenação dos exercícios, que foram realizados na ordem inversa ao teste de força inicial(19).

Durante os testes de 10-RM, cada sujeito realizou um máximo de cinco tentativas para cada exercício com um intervalo de

descanso de cinco minutos. A maior carga levantada durante o teste e o reteste foi considerada a carga de 10-RM. Para minimizar os erros no teste, as seguintes estratégias foram adotadas: a) As informações padrão relativas aos procedimentos de teste foram dadas aos sujeitos antes do teste; b) Os sujeitos receberam instruções detalhadas sobre a técnica dos exercícios; c) A posição do corpo foi mantida constante (isto é, largura da mão durante o SH); d) O encorajamento verbal foi ministrado(21); e e) O peso de todas as placas e barras utilizadas foi determinado usando-se uma escala de precisão.

[Avaliação de desempenho em força com e sem a utilização da máscara de treinamento em elevação \(MTE\)](#)

Setenta e duas horas após o reteste de carga de 10-RM, os sujeitos realizaram a primeira de duas sessões de TF com diferentes condições de privação de O₂ (com MTE ou sem MTE), sendo que a duração do intervalo entre as sessões experimentais variou entre 72 e 96 horas. Ambas as sessões foram realizadas na mesma hora do dia para cada participante.

Sessão experimental

Dentro de cada sessão experimental, inicialmente, os participantes realizaram o aquecimento, sem a MTE, e a sessão consistiu em duas séries de 12 repetições a 40% da carga de 10-RM(19). Dois minutos após o aquecimento, os participantes executaram três séries, até atingirem uma falha concêntrica com as cargas predeterminadas de 10-RM, com um intervalo de descanso de dois minutos entre séries e exercícios. Todos os sujeitos foram encorajados verbalmente a realizar todos as três séries até a ocorrência da falha concêntrica – procedimento experimental associado a estimulação verbal(21). Todos os participantes realizaram a repetição máxima em todas as séries, sendo que a velocidade de execução não foi controlada; no entanto, todos foram orientados a usarem movimentos suaves e controlados e em uma amplitude de movimento padronizada(22).

O número total de repetições concluídas foi anotado após cada série.

Um desenho randomizado entre os participantes foi implementado para determinar a ordem das sessões experimentais (com ou sem MTE). Na sessão com MTE, todos os participantes realizaram o SH, VP e o TP consecutivamente utilizando a MTE regulada para uma privação de O₂ correspondente à que ocorre na altitude de 3.000 metros. Na sessão sem privação de O₂, os mesmos procedimentos foram realizados, mas sem a utilização da MTE.

Análise estatística

Para apurar se o teste e o reteste foi reproduzível, calculou-se o coeficiente de correlação intraclassa (ICC). O teste t de *Student* foi realizado para analisar as possíveis diferenças do número total de repetições completados entre as distintas condições estudadas nas sessões de treinamento e para cada exercício. Uma ANOVA de dois fatores para medidas repetidas foi aplicada para testar um efeito de interação entre condições vs. repetições a cada série executadas. Múltiplas comparações adicionais foram feitas através de testes *post hoc* de Tukey. Para determinar a magnitude das diferenças entre sequências nas repetições realizadas, o tamanho do efeito (TE) foi avaliado para cada série de exercícios de cada condição. Resumidamente, o TE em cada série de exercícios foi calculado usando a diferença entre o número de repetições completadas na primeira série (como o valor do pré-teste), o número de repetições completadas na segunda à quinta série (como o valor do pós-teste) dividido pelo desvio padrão da primeira série (como desvio padrão do pré-teste). Para o TE em condições distintas, o número de repetições completadas para a condição inicial (como o valor pré-teste), o número de repetições completadas para a mesma série dentro da outra condição (como o valor pós-teste), juntamente com desvio padrão da condição inicial (como o desvio padrão do pré-teste) foram utilizados. O teste de Friedman foi usado para analisar os escores de cada série, e o teste de Wilcoxon para verificar as

diferenças entre os escores de PE das distintas condições. O teste *post hoc* de comparações múltiplas foi aplicado, quando cabível. O valor alfa de $p \leq 0,05$ foi adotado para estabelecer a significância das comparações. O software SPSS Versão 21.0 foi utilizado para as análises estatísticas (IBM, Inc).

Resultados

Após aplicados os critérios de inclusão e de exclusão aos convidados para participar do estudo, a amostra foi composta por 15 homens treinados, com média de idade de $23,18 \pm 2,04$ anos, médias de: peso $78,68 \pm 6,56$ kg; altura $174,73 \pm 4,56$ cm; percentual de gordura $11,81 \pm 2,23$ % de gordura).

Para o número total de repetições durante a sessão de TF, comparando-se as condições respiratórias com MTE ($61,40 \pm 9,55$ repetições) e sem MTE ($62,66 \pm 8,17$ repetições), i.e. com e sem privação de O_2 , não ocorreram diferenças significativas ($p=0,360$). Para o TE foi observada uma magnitude trivial ($d=0,15$) para a diferença entre condições. Como demonstrado na Figura 1.

Para o resultado de número total de repetições no SH não foram verificadas diferenças significativas ($p=0,421$) entre as condições de MTE ($20,60 \pm 3,26$ repetições) e sem MTE ($21,33 \pm 3,67$ repetições). Para o TE do número total de repetições no SH foi observada uma magnitude trivial ($d=0,22$) para a diferença de condições. No número de repetições a cada série no SH foram observadas diferenças significativas entre as interações dos dados de condições vs. repetições ($p=0,020$). Para os dados de diferentes condições, com e sem MTE não foram observadas diferenças significativas ($p=0,586$). Nos dados de diferentes repetições em séries subsequentes foram observadas diferenças significativas ($p=0,0001$), qual o *post hoc* de Tukey demonstrou diferenças entre a primeira série e a segunda e terceira, e entre a segunda série e a terceira em ambas as condições. Para os dados entre as séries (1ª

série vs. 2ª série vs. 3ª série) todas as magnitudes foram grandes ($d > -1,51$) em ambas as condições (Figura 2).

No resultado de número total de repetições no VP não foram verificadas diferenças significativas ($p=0,222$) entre as condições de MTE ($17,00 \pm 3,76$ repetições) e sem MTE ($17,66 \pm 4,23$ repetições). Para o TE do número total de repetições no VP foi observada uma magnitude trivial ($d=0,18$) para as diferenças de condições. Para o número de repetições a cada série no VP não foram observadas diferenças significativas entre as interações dos dados de condições vs. repetições ($p=0,031$). Nos dados de diferentes condições (com e sem MTE) não foram observadas diferenças significativas ($p=0,652$). Para os dados de diferentes repetições em séries subsequentes foram observadas diferenças significativas ($p=0,0001$), o *post hoc* de Tukey demonstrou diferenças entre a primeira série e a segunda e terceira em ambas as condições. Para os dados entre as séries todas as magnitudes foram moderadas e trívias ($d > -0,92$) em ambas as condições (Figura 3).

No resultado de número total de repetições no TP não foram verificadas diferenças significativas ($p=0,940$) com uma magnitude trivial ($d=0,009$) entre as condições de MTE ($23,80 \pm 6,04$ repetições) e sem MTE ($23,86 \pm 6,92$ repetições). Para o número de repetições a cada série no TP não foram observadas diferenças significativas entre as interações dos dados de condições vs. repetições ($p=0,327$). Para os dados de diferentes condições (com e sem MTE) não foram observadas diferenças significativas ($p=0,978$). Para os dados de diferentes repetições em séries subsequentes foram observadas diferenças significativas ($p=0,0001$), qual o *post hoc* de Tukey demonstrou diferenças entre a primeira série e a segunda e terceira em ambas as condições. Para os dados entre as séries todas as magnitudes foram moderadas a trívias ($d > -0,81$) em ambas as condições. A Figura 4 mostra claramente os dados.

Quanto à PE (Tabela 1), no pré-exercício foram observadas diferenças significativas

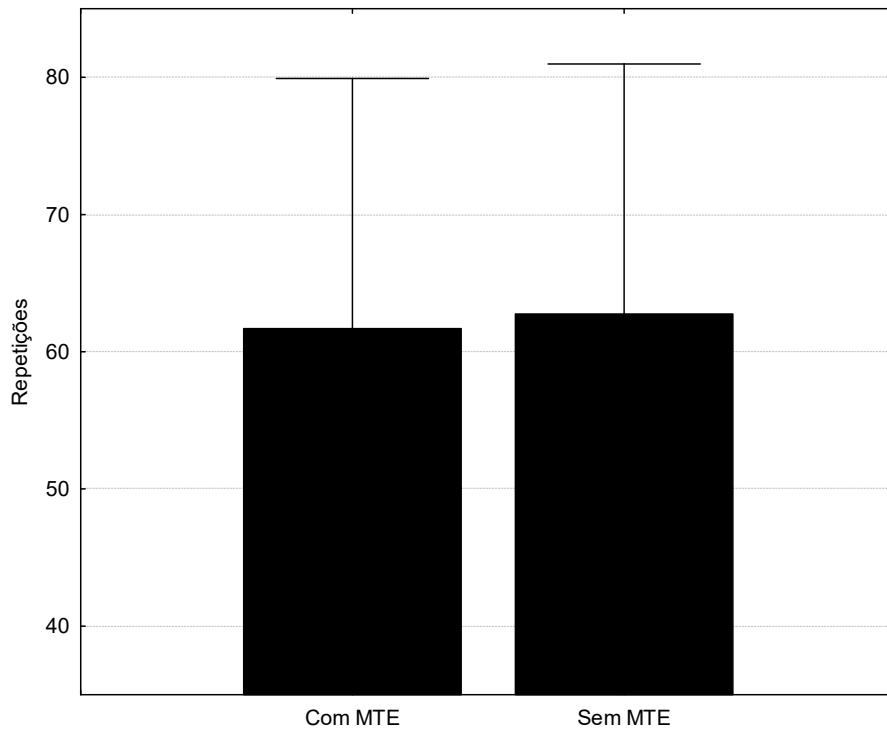


Figura 1 – Número total de repetições nas sessões de treinamento de membros superiores com e sem máscara de treinamento em elevação MTE.

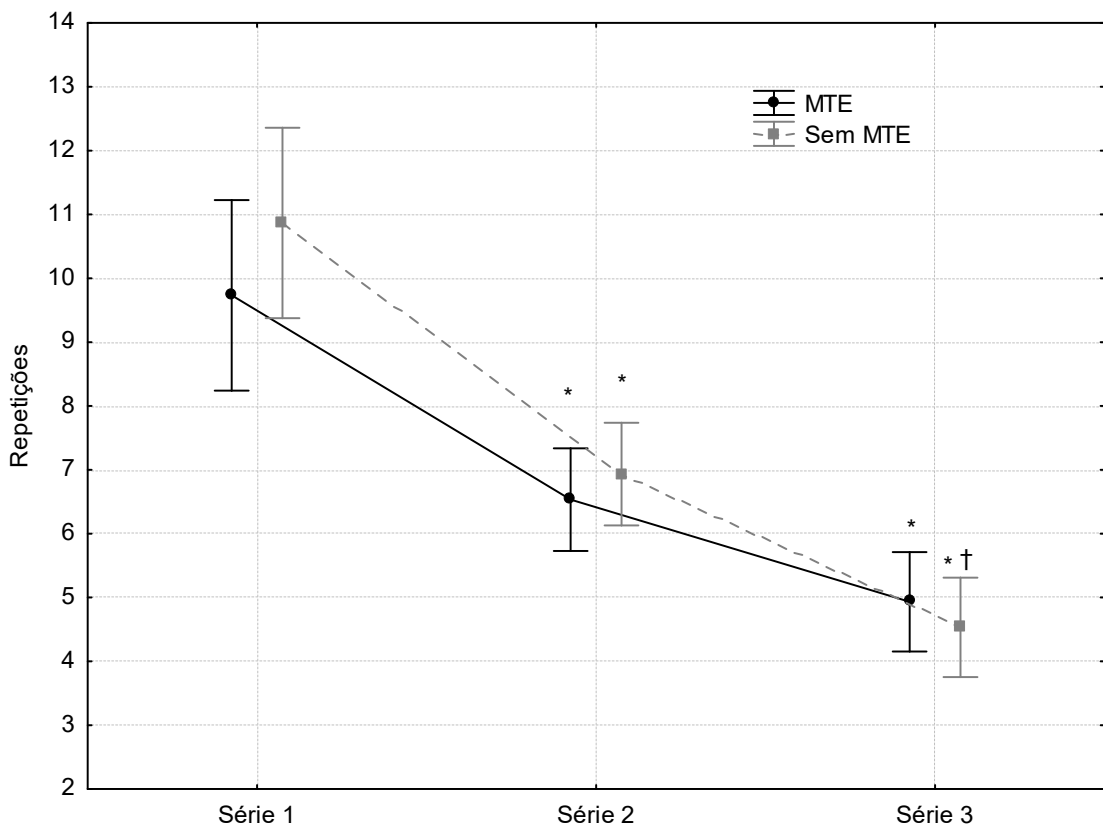


Figura 2 – Número de repetições a cada série no supino horizontal (SH) com e sem máscara de treinamento em elevação (MTE).

* diferença significativa para a 1ª série; † diferença significativa para a 2ª série.

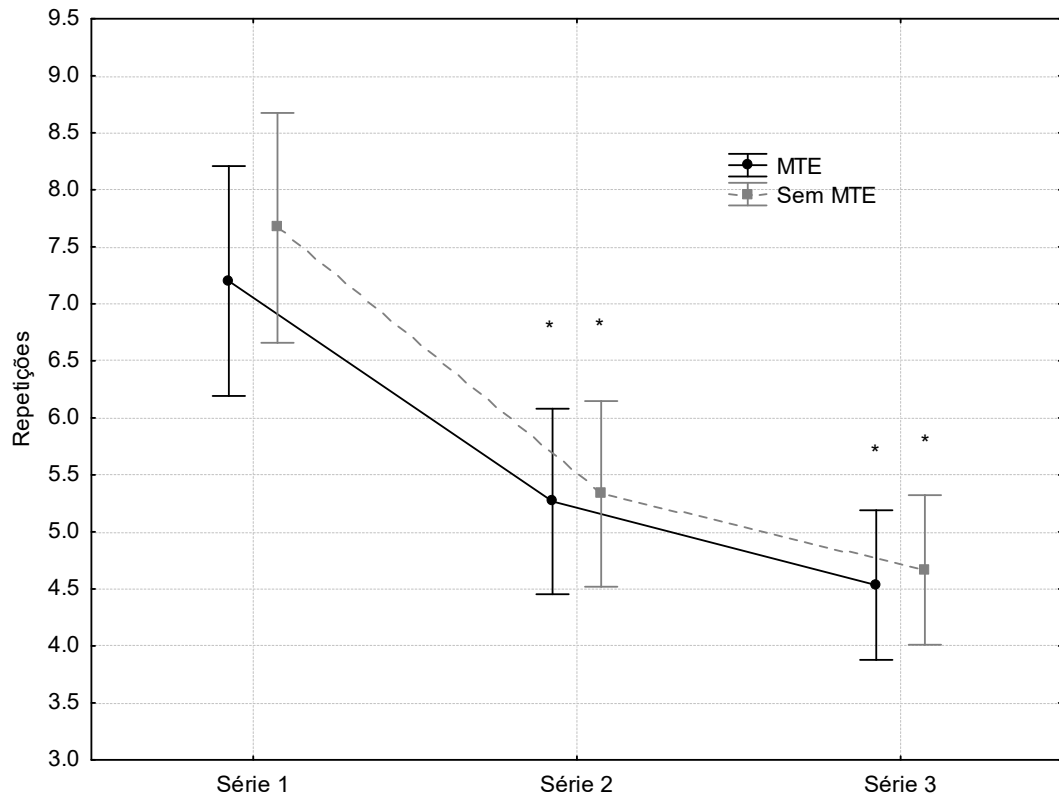


Figura 3 – Número de repetições a cada série no voador peitoral (VP) com e sem máscara de treino em elevação (MTE).
* diferença significativa para a 1ª série.

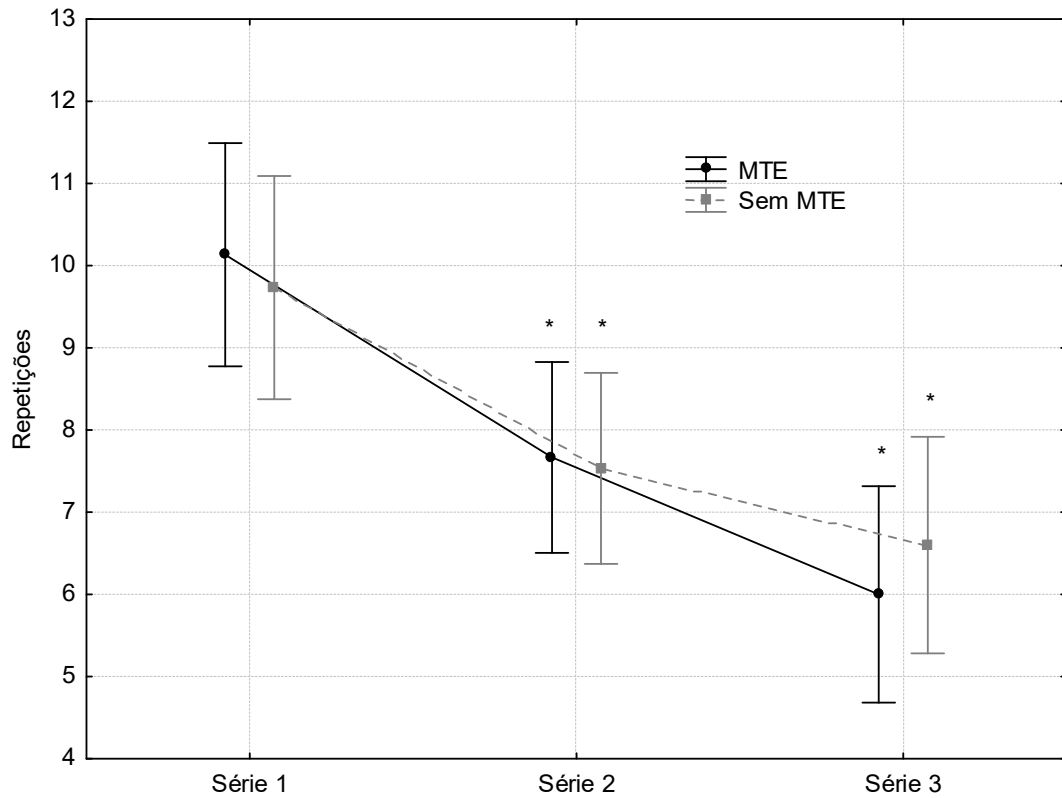


Figura 4 – Número de repetições a cada série no tríceps puxador (TP) com e sem a utilização da máscara de treinamento em elevação (MTE).
* diferença significativa para a 1ª série.

Tabela 1: Percepção de esforço segundo tipos de exercício, séries e condições de privação de O₂ – com e sem a utilização da máscara de treinamento em elevação (MTE) em jovens adultos do sexo masculino (n=15)

Condições	1ª série	2ª série	3ª série
<i>Supino Horizontal</i>			
PE-Pré			
Com MTE	2 (2 – 3,5)	4 (4 – 5)	5 (4 – 5)*
Sem MTE	0 (0 – 1) ^a	2 (2 – 4) ^a	3 (2 – 4) ^{a*}
PE-Pós			
Com MTE	6 (5 – 7,5)	6 (5 – 8)*	6 (5 – 8)*
Sem MTE	4 (2 – 6) ^a	5 (4 – 7)	5 (5 – 7)*
<i>Voador Peitoral</i>			
PE-Pré			
Com MTE	5 (4 – 5,5)	5 (4 – 6)	5 (5 – 6)
Sem MTE	2 (2 – 4,5) ^a	3 (2,5 – 5) ^{a*}	3 (3 – 4) ^{a*}
PE-Pós			
Com MTE	6 (6 – 7)	7 (7 – 8,5)	8 (7 – 8,5)
Sem MTE	6 (5 – 7)	7 (5 – 7) ^a	7 (5 – 8) ^a
<i>Tríceps Puxador</i>			
PE-Pré			
Com MTE	5 (5 – 6)	6 (5 – 6)	6 (5,5 – 7)
Sem MTE	4 (3 – 4) ^a	4 (2,5 – 5) ^a	4 (3,5 – 5) ^a
PE-Pós			
Com MTE	7 (7 – 8,5)	8 (7 – 9)	8 (7 – 9)
Sem MTE	5 (4,5 – 7,5) ^a	6 (4,5 – 7,5) ^a	6 (5,5 – 8) ^a

Pré-PE: momento anterior a realização da série; MTE: máscara de treinamento em elevação; Pós-PE: momento posterior a realização da série; ^a: diferença significativa entre as condições; *: diferença significativa para a 1ª série.

entre as condições respiratórias (com vs. sem MTE) em todos os exercícios e séries. Com relação à PE no pós-exercício foram observadas diferenças significativas entre as condições respiratórias (com vs. sem MTE) para o SH na série inicial; no VP na segunda e terceira séries; e no TP nas três séries. Nos dados de PE nas séries subsequentes foram observadas diferenças significativas no pré-exercício no SH entre a primeira e terceira série com e sem MTE e no dado pós na condição de uso da MTE; no VP para o dado pré para a primeira vs. segunda e terceira série.

Discussão

Os principais achados do presente estudo nos apontam que não houve diferenças significativas com e sem a utilização da MTE nos exercícios de membros superiores em relação ao desempenho das repetições em uma sessão de treinamento. Porém, para

a PE no pré-exercício, foram observadas diferenças significativas entre as condições respiratórias (com vs. sem MTE) em todos os exercícios e séries; com relação à PE no pós-exercício foram observadas diferenças significativas somente para o SH na série inicial; no VP na segunda e terceira séries; e no TP nas três séries. A utilização desse recurso ergogênico não farmacológico, a MTE, tem gerado discussão na comunidade acadêmica em distintas modalidades de treinamento(9,23). Adicionalmente, a necessidade da utilização de máscaras de proteção de uso individual devido à CoViD-19 levou a investigações que levantaram a discussão sobre privação de O₂ e desempenho no treinamento físico(24,25).

A literatura exhibe distintos estudos que tiveram foco de verificar a MTE no TF. Especificamente foi observado o uso deste recurso ergogênico (MTE) no desempenho muscular de membros inferiores, variáveis

hemodinâmicas e PE em resposta a uma sessão de TF em militares do gênero masculino(12). No estudo, com desenho cruzado randomizado, os participantes completaram duas sessões de TF para membros inferiores com ou sem MTE. Cada exercício consistia em quatro séries, com repetições até a falha concêntrica e descanso de dois minutos entre exercícios e séries. O nível de resistência na máscara para este estudo foi fixado em 3.658m (12.000 pés) e foi observada uma redução estatisticamente significativa no número total de repetições das sessões no TF com a MTE. Grande parte da redução no volume do TF ocorreu durante o agachamento e no *leg press*, enquanto não houve diferença estatística para a cadeira extensora. Incrementos significativos foram encontrados na PE pré- e pós-exercícios com a MTE.

Em outro experimento(9) foram investigados os efeitos agudos da MTE no desempenho do TF e *sprint* anaeróbico (corrida de velocidade em distância curta), marcadores de estresse metabólico e avaliações da fadiga mental em levantadores de peso recreativos. Os participantes completaram um protocolo padronizado de exercícios para o agachamento e SH (constituídos por 6 séries de 10 repetições com cargas correspondendo a 85% predeterminado de 5-RM e com 2 minutos de intervalo) e *sprint* utilizando a MTE simulando uma altitude de 2.743 metros. Uma semana após a primeira sessão de testes, os participantes completaram a segunda sessão experimental, utilizando um protocolo idêntico ao anteriormente citado, contudo, sem a MTE. Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas no número de repetições completadas no agachamento e no SH nas diferentes condições; contudo, a fadiga e a PE foram mais elevadas com uso da MTE(9). O que está em concordância com os achados do presente estudo, quanto à ausência de associação no desempenho no SH com e sem MTE.

O presente estudo apresentou desenho original, tendo sido o único a ter testado sessões de TF para membros superiores

(três séries com cargas de 10-RM e dois minutos de intervalo). Diferentemente dos trabalhos que focalizaram membros inferiores(9,12), os achados neste não apresentaram diferenças entre as condições com e sem a MTE. Essas diferenças entre membros e desempenho já foram relatadas anteriormente(26,27), quando se observou a manutenção do número de repetições em diferentes intervalos (curtos ou longos) para o exercício de agachamento, o que não ocorreu nas mesmas condições para o exercício de SH (membros superiores). Isso se deve a maior mobilização diária da musculatura dos membros inferiores, algo que não corre com os membros superiores, dando aos primeiros uma maior resistência(26). Além disso, os membros inferiores, em comparação aos membros superiores, representam musculatura de maior volume, sendo necessário maior dispêndio energético para a realização do trabalho(28). Assim sendo, pode-se inferir que o aumento do volume de treinamento e a massa muscular mobilizada interferem nas respostas de fadiga durante o treinamento com a MTE, assim como observado por Jagim *et al.*(9). Segundo os autores, outro ponto a ser destacado é de que a MTE, pode não simular de fato uma altitude elevada, e sim estar criando um ambiente hipobárico (pressão parcial reduzida de O₂) e, na verdade, embora ocorra uma hipoxemia modesta durante o exercício, a dessaturação não imita a altitude para o mecanismo fisiológico. Nesse sentido, enquanto se utiliza uma MTE durante o exercício, ocorrem dois fenômenos: primeiro, a privação da passagem de O₂ considerada como um fator potencial para hipoxemia arterial; segundo, ocorre uma re-respiração de dióxido de carbono, o que, provavelmente, leva a uma pressão de O₂ parcialmente reduzida e a um deslocamento subsequente da curva de dissociação de O₂(24). Além disso, a magnitude da dessaturação de oxigênio é menor que a da altitude, sugerindo que o uso da MTE não produz um estímulo hipóxico suficiente para provocar respostas fisiológicas, como seria efetivamente experimentado em situação verdadeira de

elevação de altitude. Adicionalmente, no presente estudo foram observadas reduções no número de repetições entre as séries subsequentes com tempos de intervalos entre as séries de dois minutos. Esses resultados eram esperados, pois, estudos prévios investigaram diferentes possibilidades para a variável metodológica tempo de intervalo no TF(22,27,29,30). Estes estudos observaram reduções no número de repetições nas séries subsequentes com o intervalo utilizado no presente estudo.

Outro dado importante foi a resposta da PE pré- e pós-exercício que foi significativamente maior em comparação a condição sem MTE. Estes dados sugerem que com a MTE o esforço percebido se eleva durante toda a execução do exercício e foi identificada pela escala de OMNI por não proporcionar a recuperação necessária para múltiplas série e exercícios. Estes dados corroboram com um limitado corpo de conhecimento(12), no qual foram verificadas diferenças significativas para a PE com a utilização da MTE em uma sessão de membros inferiores. O fato é que em condições de intensificação do exercício, parece ocorrer uma maximização da glicólise anaeróbica em função de compensar a ressíntese incompleta da fosfocreatina(22), assim maior dependência da glicólise anaeróbica está associada ao acúmulo de H⁺ que diminui o pH do líquido intracelular(28). O efeito resultante é o feedback aferente dos quimiorreceptores e nociceptores musculares que se associa a um aumento na PE(18). O sistema nervoso central responde ao aumento da PE aumentando a ventilação pulmonar e o recrutamento de unidades motoras. Com estes dados pode-se supor que mesmo com uma maior fadiga a manutenção do desempenho ocorra por uma maximização do recrutamento das unidades motoras, ainda mais por conta da restrição parcial de O₂, que ocasiona a redução da saturação sanguínea de O₂(24).

Pontos fortes e limitações do estudo

O ponto forte do estudo fica destacado pela originalidade do tema da investigação focalizando os membros superiores, posto

que na literatura o tema é pouco explorado, sendo este, até onde se sabe, o primeiro estudo que examinou o efeito da utilização da MTE durante a realização de sessões de TF para membros superiores.

Dentre as limitações refere-se ao tamanho amostral reduzido, porém, destaca-se que estudos com procedimentos experimentais com desenho que demande mais de uma visita laboratorial, como no caso do presente estudo, apresentam frequentemente tamanhos amostrais semelhantes. Outra limitação refere-se ao fato de que não se realizaram avaliações biofisiológicas: biomecânicas (eletromiografia), respostas sanguíneas à fadiga e nem respostas cardiovasculares, as quais poderiam esclarecer mecanismos subjacentes envolvidos. Nesse sentido, recomenda-se que mais investigações sobre este tema sejam conduzidas, com tamanho amostral maior e com a realização das avaliações biofisiológicas citadas a fim de contribuir para esclarecer a lacunas presentes no conhecimento científico.

Conclusão

Neste estudo o objetivo foi comparar o desempenho no TF de membros superiores e a PE, com e sem a utilização da MTE. Podemos concluir com base em nossos resultados que não há diferença estatisticamente significativa no desempenho das repetições nos exercícios SH, VP e TP entre as sessões de TF nas dadas condições respiratórias (com ou sem a MTE). Adicionalmente, é importante considerar que a PE no momento pré apresentou diferença significativa em todos os exercícios e series enquanto no momento pós houve diferença significativa no SH na série inicial; no VP na segunda e terceira série e no TP nas três series realizadas. Para a aplicação prática, os dados do presente estudo vêm auxiliar os profissionais de educação física e entusiastas do TF, observando a possibilidade da utilização da MTE em sessões do TF envolvendo membros superiores para o incremento da fadiga percebida sem perda do desempenho das repetições.

Declaração de conflito de interesses

Nenhum há conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

Nenhum financiamento foi recebido para a pesquisa.

Referências

- Hilton NP, Leach NK, Sparks SA, Gough LA, Craig MM, Deb SK, *et al.* A Novel Ingestion Strategy for Sodium Bicarbonate Supplementation in a Delayed-Release Form: a Randomised Crossover Study in Trained Males. *Sports Medicine - Open*. 2019;5(1): 4. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0177-0>.
- Farup J, Rahbek SK, Vendelbo MH, Matzon A, Hindhede J, Bejder A, *et al.* Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2014;24(5): 788–798. <https://doi.org/10.1111/sms.12083>.
- Ratamess NA, Bush JA, Kang J, Kraemer WJ, Stohs SJ, Nocera VG, *et al.* The Effects of Supplementation with *p* - Synephrine Alone and in Combination with Caffeine on Metabolic, Lipolytic, and Cardiovascular Responses during Resistance Exercise. *Journal of the American College of Nutrition*. 2016;35(8): 657–669. <https://doi.org/10.1080/07315724.2016.1150223>.
- Barcelos LC, Nunes PRP, Orsatti FL. Variáveis do treinamento de força, oclusão vascular e hipertrofia muscular: uma breve revisão da literatura. *RBPFE - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2016;10(61): 592–601. <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/922>
- Neto GR, Novaes JS, Dias I, Brown A, Vianna J, Cirilo-Sousa MS. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2017;37(6): 567–574. <https://doi.org/10.1111/cpf.12368>.
- Coswig VS, Machado Freitas DF, Gentil P, Fukuda DH, Del Vecchio FB. Kinematics and Kinetics of Multiple Sets Using Lifting Straps During Deadlift Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(12): 3399–3404. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000986>.
- Scala CT, Kerbauy RR. Autofala e esporte: estímulo discriminativo do ambiente natural na melhora de rendimento. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*. 2005;7(2): 145–158. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1517-55452005000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Ballmann CG, McCullum MJ, Rogers RR, Marshall MR, Williams TD. Effects of Preferred vs. Nonpreferred Music on Resistance Exercise Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2021;35(6): 1650–1655. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002981>.
- Jagim AR, Dominy TA, Camic CL, Wright G, Doberstein S, Jones MT, *et al.* Acute Effects of the Elevation Training Mask on Strength Performance in Recreational Weight Lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(2): 482–489. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002308>.
- Cress ML, Forrester K, Probst L, Foster C, Doberstein S, Porcari JP. Effect of Wearing the Elevation Training Mask on Aerobic Capacity, Lung Function, and Hematological Variables: 3728 Board #167 June 4, 9. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48: 1040–1041. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000488131.38685.16>.
- Sellers JH, Monaghan TP, Schnaiter JA, Jacobson BH, Pope ZK. Efficacy of a Ventilatory Training Mask to Improve Anaerobic and Aerobic Capacity in Reserve Officers' Training Corps Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(4): 1155–1160. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001184>.

12. Andre TL, Gann JJ, Hwang PS, Ziperman E, Magnussen MJ, Willoughby DS. Restrictive Breathing Mask Reduces Repetitions to Failure During a Session of Lower-Body Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(8): 2103–2108. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002648>.
13. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ, Petersen RD de S. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física*. 6ª edição. Porto Alegre, RS: Artmed; 2012.
14. Estudantes para Melhores Evidências - Cochrane Brasil. *CONSORT - checklist para relatar um ensaio clínico*. Estudantes para Melhores Evidências. 2022. <https://eme.cochrane.org/?p=16411> [Accessed 20th August 2024].
15. Schulz KF, Altman DG, Moher D, the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*. 2010;8(1): 18. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-18>.
16. Shephard RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and Exercise Screening Alternatives: *Sports Medicine*. 1988;5(3): 185–195. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>.
17. Brasil. *Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012*. — Conselho Nacional de Saúde. Conselho Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view> [Accessed 19th August 2024].
18. Lagally KM, Robertson RJ. Construct Validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006;20(2): 252. <https://doi.org/10.1519/R-17224.1>.
19. Senna G, Salles BF, Prestes J, Mello RA, Roberto S. Influence of Two Different Rest Interval Lengths in Resistance Training Sessions for Upper and Lower Body. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2009;8(2): 197–202. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC3761475/>
20. Scudese E, Willardson JM, Simão R, Senna G, De Salles BF, Miranda H. The Effect of Rest Interval Length on Repetition Consistency and Perceived Exertion During Near Maximal Loaded Bench Press Sets: *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(11): 3079–3083. <https://doi.org/10.1097/JSC.0000000000000214>.
21. McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle: action. *British Journal of Sports Medicine*. 1996;30(3): 243–245. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.3.243>.
22. Senna GW, Figueiredo T, Scudese E, Baffi M, Carneiro F, Moraes E, et al. Influence of different rest interval lengths in multijoint and single-joint exercises on repetition performance, perceived exertion, and blood lactate. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2012;15(5): 96–107. <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=10979751&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA361184802&sid=googleScholar&linkaccess=abs>
23. Faghy MA, Brown PI, Davis NM, Mayes JP, Maden-Wilkinson TM. A flow resistive inspiratory muscle training mask worn during high-intensity interval training does not improve 5 km running time-trial performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2021;121(1): 183–191. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04505-3>.
24. Scudese E, Queiroz de Oliveira C, Valentim-Silva Joao Rafael, Senna G. The Effect of Surgical Masks on Oxygen Saturation and Perceived Exertion During Resistance Training. *International Scientific Journal of Kinesiology*. 2022;15: 37.
25. Shaw KA, Zello GA, Butcher SJ, Ko JB, Bertrand L, Chilibeck PD. The impact of face masks on performance and physiological outcomes during exercise: a systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2021;46(7): 693–703. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0143>.

26. Willardson JM, Burkett LN. A Comparison of 3 Different Rest Intervals on the Exercise Volume Completed During a Workout. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005;19(1): 23. <https://doi.org/10.1519/R-13853.1>.
27. Senna G, Willardson JM, De Salles BF, Scudese E, Carneiro F, Palma A, *et al*. The Effect of Rest Interval Length on Multi and Single-Joint Exercise Performance and Perceived Exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(11): 3157–3162. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212e23b>.
28. Maughan R, Gleeson M, Greenhaff PL. *Bioquímica do exercício e do treinamento..* 1ª edição. Barueri, SP: Editora Manole Saúde; 2000.
29. Senna GW, Willardson JM, Scudese E, Simão R, Queiroz C, Avelar R, *et al*. Effect of Different Interset Rest Intervals on Performance of Single and Multijoint Exercises With Near-Maximal Loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(3): 710–716. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001142>.
30. Senna G, Scudese E, Carneiro F, Torres J, Queiroz de Oliveira C, Dantas E. Multi-Joint and Single-Joint Exercise Performance and Perceived Exertion with Several Different Recoveries. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2015;18(3): 91–100.