

Artigo Original

Respostas cardiovasculares em sessões de treinamento de força com ou sem a utilização da máscara de treinamento em elevação

Cardiovascular responses in strength training sessions with or without the use of the elevation training mask

Franklin Ferreira Carvalho¹  Cristiano Queiroz de Oliveira¹  Michelle Soraia Dionísio Espinola² 
Gilmar Senna¹ 

¹ Universidade Católica de Petrópolis (UCP), Petrópolis, Brasil,

² Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio), Rio de Janeiro, Brasil

HISTÓRICO DO ARTIGO

Recebido: 26.09.2024

Revisado: 03.06.2025

Aprovado: 05.06.2025

PALAVRAS-CHAVE:

Pressão arterial;
Frequência cardíaca;
Hipotensão;
Treinamento resistido;
Recurso ergogênico.

KEYWORDS:

Blood Pressure;
Heart rate;
Hypotension;
Ergogenic resource;
Resistance exercise.

PUBLICADO:

01.07.2025

AUTOR CORRESPONDENTE:

Gilmar Senna
gilmar.senna@ucp.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO (HOW TO CITE):

CARVALHO, F. F.; OLIVEIRA, C. Q. de; ESPINOLA, M. S. D.; SENNA, G. Respostas cardiovasculares em sessões de treinamento de força com ou sem a utilização da máscara de treinamento em elevação. **Caderno de Educação Física e Esporte**, v. 23, e34198, 2025. DOI: [10.36453/cefe.2025.34198](http://doi.org/10.36453/cefe.2025.34198).

RESUMO

OBJETIVO: O objetivo do presente estudo foi comparar as respostas hemodinâmicas com ou sem a utilização da máscara de treinamento em elevação.

MÉTODOS: Quinze homens treinados (78,68±6,56kg; 174,73±4,56cm; 23,18±2,04anos) realizaram duas sessões de treino com três exercícios, cargas de 10-RM e intervalos de 2 minutos, em diferentes condições de privação de O₂ (com ou sem a máscara de treinamento em elevação). Foram observados os parâmetros cardiovasculares de pressão arterial sistólica, diastólica, frequência cardíaca e duplo produto.

RESULTADOS: Com base na ANOVA, pode-se observar a diminuições significativas similares na pressão arterial sistólica e diastólica para as condições respiratórias, contudo a duração da hipotensão pós-exercício para a sessão de treinamento utilizando o recurso ergogênico manteve uma duração incrementada por até 60 minutos para a pressão arterial sistólica (p<0,0001; d=-1,11) e diastólica (p=0,047; d=-0,82), o que não ocorreu para a outra condição respiratória. Para a frequência cardíaca e duplo produto não ocorreram diferenças significativas entre as condições respiratórias.

CONCLUSÃO: Independentemente da utilização da máscara de treinamento em elevação, o treinamento de força promoveu decréscimos significativos da pressão arterial sistólica e diastólica e elevações da frequência cardíaca e do duplo produto. Adicionalmente, foi observada uma maior duração da hipotensão pós-exercício ocasionada pelo uso deste recurso ergogênico.

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of the present study was to compare hemodynamic responses with or without the use of an elevation training mask.

METHODS: Fifteen trained men (78.68±6.56kg; 174.73±4.56cm; 23.18±2.04years) performed two training sessions with three exercises, 10-RM loads and 2-minute intervals, in different O₂ deprivation conditions (with or without the elevation training mask). Cardiovascular parameters of systolic, diastolic blood pressure, heart rate and double product were observed.

RESULTS: Based on the ANOVA, it can be observed similar significant decreases in systolic and diastolic blood pressure for respiratory conditions, however the duration of post-exercise hypotension for a training session using the ergogenic resource maintained an increased duration for up to 60 minutes for systolic blood pressure (p<0.0001; d=-1.11) and diastolic (p=0.047; d=-0.82), which did not occur for other respiratory conditions. For heart rate and the double product there were no significant differences between respiratory conditions.

CONCLUSION: Regardless of the use of the elevation training mask, strength training promotes significant decreases in systolic and diastolic blood pressure and increases in heart rate and the double product. Furthermore, a longer duration of post-exercise hypotension caused using this ergogenic resource was observed.

▼ INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica é considerada como fator de risco independente para infarto, doença arterial coronariana e insuficiência renal (Rosendorff; Beer; Silverman, 2007). A prática regular de exercícios físicos é terapia não farmacológica para até 26 doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) (Pedersen *et al.*, 2015) dentre elas, a hipertensão arterial sistêmica (ACSM, 2004; Vasan *et al.*, 2001). Dados epidemiológicos recomendam a realização do treinamento de força (TF) em regimes de exercício físico para reduzir o risco de várias doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2, independentemente do exercício aeróbico (Shiroma *et al.*, 2017) demonstrando a eficácia desta estratégia, como coadjuvante no tratamento e prevenção desta comorbidade. Evidências sugerem que a redução crônica da pressão arterial ocasionada pelo TF pode estar associada à diminuição aguda após o exercício (Kelley; Kelley, 2000), sendo este fenômeno denominado de hipertensão pós-exercício (HPE).

A prática do TF é capaz de induzir reduções na pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de 3,0 a 3,5 mmHg em magnitude, aproximadamente 60 minutos após o exercício (Cornelissen *et al.*, 2011; Cornelissen; Fagard, 2005). Contudo, a HPE parece ser afetada por diferentes combinações específicas de manipulações das variáveis do TF ou mesmo características antropométricas (Cornelissen *et al.*, 2011; Cornelissen; Fagard, 2005; Polito *et al.*, 2003; Salles *et al.*, 2010; Senna *et al.*, 2016). Por exemplo, foi observado que a intensidade do exercício influencia a duração, mas não a magnitude da própria HPE (Polito *et al.*, 2003). Adicionalmente, participantes mesomorfos são mais suscetíveis a HPE do que ectomorfos (Senna *et al.*, 2018), possivelmente por conta da maior carga absoluta levantada.

De outra perspectiva, procedimentos ou recursos que podem facilitar a execução de uma sessão de TF ou mesmo acarretar o incremento em distintas respostas fisiológicas, despertam bastante interesse de pesquisadores a mais de uma década (Senna *et al.*, 2016; Senna *et al.*, 2018; Spiering *et al.*, 2008). Neste sentido, parece ser bem relatado que a utilização da máscara de treinamento de elevação (MTE) durante o exercício, pode causar hipóxia, proporcionando assim uma dificuldade respiratória e, consequentemente, aumentando as respostas a intensidade do exercício (Andre *et al.*, 2018). Especificamente, foram observados os efeitos agudos da MTE sobre o desempenho da força em halterofilistas recreacionais (Jagim *et al.*, 2018), verificando os efeitos do desempenho das repetições e sprint anaeróbico de 25 segundos, com a MTE regulada a 2,743 metros do nível do mar. Segundo Jagim *et al.* (2018), o uso da MTE não diminuiu o volume do TF, porém influenciou negativamente a velocidade durante os sprints e aumentou o desconforto físico, impactando negativamente na percepção de esforço. De forma similar, com o uso da MTE vs. treinamento convencional (Bellovary *et al.*, 2019) não foram observadas melhorias nos parâmetros de desempenho aeróbico. De fato, em condições de intensificação do exercício, o sistema nervoso central responde aumentando a ventilação pulmonar e o recrutamento de unidades motoras (Lagally; Robertson, 2006; Spiering *et al.*, 2008) que podem ser fatores determinantes a se considerar na HPE aguda após uma

sessão de TF (Polito *et al.*, 2003; Senna *et al.*, 2016; Senna *et al.*, 2018), gera-se uma lacuna sobre a influência da MTE sobre variáveis cardiovasculares, mesmo com as limitações de sua eficiência perante a altitude real (Bellovary *et al.*, 2022). Assim o objetivo deste estudo foi comparar as respostas hemodinâmicas [PAS, PAD, frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP) pós-exercício] com ou sem a utilização da MTE. A hipótese se baseia na premissa que ao utilizar a MTE ocorra um incremento na duração do efeito hipotensivo de modo a ser utilizado como uma estratégia não farmacológica útil para prevenir e controlar a hipertensão.

▼ MÉTODOS

Foram selecionados para o experimento 15 homens treinados (78,68±6,56 kg; 174,73±4,56 cm; 23,18±2,04 anos; 11,81±2,23 % de gordura) com pelo menos um ano de experiência em TF. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: (a) frequência de treinamento de pelo menos quatro vezes por semana, com duração de aproximadamente uma hora em cada sessão e intervalos entre um a dois minutos entre as séries e exercícios; (b) não utilização de qualquer substância ergogênica; (c) não possuir qualquer tipo de lesão que possa afetar a execução do supino horizontal (SH), o voador peitoral (VP) e o tríceps no pulley (TP); (d) o não envolvimento em atividade intensa durante os dias de teste; (e) a não utilizar qualquer bebida com álcool ou cafeína 24h antes das atividades. O cálculo do tamanho amostral foi realizado através do *software* G*Power versão 3.1 (Kiel Universidade, 2014). As variáveis adotadas foram: a) ANOVA para medições repetidas; b) alfa erro=0,05; c) erro de 1-beta=0,95; número de condições (2) e séries (5) verificados neste estudo; d) *effect-size*: 0,40. Seguindo as variáveis descritas acima, o número mínimo de participantes foram de 14, para um poder da amostra de 0,966.

Antes da coleta de dados, todos os participantes selecionados responderam não a todas as perguntas do PAR-Q (Shephard, 1988). Os procedimentos do estudo foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Católica de Petrópolis sob o Parecer nº 3.645.692 (CAAE: 22554719.5.0000.5281).

O presente estudo atendeu às normas para a realização de pesquisa em seres humanos, de acordo com a Resolução nº 466 de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012). Além disso, todos os participantes leram e assinaram, para participar do estudo, um termo de consentimento de livre esclarecimento após ter sido informado de todos os procedimentos experimentais do estudo, em conformidade com a Declaração de Helsinki.

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 seguiu normas e recomendações previamente realizadas (Senna *et al.*, 2009). Cada sessão de teste foi separada por 72 horas e os participantes foram solicitados a não realizar nenhum exercício ao longo deste período, como sugerido anteriormente (Scudese *et al.*, 2015; Senna *et al.*, 2016). Na visita de reteste de força, evitando qualquer viés com

relação a ordenação dos exercícios, os mesmos foram realizados na ordem inversa (Senna *et al.*, 2019).

Durante os testes de 10-RM, cada participante realizou um máximo de cinco tentativas para cada exercício com um intervalo de descanso de 5 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) informações padronizadas relativas aos procedimentos de teste foram fornecidas aos participantes antes de cada execução; (b) todos receberam instruções detalhadas sobre a técnica do exercício; (c) a posição do corpo foi mantida constante (isto é, largura da mão durante o SH); (d) encorajamento verbal foi fornecido (McNair, 1996); e (e) o peso de todas as placas e barras utilizadas foi determinada usando uma escala de precisão (Senna *et al.*, 2022).

A FC, PAS e PAD foram avaliadas antes (5 minutos), após (logo após o término) e em ciclos de 10 em 10 minutos para totalizar 60 minutos pós-exercício, no decorrer de ambas as sessões do TF com ou sem utilização da MTE. Todos os participantes foram instruídos a permanecer em repouso (por 5 minutos) na posição sentada em ambiente de pouca luz e silêncio em todas as verificações, exceto no momento pós-TF, onde o participante se locomovia do exercício para a estação de verificação da PA. Durante todos os procedimentos de teste, a temperatura do ambiente foi mantida constante a 20°C. A FC, PAS e PAD foram avaliadas por meio de um aparelho oscilométrico (Omron MX3 Plus; Omron Healthcare Europe B.V. Hoofddorp, Netherlands), previamente validado (Coleman *et al.*, 2005). Os valores foram registrados em duplicata e a média aritmética foi utilizada para caracterizar esses valores. O DP foi calculado pela multiplicação da FC e da PAS.

Setenta e duas horas após o reteste de carga de 10-RM, os participantes realizaram a primeira de duas sessões de treino com diferentes condições: (a) com de privação de O₂ (com MTE); (b) sem privação de O₂. Inicialmente, seguindo os procedimentos de verificação dos parâmetros cardiovasculares descritos acima, foram avaliadas a PAS, PAD e a FC. Em seguida, os participantes executaram três séries até a falha concêntrica com as cargas predeterminadas de 10-RM, com um intervalo de descanso de 2 minutos entre séries e exercícios, como descrito anteriormente (Polito *et al.*, 2003). Um desenho randomizado inter-participante foi implementado para determinar a ordem das sessões experimentais (com ou sem MTE).

Na sessão com MTE, todos os participantes realizaram o SH, o VP e o TP, com os mesmos procedimentos, utilizando a MTE regulada a uma privação de O₂ similar a altitude de 3000 metros como recomendado pelo fabricante. O aquecimento antes de cada sessão foi realizado com duas séries de 12 repetições a 40% da carga de 10-RM (Senna *et al.*, 2012) para o exercício de SH e sem a utilização da MTE. Um intervalo de 2 minutos foi implementado após a segunda série do aquecimento antes da primeira série experimental. Todos os participantes foram encorajados verbalmente a realizar todas as três séries para a falha concêntrica (McNair, 1996).

Nenhuma tentativa foi feita para controlar a velocidade de repetição, assim possibilitando os participantes realizarem à última repetição possível na falha concêntrica;

no entanto, os participantes foram orientados a usarem movimentos suaves e controlados, e em uma amplitude de movimento padronizada. Os exercícios foram interrompidos na falha concêntrica, quando os sujeitos não conseguiam mais produzir força suficiente para mover a resistência na fase concêntrica, permanecendo em contração isométrica por mais de dois segundos (Senna *et al.*, 2009). Após a realização do exercício em ciclos de 10 minutos foram avaliadas a PAS, PAD e a FC de cada avaliado em ambas as sessões experimentais (com e sem a MTE). Todas as coletas foram realizadas entre 8 e 11h, assim como, todos só foram orientados a realizar uma refeição leve anteriormente as coletas de dados.

Todos os dados foram apresentados segundo a sua média e desvio padrão (média±dp). A análise estatística inicial foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov para a observação da normalidade. Assim, todos os dados foram admitidos como paramétricos. Para apurar se o teste e o reteste foram reprodutíveis, calculou-se o coeficiente de correlação intraclasse (ICC). Uma ANOVA *two-way* para medidas repetidas foi aplicada para testar um efeito de interação entre condições vs. momentos de verificações para todos os parâmetros cardiovasculares. Múltiplas comparações foram realizadas através de testes *post-hoc* de Tukey. Adicionalmente por meio do método trapezoidal a área sob a curva (ASC) foi calculada para cada condição respiratória, e um teste T de *Student* pareado foi utilizado para compará-las.

Para determinar a magnitude das diferenças dos resultados, o tamanho do efeito (ES's) foi realizado para cada momento de verificação e condição respiratória. Limiares utilizados anteriormente foram aplicados a fim de determinar a magnitude dos efeitos (Senna *et al.*, 2016). Foi utilizado o valor crítico de $p \leq 0,05$ para estabelecer as diferenças significativas das comparações. Para a realização da análise estatística, o software SPSS versão 21.0 (IBM, Inc) foi utilizado.

▼ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a PAS, não foram encontradas diferenças significativas para as interações entre tempo vs. condição ($p=0,136$). Na condição de tempo, diferenças significativas foram observadas entre os valores pré e diferentes valores pós-teste ($p=0,0001$). Não foram observadas diferenças significativas para diferentes condições ($p=0,941$). Para os valores de ASC não foram observadas diferenças significativas entre as condições respiratórias ($p=0,773$). O ES's nos permitiu observar diferenças triviais nos valores de PAS com ou sem a MTE (ES's<0,08). Os resultados da PAS estão claramente apresentados na Figura 1.

Para a PAD, não foram encontradas diferenças para as interações entre tempo vs. condição ($p=0,284$). Na condição de tempo, diferenças significativas foram observadas entre os valores pré e diferentes valores pós-teste ($p=0,0001$). Não foram observadas diferenças significativas para diferentes condições ($p=0,885$). Para os valores de ASC não foram observadas diferenças significativas entre as condições respiratórias ($p=0,663$). O ES's nos permitiu observar diferenças triviais nos valores de PAD com ou sem a MTE (ES's<0,08). Os valores da PAD ao longo do tempo em distintos momentos de verificação estão apresentados na Figura 2.

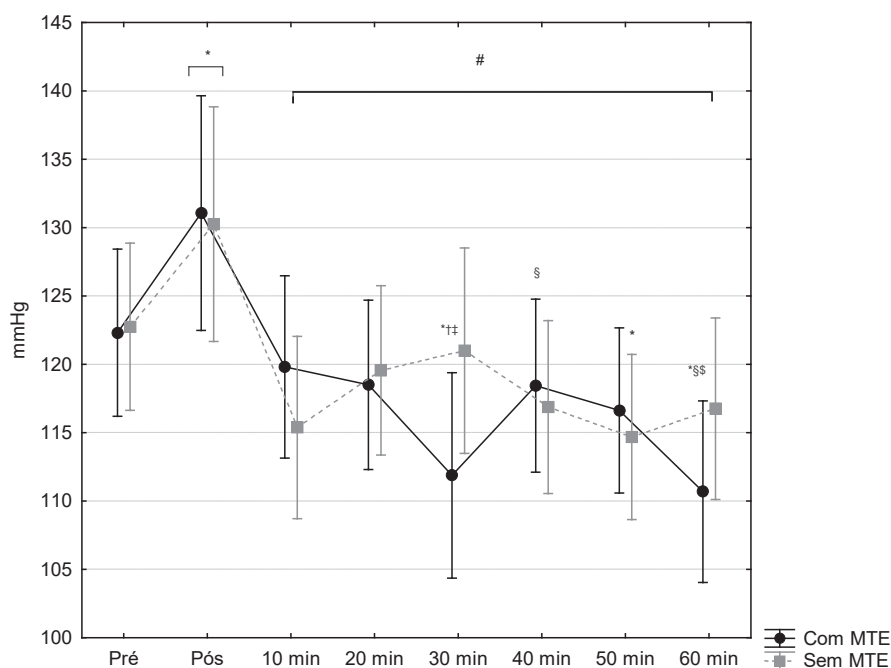


Figura 1. Pressão Arterial Sistólica com ou sem a utilização da MTE.

* Diferença significativa em relação ao momento pré; # Diferença significativa em relação ao momento pós; † Diferença significativa em relação ao momento pós 10 min; ‡ Diferença significativa em relação ao momento pós 20 min; § Diferença significativa em relação ao momento pós 30 min; § Diferença significativa em relação ao momento pós 40 min.

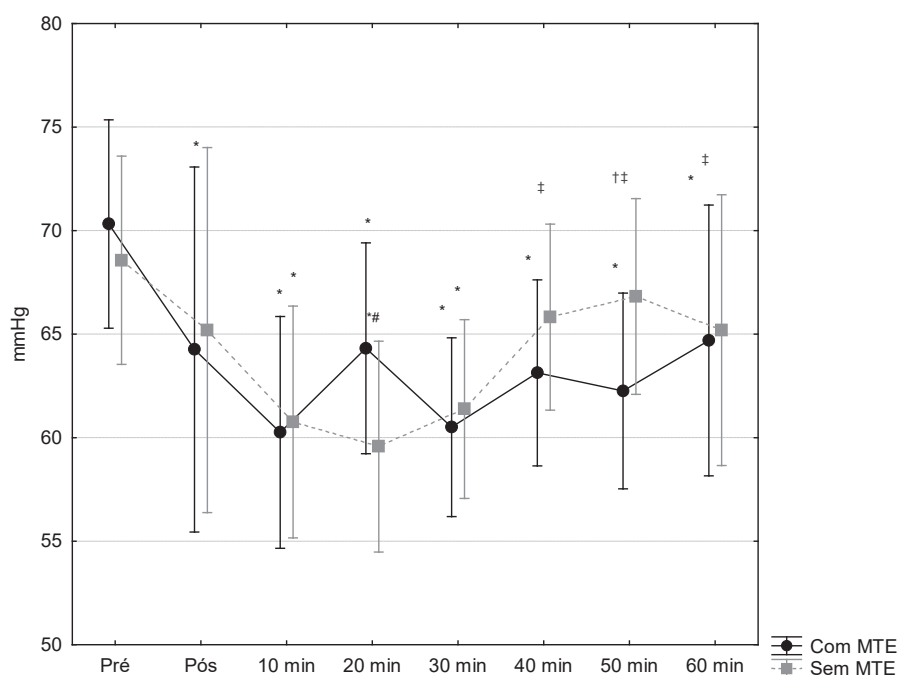


Figura 2. Pressão Arterial Diastólica com ou sem a utilização da MTE.

* Diferença significativa em relação ao momento pré; # Diferença significativa em relação ao momento pós; † Diferença significativa em relação ao momento pós 10 min; ‡ Diferença significativa em relação ao momento pós 20 min.

Para a FC, não foram encontradas diferenças para as interações entre tempo vs. condição ($p=0,940$). Para a condição de tempo, diferenças significativas foram observadas entre os valores pré e diferentes valores pós-teste ($p=0,0001$). Não foram observadas diferenças significativas para diferentes condições respiratórias ($p=0,709$). Para os valores de ASC não foram observadas diferenças significativas entre as condições ($p=0,356$). Foi observado por meio do ES's diferenças triviais nos valores

de FC com ou sem a MTE ($ES's < -0,192$). Os valores da FC estão apresentados na Figura 3.

Para a DP, não foram encontradas diferenças para as interações entre tempo vs. condição ($p=0,391$). Na condição de tempo, diferenças significativas foram observadas entre os valores pré e diferentes valores pós-teste ($p=0,0001$). Não foram observadas diferenças significativas para diferentes condições ($p=0,893$).

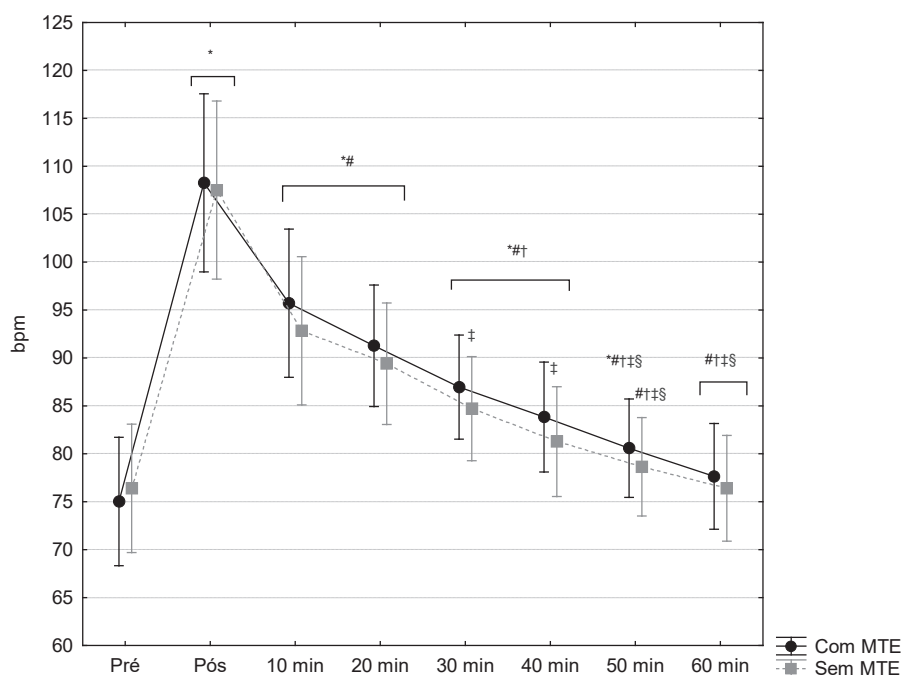


Figura 3. Frequência cardíaca com ou sem a utilização da MTE.

* Diferença significativa em relação ao momento pré; # Diferença significativa em relação ao momento pós; † Diferença significativa em relação ao momento pós 10 min; ‡ Diferença significativa em relação ao momento pós 20 min; § Diferença significativa em relação ao momento pós 30 min; \$ Diferença significativa em relação ao momento pós 40 min.

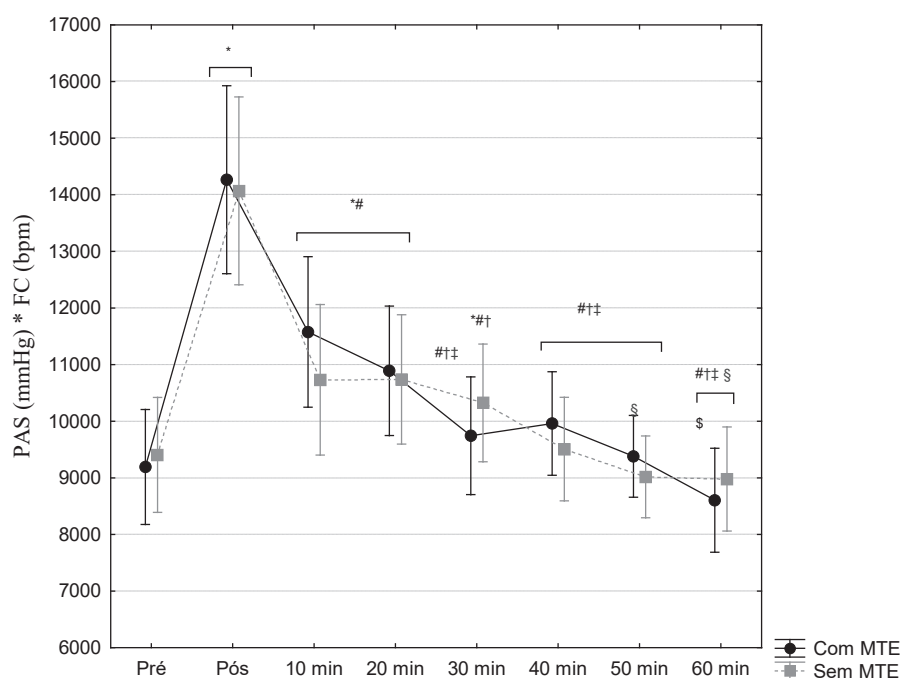


Figura 4. Duplo Produto com ou sem a utilização da MTE.

* Diferença significativa em relação ao momento pré; # Diferença significativa em relação ao momento pós; † Diferença significativa em relação ao momento pós 10 min; ‡ Diferença significativa em relação ao momento pós 20 min; § Diferença significativa em relação ao momento pós 30 min; \$ Diferença significativa em relação ao momento pós 40 min..

Para os valores de ASC não foram observadas diferenças significativas entre as condições respiratórias ($p=0,680$). Os dados ES's nos permitiu observar diferenças triviais nos valores de DP com ou sem a MTE ($ES's=-0,112$). Os valores da DP ao longo do tempo em distintos momentos de verificação estão apresentados na Figura 3, assim como todos os valores do ES's estão apresentados na Tabela 1.

Os principais achados do presente estudo apontam

para uma PAS similar em magnitude para as diferentes condições respiratórias (com ou sem a MTE), contudo esta duração parece ser incrementada até o momento de 60 minutos após o TF ($p<0,0001$; $ES's=-1,11$) na sessão de treinamento que utiliza o recurso ergogênico (MTE), o que não ocorreu para a outra condição respiratória ($p=0,072$; $ES's=-0,45$). Similarmente, o mesmo padrão de resultado ocorreu para a PAD, onde não ocorreu diferença

Tabela 1. Effect Size para as respostas agudas cardiovasculares.

Condições	Verificações	PAS	PAD	FC	Duplo Produto
Com MTE	Pós	0,83 (G)	-0,77 (M)	2,60 (G)	2,74 (G)
	Pós 10 min	-0,24 (T)	-1,28 (G)	1,62 (G)	1,29 (G)
	Pós 20 min	-0,36 (M)	-0,76 (M)	1,27 (G)	0,92 (G)
	Pós 30 min	-1,00 (G)	-1,25 (G)	0,93 (G)	0,31 (M)
	Pós 40 min	-0,37 (M)	-0,92 (G)	0,69 (M)	0,41 (M)
	Pós 50 min	-0,54 (M)	-1,03 (G)	0,43 (M)	0,10 (T)
	Pós 60 min	-1,11 (G)	-0,82 (G)	0,21 (M)	-0,32 (M)
Sem MTE	Pós	0,56 (M)	-0,29 (T)	2,32 (G)	2,21 (G)
	Pós 10 min	-0,55 (M)	-0,68 (M)	1,22 (G)	0,63 (M)
	Pós 20 min	-0,23 (T)	-0,78 (M)	0,97 (G)	0,63 (M)
	Pós 30 min	-0,13 (T)	-0,62 (M)	0,62 (M)	0,44 (M)
	Pós 40 min	-0,44 (M)	-0,24 (T)	0,36 (M)	0,05 (T)
	Pós 50 min	-0,6 (M)	-0,15 (T)	0,17 (T)	-0,18 (T)
	Pós 60 min	-0,45 (M)	-0,29 (T)	0,01 (T)	-0,19 (T)

PAS = Pressão Arterial Sistólica; PAD = Pressão Arterial Diastólica; FC = Frequência Cardíaca; G = Grande; M = Moderado; T = Trivial

significativa para a magnitude do HPE, porém com a MTE este efeito durou até o momento de 60 minutos após o exercício ($p=0,047$; $ES's=-0,82$). Para a FC e o DP não ocorreram diferenças significativas entre as condições respiratórias.

Há mais de duas décadas o TF tem sido recomendado como uma estratégia não farmacológica eficaz para prevenir a hipertensão em indivíduos normotensos e hipertensos (ACSM, 2004; Vasan *et al.*, 2001). Corroborando, dados epidemiológicos recomendam fortemente a inclusão de rotinas do TF em regimes de atividade física para redução do risco de diversas doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2, independente do treinamento aeróbico (Shiroma *et al.*, 2017). Além disso, parece que em indivíduos hipertensos o TF parece atenuar este quadro, de forma similar ou superior ao treinamento aeróbico (MacDonald *et al.*, 2016). Adicionalmente, estratégias de incremento na magnitude ou mesmo da duração do HPE tem sido estudado para a maximização da prevenção e tratamento não-farmacológico (Meneses *et al.*, 2011; Rodriguez *et al.*, 2008; Salles *et al.*, 2010; Senna *et al.*, 2018), tendo em vista a associação da HPE com a redução crônica da pressão arterial (Kelley; Kelley, 2000).

Especificamente, já foi observado uma importante redução da pressão arterial abaixo dos níveis pré-exercício em homens treinados imediatamente após a realização do TF, e este decréscimo foi mantido durante os 60 minutos seguintes de monitoramento (Hill *et al.*, 1989). Anos depois O'Connor *et al.* (1993) observaram aumentos da PAS após intervenção de exercício realizado com cargas de 80% de 1-RM por mulheres. Em seguida, Polito *et al.* (2003), observaram os efeitos de duas sessões de TF, com diferentes intensidades, mas equalizadas no volume de treinamento, para o HPE. Os participantes realizaram 6 exercícios com três séries de 6-RM, com intervalo de dois minutos entre as séries e exercícios.

No último dia, repetiu-se o mesmo procedimento, porém utilizando 12 repetições com 50% da carga de 6-RM. Foi observada redução significativa da PAD nos primeiros 20 minutos após a sessão com maior volume de treinamento, mas não após a sessão com 6-RM. Para

a sessão de 12 repetições e 50% de 6-RM, foi observado declínio significativo na PAS, pelo menos durante os primeiros 50 minutos após o exercício, enquanto reduções significativas foram observadas em todas as medidas após a sessão de 6-RM. Não houve diferenças significativas entre os valores absolutos de PAD e PAS entre as sessões.

De Salles *et al.* (2010) foi comparada a resposta de HPE com diferentes intervalos de descanso entre as séries em 17 idosos normotensos com experiência no treinamento. Os participantes passaram por duas sessões de treinamento diferentes, em uma foram realizadas 3 séries de 10 repetições por exercício com cargas de 70% de 10-RM com intervalo de descanso de 1 ou 2 minutos entre as séries; na segunda sessão foi aplicado o outro intervalo de descanso. Segundo os autores, foram observadas diferenças significativas no pós-exercício entre os intervalos de descanso para a PAS e PAD em todos os momentos de verificação. Além disso, o $ES's$ da PAS e PAD demonstrou aumento de magnitude em todos os momentos pós-exercício para o protocolo de descanso de 2 minutos. Esses resultados sugerem que maiores magnitudes para a HPE são resultantes de um intervalo de descanso mais longo (2 minutos). Esses achados apoiam o conceito de que protocolos de treinamento distintos podem promover efeitos diferentes na hipotensão pós-exercício.

Adicionalmente, em outro experimento, não foram encontradas respostas hipotensivas na PAS e PAD após dois métodos diferentes do TF (tradicional e circuito) com cargas de 70% de 1-RM (Rodriguez *et al.*, 2008). Este experimento verificou até 90 minutos pós-intervenção em comparação aos dados pré-exercício. Isso possivelmente ocorreu, pois estas variações da HPE podem exigir o recrutamento de grandes grupos musculares e intensidades próximas das repetições máximas, pois exercícios de membros superiores utilizando um regime de baixo volume, não foram suficientes para desencadear uma resposta hipotensiva significativa pós-exercício (Rodriguez *et al.*, 2008).

Este estudo parece ser pioneiro em relação do uso da MTE e a HPE, porém, parece bem destacado na literatura

que a intensificação do TF por diferentes métodos podem ser um potencializador na duração da HPE em normotensos (Polito *et al.*, 2003); assim como a exposição ao maior tempo de duração do exercício (mesmo com volumes equalizados) pode desencadear um incremento da HPE (Salles *et al.*, 2010). Em nosso experimento, a utilização da MTE desencadeou uma maior duração da HPE, podendo assim ser uma estratégia viável com o objetivo de prevenção da hipertensão arterial sistêmica. Portanto, uma melhor compreensão da relação entre a utilização deste recurso ergogênico (MTE) nos parâmetros cardiovasculares podem auxiliar em prescrições do TF mais apropriadas para indivíduos com ou sem risco de doença cardiovascular (Figueiredo *et al.*, 2016), e assim contribuir para a fundamentação, que o TF pode ser uma estratégia não farmacológica adicional (e maximizada pela utilização da MTE em relação a duração da HPE) ao exercício aeróbico tradicional para reduzir a pressão arterial (Forjaz *et al.*, 2004).

Adicionalmente, a literatura também mostra que outras variáveis biológicas podem exercer influência na HPE. As principais são a idade, gênero, característica física e comorbidades pré-existentes relacionadas ao sistema cardiovascular (ACSM, 2004; Salles *et al.*, 2010; Senna *et al.*, 2018). Em relação a idade, parece que os efeitos na resistência vascular periférica gerados pelo exercício ocorrem de forma mais elevada em idosos (Salles *et al.*, 2010). Ainda, foi demonstrado que a HPE ocorre de forma mais branda em mulheres, e que diferenças na redução da pressão arterial (Bentes *et al.*, 2015). Ainda, Senna *et al.* (2018) que indivíduos que apresentam mesomorfia podem estar propensos a apresentarem maiores respostas a HPE quando comparados com ectomorfos e endomorfos.

Existe uma forte possibilidade de que a HPE esteja relacionada com o mecanismo de compensação barorreflexa, que em suma, redefine os valores mais baixos obtidos durante a situação pós-exercício, resultando assim numa diminuição do débito cardíaco e da ativação simpática (Senitko; Charkoudian; Halliwill, 2002). Além disso, ocorre maior liberação de óxido nítrico e hiperemia em função da contração muscular (Osada *et al.*, 2003). Além disso, um fator importante a ser levado em consideração é a redução da resistência vascular, que pode ser desencadeada por diferentes substâncias endoteliais (MacDonald *et al.*, 2016; MacDonald, 2002). O estímulo para a resposta específica parece ser causado por um aumento no fluxo sanguíneo nesse caso, desencadeado pelo exercício (Halliwill, 2001).

De uma perspectiva prática, parece que a utilização da MTE proporcionará um incremento na duração do HPE. Contudo, este estudo limita-se especificamente aos dados e condições nos quais foram realizados, mais especificamente, deve ser observado que nossos achados são limitados a participantes normotensos. Essas descobertas têm valor clínico e profissional e desencadeiam uma nova perspectiva de experimentos que venham a verificar participantes pré-hipertensos ou mesmo hipertensos. Sugerimos, adicionalmente, que novas pesquisa que se debrucem em avaliar os efeitos crônicos da utilização da MTE. Logo, estes achados são de grande valia para entusiastas do TF e treinadores com o objetivo de prevenção da hipertensão arterial sistêmica, como recurso não-farmacológico de potencialização dos resultados do TF.

▼ CONCLUSÃO

Os principais achados do presente estudo sugerem que independentemente da utilização da MTE, o TF promoveu decréscimos significativos da PAS e PAD. Contudo, foi observada uma maior duração da HPE (para a PAS e PAD) ocasionada pelo uso deste recurso ergogênico. De fato, este foi o primeiro estudo que observou este recurso ergogênico e suas respostas cardiovasculares, e por este motivo, a população selecionada foi de normotensos.

Porém, mais estudos devem ser conduzidos com populações de pré-hipertensos e hipertensos para o entendimento da utilização da MTE no tratamento da HAS. Adicionalmente, os autores recomendam que estudos futuros sejam realizados para observar os desfechos crônicos cardiovasculares ocasionados pela utilização da MTE.

► AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de iniciação científica e doutoramento.

► CONFLITO DE INTERESSE

Os autores do estudo declaram não haver conflito de interesses.

► FINANCIAMENTO

Este estudo contou com uma bolsa de iniciação científica oferecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

■ REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine. Exercise and Hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 3, p. 533-53, 2004. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000115224.88514.3A>
- ANDRE, T. L.; GANN, J. J.; HWANG, P. S.; ZIPERMAN, E.; MAGNUSSEN, M. J.; WILLOUGHBY, D. S. Restrictive breathing mask reduces repetitions to failure during a session of lower-body resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 32, n. 8, p. 2103-8, 2018. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002648>
- BENTES, C. M.; COSTA, P. B.; RODRIGUES NETO, G.; COSTA E SILVA, G. V.; SALLES, B. F. de; MIRANDA, H. L.; NOVAES, J. S. Hypotensive effects and performance responses between different resistance training intensities and exercise orders in apparently health women. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 35, n. 3, p. 185-90, 2015. <https://doi.org/10.1111/cpf.12144>
- BELLOVARY, B. N.; KING, K. E.; NUNEZ, T. P.; MCCORMICK, J. J.; WELLS, A. D.; BOURBEAU, K. C.; FENNEL, Z. J.; LI, Z.; JOHNSON, K. E.; MORIARTY, T.; MERMIER, C. M. Effects of high-intensity interval training while using a breathing-restrictive mask compared to intermittent hypobaric hypoxia. *Journal of Human Sport and Exercise*, v. 14, n. 4, p. 821-33, 2019. <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.144.11>
- BELLOVARY, B. N.; WELLS, A. D.; FENNEL, Z. J.; HOUCK, J. M.; MILLENDER, D. J.; BOURBEAU, K. C.; MERMIER, C. M. Differences in metabolic stress using a breathing restrictive mask compared to hypobaric hypoxia during cycling at a matched workload. *Journal of Science in Sport and Exercise*, v. 4, n. 4, p. 397-404, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42978-021-00116-2>
- COLEMAN, A.; FREEMAN, P.; STEEL, S.; SHENNAN, A. Validation of the Omron MX3 Plus oscillometric blood pressure monitoring device according to the European Society of Hypertension international protocol. *Blood Pressure Monitoring*, v. 10, n. 3, p. 165-8, 2005. <https://doi.org/10.1097/00126097-200506000-00009>

- CORNELISSEN, V. A.; FAGARD, R. H. Effect of resistance training on resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*, v. 23, n. 2, p. 251-9, 2005. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003231>
- CORNELISSEN, V. A.; FAGARD, R. H.; COECKELBERGHS, E.; VANHEES, L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*, v. 58, n. 5, p. 950-8, 2011. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.177071>
- FIGUEIREDO, T. F.; WILLARDSON, J. M.; MIRANDA, H. M.; BENTES, C. M. B.; REIS, V. M.; SALLES, B. F. de; SIMÃO, R. Influence of rest interval length between sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session performed by prehypertensive men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 7, p. 1813-24, 2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001302>
- FORJAZ, C. L. M.; CARDOSO, C. G.; REZK, C. C.; SANTAELLA, D. F.; TINUCCI, T. Postexercise hypotension and hemodynamics: The role of exercise intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 44, n. 1, p. 54-62, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15181391/>
- HALLIWILL, J. R. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 29, n. 2, p. 65-70, 2001. <https://doi.org/10.1097/00003677-200104000-00005>
- HILL, D. W.; COLLINS, M.; CURETON, K. J.; DEMELLO, J. J. Blood pressure response after weight training exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 3, n. 2, p. 44-7, 1989. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1989/05000/blood_pressure_response_after_weight_training.5.aspx
- JAGIM, A. R.; DOMINY, T. A.; CAMIC, C. L.; WRIGHT, G.; DOBERSTEIN, S.; JONES, M. T.; OLIVER, J. M. Acute effects of the elevation training mask on strength performance in recreational weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 32, n. 2, p. 482-9, 2018. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002308>
- KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, v. 35, n. 3, p. 838-43, 2000. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.35.3.838>
- LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J. Construct validity of the omni resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 2, p. 252-6, 2006. <https://doi.org/10.1519/R-17224.1>
- MACDONALD, H. V.; JOHNSON, B. T.; HUEDO-MEDINA, T. B.; LIVINGSTON, J.; FORSYTH, K. C.; KRAEMER, W. J.; FARINATTI, P. de T. V.; PESCATELLO, L. S. Dynamic resistance training as stand-alone anti-hypertensive lifestyle therapy: A meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, v. 5, n. 10, p. 1-34, 2016. <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.003231>
- MACDONALD, J. R. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, v. 16, n. 4, p. 225-36, 2002. <https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001377>
- MCNAIR, P. J. Verbal encouragement: Effects on maximum effort voluntary muscle action. *British Journal of Sports Medicine*, v. 30, n. 3, p. 243-5, 1996. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.3.243>
- MENÊSES, A. L.; FORJAZ, C. L. de M.; SILVA, G. Q. de M.; LIMA, A. H. R. de A.; FARAH, B. Q.; LINS FILHO, O. de L.; LIMA, G. H. C. de; RITTI-DIAS, R. M. Post exercise cardiovascular effects of different resistance exercise protocols for trunk and upper limbs. *Motriz*, v. 17, n. 4, p. 667-74, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742011000400011n>
- O'CONNOR, P. J.; BRYANT, C. X.; VELTRI, J. P.; GEBHARDT, S. M. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 11, n. 4, p. 516-21, 1993. <https://doi.org/10.1249/00005768-199304000-00015>
- OSADA, T.; KATSUMURA, T.; MURASE, N.; SAKO, T.; HIGUCHI, H.; KIME, R.; HAMAOKA, T.; SHIMOMITSU, T. Post-exercise hyperemia after ischemic and non-ischemic isometric handgrip exercise. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, v. 22, n. 6, p. 299-309, 2003. <https://doi.org/10.2114/jpa.22.299>
- POLITO, M. D.; SIMÃO, R.; SENNA, G. W.; FARINATTI, P. de T. V. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 9, n. 2, p. 74-7, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922003000200003>
- RODRIGUEZ, D.; POLITO, M.; PRESTES, J.; PONTES JR., F. Effect of different resistance exercise methods on post-exercise blood pressure. *International Journal of Exercise Science*, v. 1, n. 4, p. 153-62, 2008. <https://doi.org/10.70252/IDYC5854>
- ROSENDORFF, C.; BEERI, M. S.; SILVERMAN, J. M. Cardiovascular Risk Factors for Alzheimer's Disease. *American Journal of Geriatric Cardiology*, v. 16, n. 3, p. 143-8, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1076-7460.2007.06696.x>
- SALLES, B. F. de; MAIOR, A. S.; POLITO, M.; NOVAES, J.; ALEXANDER, J.; RHEA, M.; SIMÃO, R. Influence of rest interval lengths on hypotensive response after strength training sessions performed by older men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 11, p. 3049-54, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb207>
- SCUDESE, E.; WILLARDSON, J. M.; SIMÃO, R.; SENNA, G.; SALLES, B. F. de; 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*, v. 29, n. 11, p. 3079-83, 2015. <https://doi.org/10.1097/JSC.0000000000000214>
- SENITKO, A. N.; CHARKOUDIAN, N.; HALLIWILL, J. R. Influence of endurance exercise training status and gender on postexercise hypotension. *Journal of Applied Physiology*, v. 92, n. 6, p. 2368-74, 2002. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00020.2002>
- SENN, G.; OLIVEIRA, C. Q. de; KREUGER, S.; SCUDESE, E.; MONTEIRO, W. Hypotensive effect of resistance training performed on stable vs. unstable surfaces. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 19, n. 1, p. 17-26, 2016. Disponível em: link.gale.com/apps/doc/A443990965/HRCa?u=anon-854a04da&sid=googleScholar&xid=1815d4cb
- SENN, G.; SALLES, B. F.; PRESTES, J.; MELLO, R. A.; SIMÃO, R. Influence of two different rest interval lengths in resistance training sessions for upper and lower body. *Journal of Sports Science & Medicine*, v. 8, n. 2, p. 197-202, 2009. Disponível em: <https://www.jssm.org/jssm-08-197.xml%3Eabst>
- SENN, G. W.; DANTAS, E. H. M.; SCUDESE, E.; BRANDÃO, P. P.; LIRA, V. A.; BAFFI, M.; RIBEIRO, L. C. P.; SIMÃO, R.; THOMAS, E.; BIANCO, A. Higher muscle damage triggered by shorter inter-set rest periods in volume-equated resistance exercise. *Frontiers in Physiology*, v. 13, n. 2, p. 827847, 2022. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.827847>
- SENN, G. W.; FIGUEIREDO, T.; SCUDESE, E.; BAFFI, M.; CARNEIRO, F.; MORAES, E.; MIRANDA, H.; SIMÃO, R. Influence of different rest interval lengths in multi-joint and single-joint exercises on repetition performance, perceived exertion, and blood lactate. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 15, n. 5, p. 96-106, 2012. Disponível em: https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineOCTOBER2012_Moraes_Humberto_Senna.pdf
- SENN, G. W.; SCUDESE, E.; SILVA-GRIGOLETTO, M. E. da; ALIAS, A.; FUQUA, J. D.; BRANDÃO, P. P.; DANTAS, E. H. M. Post resistance exercise hypotension on distinct types of somatotype characteristics. *Journal of Human Sport and Exercise*, v. 13, n. 1, p. 36-49, 2018. <https://doi.org/10.14198/jhse.2018.131.05>
- SENN, G. W.; WILLARDSON, J. M.; SCUDESE, E.; SIMÃO, R.; OLIVEIRA, C. Q. de; OLIVEIRA LIMA, J. de; SILVA-GRIGOLETTO, M. E. da; DANTAS, E. H. M. Multi- to single-joint or the reverse exercise order does not affect pectoralis major workout performance. *Journal of Human Kinetics*, v. 66, n. 1, p. 223-31, 2019. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0059>

SENNA, G. W.; WILLARDSON, J. M.; SCUDESE, E.; SIMÃO, R.; QUEIROZ, C.; AVELAR, R.; DANTAS, E. H. M. Effect of different inter-set rest intervals on performance of single and multijoint exercises with near-maximal loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 710-6, 2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001142>

SHEPHARD, R. J. PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. **Sports Medicine**, v. 5, n. 3, p. 185-95, 1988. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>

SHIROMA, E. J.; COOK, N. R.; MANSON, J. E.; MOORTHY, M.; BURING, J. E.; RIMM, E. B.; LEE, I. M. Strength training and the risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 1, p. 40-6, 2017. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001063>

SPIERING, B. A.; KRAEMER, W. J.; ANDERSON, J. M.; ARMSTRONG, L. E.; NINDL, B. C.; VOLEK, J. S.; MARESH, C. M. Resistance exercise

biology. **Sports Medicine**, v. 38, n. 7, p. 527-40, 2008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00001>

VASAN, R. S.; LARSON, M. G.; LEIP, E. P.; EVANS, J. C.; O'DONNELL, C. J.; KANNEL, W. B.; LEVY, D. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. **New England Journal of Medicine**, v. 345, n. 18, p. 1291-7, 2001. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa003417>

✉ E-MAIL DOS AUTORES

Franklin Ferreira Carvalho

✉ franklincarvalho.nutri@gmail.com

Cristiano Queiroz de Oliveira

✉ cristiano.oliveira@ucp.br

Michelle Soraia Dionísio Espinola

✉ msdespinola@gmail.com