

PROTOCOLO DE ESTUDO

A resistência muscular inspiratória modifica a resposta hemodinâmica provocada pelo handgrip?: protocolo de um estudo de intervenção comparativa

Does inspiratory muscle strengthening modify the hemodynamic response caused by handgrip?: protocol of a comparative intervention study

Ramon Martins Barbosa¹, Marvyn de Santana do Sacramento^{1,2,3}, Alan Carlos Nery dos Santos^{1,4}, Pedro Elias Santos Souza^{1,2}, Ricardo Rogério Gomes do Sacramento², André Luiz Lisboa Cordeiro^{1,5}, Ícaro Santos Oliveira⁴, Leandro Paim da Cruz Carvalho⁶, Jefferson Petto^{1,2}

¹*Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador, BA, Brasil*

²*Actus Cordios Reabilitação Cardiovascular, Salvador, BA, Brasil*

³*Faculdade Atenas, Valença, BA, Brasil*

⁴*Faculdade da Região Sisaleira (FARESI), Conceição do Coité, BA, Brasil*

⁵*Centro Universitário UNIFAN, Feira de Santana, BA, Brasil*

⁶*Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Salvador, BA, Brasil*

Recebido em: 25 de Julho de 2025; Aceito em: 26 de Agosto de 2025.

Correspondência: Ramon Martins Barbosa, ramonmartinsbarbosa@hotmail.com

Como citar

Barbosa RM, Sacramento MS, Santos ACN, Souza PES, Sacramento RRG, Cordeiro ALL., Oliveira IS, Carvalho LPC, Petto J. A resistência muscular inspiratória modifica a resposta hemodinâmica provocada pelo handgrip?: protocolo de um estudo de intervenção comparativa. Fisioter Bras. 2025;26(4):2388-2399. doi:[10.62827/fb.v26i4.1082](https://doi.org/10.62827/fb.v26i4.1082)

Resumo

Introdução: A resposta hemodinâmica ao exercício isométrico com Handgrip (HG) é amplamente utilizada para avaliar o controle cardiovascular. A Resistência Muscular Inspiratória (RMI) pode modular essa resposta por alguns mecanismos, mas os efeitos agudos da combinação entre RMI e HG ainda não foram esclarecidos. **Objetivo:** Testar a hipótese se a resistência muscular inspiratória (RMI) modifica a resposta hemodinâmica aguda do exercício resistido estático realizado com o aparelho de Handgrip (HG). **Métodos:** Trata-se de um estudo de intervenção comparativo

composto por três braços de intervenção. Serão recrutados 24 voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 30 anos. Após a triagem os voluntários serão randomizados para protocolos de tratamento (A: HG a 60% da Força de Preensão Manual - FPM; II: HG a 60 % da FPM + RMI, e III: com HG a 30% da FPM + RMI). Os dados serão apresentados pela variação (Δ) dos momentos do sprint – repouso e pós-exercício - repouso. Será realizado o teste de Análise de Variância (ANOVA) de uma via em caso de distribuição simétrica e Kruskal-Wallys para distribuição não paramétrica, para analisar os três protocolos durante as mesmas fases e, posteriormente o mesmo teste para avaliar as respostas individuais ao longo do tempo. Um $p \leq 0,05$ será considerado estatisticamente significante. **Conclusão:** Este estudo fornecerá respostas para os efeitos hemodinâmicos provocados pela RMI na atividade isométrica executada com o HG e, se confirmada as hipóteses deste estudo, teremos uma evidência mecanicista robusta para ampliar o campo de exploração científica em diferentes contextos clínicos.

Palavras-chave: Hemodinâmica; Resistência Vascular; Pressão Arterial.

Abstract

Introduction: The hemodynamic response to isometric handgrip (HG) exercise is widely used to assess cardiovascular control. Inspiratory muscle resistance (IMR) may modulate this response through mechanisms, but the acute effects of combining IMR and HG remain unclear. **Objective:** To test the hypothesis whether inspiratory muscle resistance (IMR) modifies the acute hemodynamic response of static resistance exercise performed with the Handgrip (HG) device. **Methods:** This is a comparative intervention study composed of three intervention arms. Twenty-four male volunteers aged between 18 and 30 years will be recruited. After screening, the volunteers will be randomized to treatment protocols (A: HG at 60% of Handgrip Strength - HGS; II: HG at 60% of HGS + IMR, and III: with HG at 30% of HGS + IMR). The data will be presented by the variation (Δ) of the sprint-rest and post-exercise-rest moments. One-way Analysis of Variance (ANOVA) will be performed in case of symmetric distribution and Kruskal-Wallys for nonparametric distribution to analyze the three protocols during the same phases and, subsequently, the same test will be used to evaluate individual responses over time. A $p \leq 0.05$ will be considered statistically significant. **Conclusion:** This study will provide answers to the hemodynamic effects caused by RMI in isometric activity performed with HG and, if the hypotheses of this study are confirmed, we will have robust mechanistic evidence to expand the field of scientific exploration in different clinical contexts.

Keywords: Hemodynamics; Vascular Resistance, Arterial Pressure.

Introdução

A avaliação da resposta hemodinâmica ao exercício físico tem sido amplamente utilizada para investigar adaptações cardiovasculares em

diferentes populações [1-3]. Dentre as modalidades, o exercício isométrico com Handgrip (HG) é uma intervenção valiosa, permitindo mensurar a

modulação autonômica e a resposta pressórica de maneira controlada e reproduzível [4,5]. Evidências sugerem que a ativação da musculatura periférica durante o HG provoca alterações agudas significativas, elevando a pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e o duplo produto (DP), tornando-se relevante para investigar a integridade do controle cardiovascular [6,7].

Dentre os fatores que podem modular a resposta hemodinâmica da pressão arterial, a resistência muscular inspiratória (RMI) tem emergido como um aspecto de interesse [8]. Tem sido associada a benefícios como a melhoria da eficiência ventilatória, a modulação da atividade simpática autonômica muscular, podendo influenciar diretamente na resposta pressórica a diferentes estímulos [9,10]. Contudo, quando analisada a literatura, não existem estudos que elucidem as

respostas agudas provocadas pela combinação dessas intervenções.

Testou-se se a adição da RMI modifica a atividade hemodinâmica provocada pelo HG. A hipótese central é que a musculatura inspiratória pode modular a resposta cardiovascular ao esforço isométrico. Para isso, elaboramos um programa de intervenção para comparar as respostas hemodinâmicas (frequência cardíaca – FC; PAS; PAD; e DP) e percepção subjetiva de esforço (Borg 6-20) durante o HP isolado e em associação com a RMI com diferentes cargas. A obtenção desses dados poderá contribuir para estratégias terapêuticas voltadas à reabilitação cardiovascular e ao condicionamento físico em populações clínicas e saudáveis. Protocolo seguindo as orientações do *Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials (SPIRIT)* [11].

Métodos

Delineamento e hipóteses

Um estudo de intervenção comparativa com análise antes e depois composto por três braços. Contará com 24 voluntários do sexo masculino, idade entre 18 e 30 anos, avaliados em 3 encontros com intervalos mínimos de quatro dias, para verificar se a RMI modifica a resposta hemodinâmica aguda do HG.

Recrutamento

A amostra será composta por estudantes universitários e público externo que atendam aos critérios de elegibilidade, recrutados por cartazes digitais e impressos em redes sociais e nas instalações da instituição. Os encontros para triagem ocorrerão nas segundas e quartas, conforme agendamento, durante o período da pesquisa. Todos os

voluntários serão informados sobre a proposta do estudo, riscos, benefícios e cuidados necessários para participação. Serão alertados sobre a possibilidade de interromper a pesquisa a qualquer momento, sem ônus.

Critérios de Elegibilidade

Serão incluídos adultos jovens, com idade entre 18 e 30 anos, autodeclarados saudáveis e classificados como ativos ou irregularmente ativos pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) – Versão Curta [12]. Serão excluídos os indivíduos que, a partir da avaliação preliminar de saúde, apresentarem condições limitantes relatadas no questionário de histórico médico ou que sejam classificados como alto risco para doenças cardiovasculares, com dois ou mais fatores de risco, conforme as diretrizes para testes de esforço

e sua prescrição do *American College of Sports Medicine* [13]. Além disso, serão excluídos os indivíduos com distúrbios musculoesqueléticos que impossibilitem a realização do protocolo de esforço físico.

Aqueles que atenderem aos critérios de elegibilidade receberão informações verbais e escritas sobre o estudo e serão convidados a participar das próximas etapas, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Instrumentos utilizados

Durante a realização do estudo serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Balança digital Welmy, com capacidade máxima 200kg e estadiômetro com precisão de 0,1cm aferida pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO);
- Cardiografímetro Polar H10 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) [14];
- Esfigmomanômetro digital (Marca OMRON HEM-7320, São Paulo, Brasil)
- Dinamômetro de mão digital CAMRY (Modelo SCACAM-EH10117) [15];
- Aparelho de Handgrip (Brother Medical, China) com carga de 5 a 40kg;
- Power Breathe (Aparelho de resistência muscular inspiratória)
- Manovacuômetro analógico murenas

Avaliação físico-clínica

O exame físico será composto pela avaliação da altura, peso, os quais determinarão o índice de massa corporal (IMC – peso/altura²). Além disso, serão registradas a frequência cardíaca (FC) de repouso através do cardiografímetro Polar® H10 [13] e a pressão arterial (PA), que seguirá as recomendações da *American Heart Association*.

Determinação da Força de Prensão Manual (FPM)

O posicionamento seguirá as diretrizes da ASHT [16]: sujeito sentado, coluna ereta, joelhos a 90°, ombro em adução/rotação neutra, cotovelo a 90°, antebraço em meia pronação e punho neutro (até 30° de extensão). O braço ficará suspenso com o dinamômetro sustentado pelo avaliador. Três tentativas de preensão máxima (3–5s) serão feitas no membro dominante, com média utilizada para prescrição.

O dinamômetro mecânico da marca CARMY EH101, validado por Huang e colaboradores [15], com precisão de 0,1kg, será utilizado para predição da carga e, o Handgrip será utilizado para o treinamento.

Avaliação da Força dos músculos Inspiratórios e Limiar glicêmico

Inicialmente, serão coletados os valores de pressão inspiratória máxima (Plmáx) e, em seguida, realizado o teste incremental muscular inspiratório (TIMI), com o objetivo de detectar o limiar de anaerobiose dos músculos inspiratórios, por meio do limiar glicêmico.

A Plmáx será mensurada com os sujeitos em sedestação, posição que inibe a função postural do diafragma, utilizando um manovacuômetro. Com narinas ocluídas por clipe nasal, os participantes farão uma expiração total seguida de uma inspiração máxima forçada. O valor da Plmáx será expresso em cmH₂O e será considerada a maior medida de três tentativas. Caso a última seja a maior, nova tentativa será realizada até que os valores não superem o anterior.

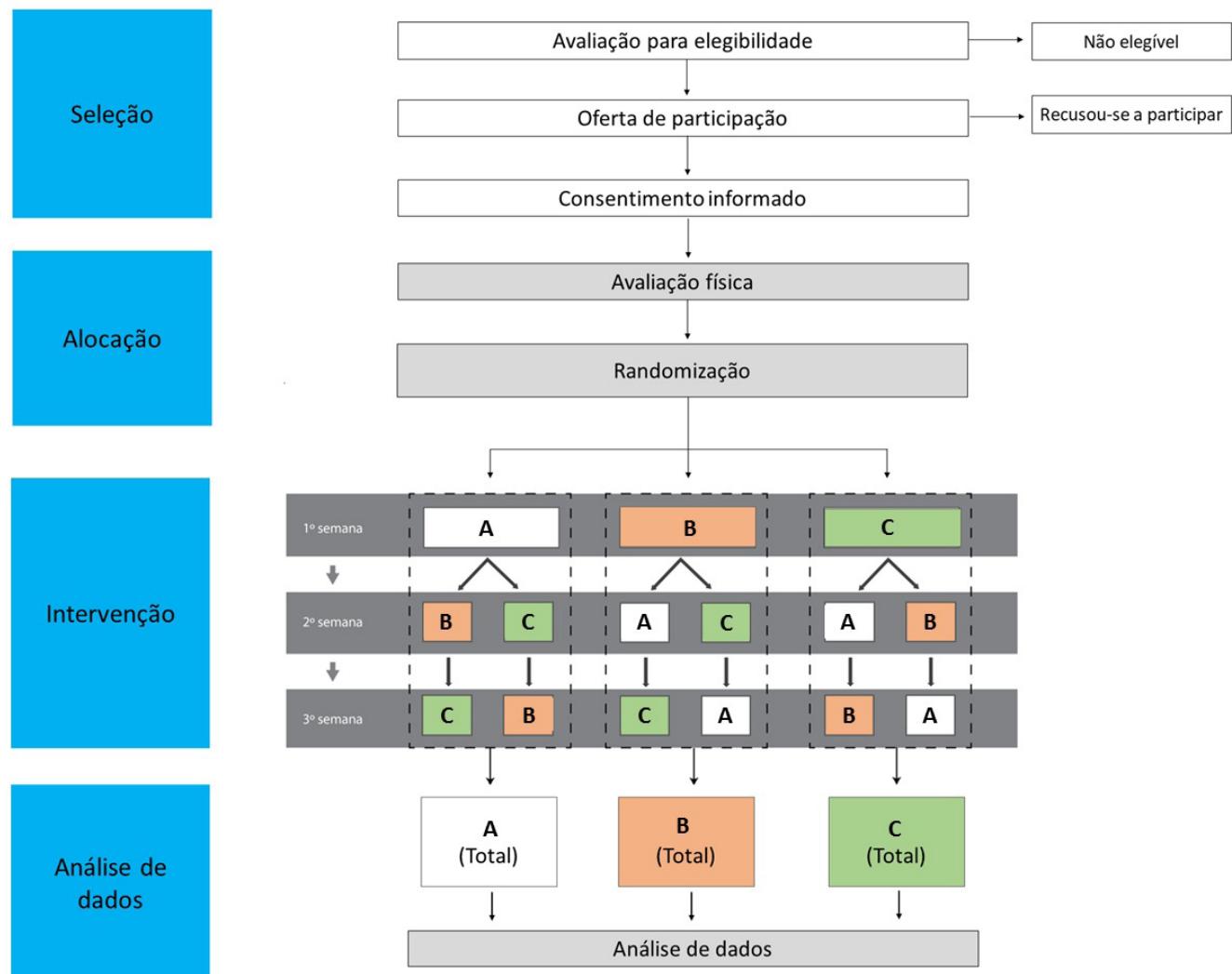
Com a Plmáx determinada, será iniciado o TIMI. Primeiramente, haverá um aquecimento com 15 repetições no *Powerbreathe*, sem carga, para adaptação. Após dois minutos, será utilizada carga de 10% da Plmáx inicial, com 15 repetições. Em seguida, serão medidas glicemia, pressão arterial, frequência cardíaca e Borg, com dois minutos

de intervalo entre níveis e acréscimo de 10% da carga a cada estágio. O limiar glicêmico de anaerobiose será definido pelo menor valor de glicemia registrado, sendo este utilizado na prescrição do treinamento muscular inspiratório.

Randomização da amostra

A randomização será simples e aleatória, por meio de sorteio de bolas com letras A, B e C,

retiradas de um saco preto pelos voluntários. Cada letra representará um protocolo de exercício. O voluntário sorteará a primeira bola (protocolo inicial), a segunda (protocolo seguinte) e a restante definirá o último. Os protocolos serão realizados com intervalo mínimo de 72 horas, sempre no mesmo horário das avaliações anteriores. A Figura 1 esquematiza o processo de seleção e randomização dos três braços do estudo.



PA: protocolo A (handgrip 60%); PB: protocolo B (handgrip com carga de 60% da força de preensão manual + Resistência Muscular Inspiratória); P4: protocolo 4 (handgrip com carga de 30% da força de preensão manual + Resistência Muscular Inspiratória).

Figura 1 - Fluxograma de seleção e randomização interna da amostra ao longo do estudo

Avaliação e Intervenção

1ª Etapa: Protocolo de Avaliação – Participantes selecionados por amostra de conveniência, após responderem os questionários PAR-Q [16] e IPAQ [12], serão submetidos à triagem por meio de questionário sociodemográfico. Também será realizado exame físico, com coleta de pressão arterial e frequência cardíaca em repouso, estatura, circunferência da cintura e cálculo do IMC.

Em seguida, será avaliada a força muscular periférica por meio de teste isométrico incremental. Após aquecimento, o indivíduo realizará a preensão manual para determinar a carga equivalente a 60% e 30% da Força de Preenção Palmar Isométrica (FPPI).

Após 30 minutos de descanso, será feita a avaliação dos músculos inspiratórios, com mensuração da Plmáx e, posteriormente, realização do TIMI para determinar o limiar glicêmico de anaerobiose, utilizado na prescrição do treinamento inspiratório.

2º Etapa: Protocolo de Intervenção - Após todo o processo de avaliação, será realizada a randomização do voluntário para ordem das intervenções, sendo elas denominadas “A”, “B” OU “C”, a serem realizadas com intervalo de 3 dias entre as intervenções.

Protocolo A: Handgrip com 60% FPPI

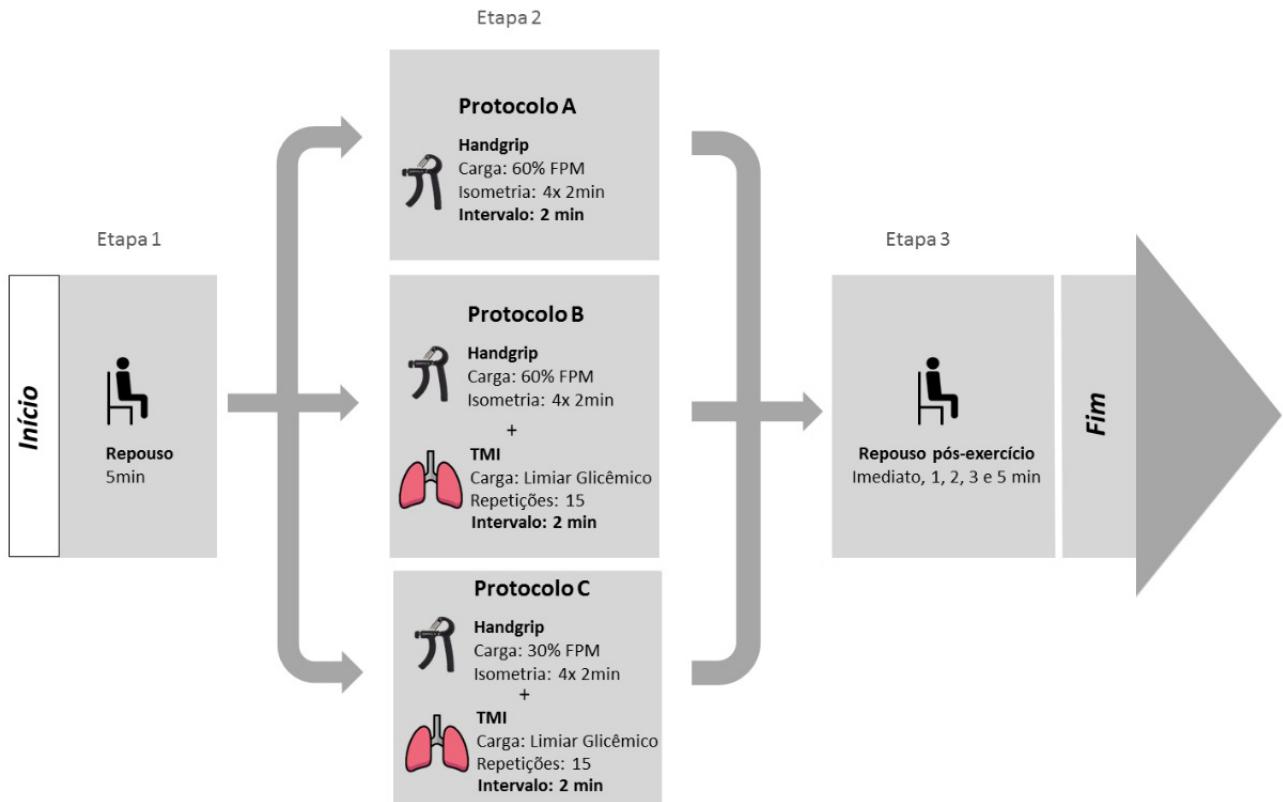
Será realizado um protocolo de Handgrip (exercício resistido estático). Desta forma, o indivíduo realizará quatro (4) séries de dois (2) minutos de isometria, com 60% FPPI, seguido de dois (2) minutos de descanso entre as séries. Logo após, entre cada série serão coletadas algumas variáveis: Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, Borg e Glicemia. Após todas as séries, serão coletadas as mesmas variáveis, com exceção da glicemia, nos próximos cinco minutos de repouso, com medidas imediatamente após, um, dois, quatro e cinco minutos após todas as intervenções.

Protocolo B: Handgrip com 60% mais Treinamento para os Músculos Inspiratórios

Será realizado um protocolo de Handgrip (exercício resistido estático) somado ao Treinamento para os músculos inspiratórios com carga baseada no limiar glicêmico. Desta forma, o indivíduo realizará quatro (4) séries de dois (2) minutos sustentados, com 60% FPPI simultaneamente ao treinamento para os músculos inspiratórios. Vale salientar que o TMI será adicionado ao segundo 35 entre cada série, totalizando em média quinze (15) repetições. Seguido de dois (2) minutos de descanso entre as séries. Logo após, entre cada série serão coletadas as variáveis: Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, Borg e Glicemia. Após todas as séries, serão coletadas as mesmas variáveis, com exceção da glicemia, nos próximos cinco minutos de repouso, mensurando imediatamente após, um, dois, quatro e cinco minutos após todas as intervenções.

Protocolo C: Handgrip com 30% da FPPI mais Treinamento para os músculos inspiratórios

Será realizado um protocolo de Handgrip (exercício resistido estático) somado ao Treinamento para os músculos inspiratórios com carga baseada no limiar glicêmico. Desta forma, o indivíduo realizará quatro (4) séries de dois (2) minutos sustentados, com 30% FPPI simultaneamente ao treinamento para os músculos inspiratórios. Vale salientar que o TMI será adicionado ao segundo 35 entre cada série, totalizando em média quinze (15) repetições. Seguido de dois (2) minutos de descanso entre as séries. Logo após, entre cada série serão coletadas as variáveis: Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, Borg e Glicemia. Após todas as séries, serão coletadas as mesmas variáveis, com exceção da glicemia, nos próximos cinco minutos de repouso, mensurando imediatamente após, um, dois, quatro e cinco minutos após todas as intervenções. A Figura 2 esquematiza as etapas das intervenções.



FPM: força de preensão manual; TMI: Treinamento Muscular Inspiratório.

A frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e percepção de esforço (BORG 6-20) serão mensuradas durante as etapas 1, 2, 3 e 4 e 1, 2, 3 e 5 min após o esforço.

Figura 2 - Etapas dos protocolos de intervenções

Variáveis preditoras

A resistência muscular inspiratória durante a contração isométrica com HG e a carga estabelecida serão fatores que diferenciam os protocolos, portanto, separando os 3 grupos da pesquisa.

Tempo de exposição ao exercício: Durante o protocolo, pode existir diferença entre os momentos de avaliação decorrentes da ação do tempo sobre a função hemodinâmica e percepção de esforço. Os dados serão tratados para diferenciar as mudanças provocadas pela resistência muscular inspiratória durante o HG ou decorrentes da exposição ao tempo de exercício.

Nível de atividade física: Será investigado se o nível de atividade física provoca mudanças nos desfechos da pesquisa.

Desfechos

Desfechos primários

Serão analisados os deltas (Δ = momento - repouso) das variáveis FC, PAS, PAD e o duplo produto (DP = FC * PAS). A análise será feita entre o mesmo momento dos 3 protocolos e pelo padrão de comportamento das variáveis ao longo das séries e repouso pós-exercício.

Desfechos secundários

Percepção subjetiva de esforço: será utilizada a escala original de Borg (6 a 20) para avaliar a percepção de esforço entre os protocolos e ao longo das intervenções.

Eventos adversos: serão registrados como desfecho secundário. A equipe reportará ao comitê de ética todos os eventos ocorridos durante e até um dia após cada protocolo. Qualquer evento relacionado ao treinamento será acompanhado imediatamente, como técnica incorreta de corrida ou uso de calçado inadequado. Uma lista de verificação será utilizada para monitorar sinais e sintomas.

Cálculo amostral

Um estudo piloto com 10 voluntários foi conduzido para servir de base para a realização do cálculo amostral. O duplo produto foi a variável principal selecionada para este estudo e apresentou desvio padrão médio de 7. Foi considerada como mínima diferença clínica relevante uma alteração de pelo menos 10%. O tamanho da amostra foi calculado preconizando três braços de tratamento, com poder de 0,80 e alfa de 0,05, resultando em 11 voluntários necessários para cada grupo. Contudo, estabelecemos como objetivo o total de 24 voluntários para cada grupo. Para o cálculo de suficiência amostral foi utilizado o software BioEstat versão 5.3 (Belém, PA, Brasil) [17].

Planejamento estatístico

Gestão de dados

Inicialmente, será conduzida análise descritiva para caracterização da amostra. A normalidade será verificada por simetria, curtose e teste de Shapiro-Wilk. Dados paramétricos serão apresentados como média e desvio padrão; dados não-paramétricos, como mediana e intervalo interquartil. Variáveis categóricas serão descritas por proporção e frequência absoluta.

Será aplicada regressão linear simples para verificar se o nível de atividade física influencia as variáveis de desfecho. Caso confirmada, os desfechos serão analisados por subgrupos: ativo e irregularmente ativo. As variáveis FC, PAS, DP e PAD

serão expressas como variação (Δ = valor durante ou pós-exercício – valor de repouso inicial). O escore de Borg (6–20) será relatado como valor absoluto.

As variáveis hemodinâmicas e percepção de esforço serão analisadas por ANOVA a um fator com pós-hoc de Tukey (paramétricos) ou Kruskal-Wallis com pós-hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (não-paramétricos). Haverá análise transversal comparando os três protocolos no mesmo momento (exercício ou pós), e análise longitudinal da resposta de cada protocolo durante as séries (1–4) e no pós-exercício (imediato, 1, 2, 3 e 5 min). Valores com $p \leq 0,05$ serão considerados significativos.

Entrada de dados

Os dados serão duplamente inseridos para garantir a qualidade e precisão dos dados. A entrada de dados será realizada separadamente por dois pesquisadores independentes de forma cega. As informações pessoais e a identidade dos participantes serão estritamente protegidas. A cada participante será atribuído um número único de estudo, que corresponde aos dados coletados.

Monitoramento de dados

A equipe de gerenciamento de dados monitorará continuamente os dados coletados semanalmente e reportará o progresso do estudo aos investigadores. Os resultados serão totalmente divulgados em revistas científicas e conferências revisadas por pares. Esperamos que quaisquer possíveis eventos adversos relacionados às intervenções com exercícios neste estudo sejam menores. No entanto, se algum evento adverso grave inesperado ocorrer várias vezes durante o estudo, nossos investigadores discutirão a situação para considerar o término do estudo.

Segurança e backup dos dados

Todos os dados do estudo serão armazenados separadamente das informações pessoais dos

participantes. A identidade do participante será armazenada em discos rígidos criptografados mantidos em um gabinete trancado. Somente o pessoal de pesquisa deste projeto poderá acessar o gabinete bloqueado e os discos rígidos criptografados. Os dados permanecerão armazenados durante 7 anos.

Ética e divulgação

Aprovação ética: O estudo será conduzido de acordo com os princípios éticos da Declaração de

Helsinki e da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, alinhados com as Boas Práticas Clínicas e os requisitos regulatórios aplicáveis. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, com CAAE: 78241224.2.0000.5544.

Divulgação: Os resultados serão publicados em periódicos locais e internacionais, além de apresentados em conferências científicas.

Discussão

O estudo proposto por este protocolo busca analisar se a RMI altera a atividade hemodinâmica provocada pelo HG. Essa resposta trará pontos importantes para a compreensão dos mecanismos envolvidos e dos efeitos agudos gerados pela interação entre as intervenções. A escolha pela associação baseia-se em evidências da literatura que demonstram os efeitos isolados de cada intervenção na modulação autonômica e no comportamento cardiovascular [6,9,10].

No tocante ao efeito da execução do exercício isométrico com HP, estudos sugerem um incremento na PAS e na PAD [4,6]. Essa resposta hemodinâmica acontece, pois, existe uma contração muscular sustentada que acarreta em vasoconstricção mecânica dos vasos arteriais, resultando em um aumento transitório da resistência vascular periférica (RVP). Esse incremento da RVP aumenta a demanda cardiovascular, refletindo na PAD e na pós-carga, solicitando uma maior demanda do ventrículo esquerdo em direção a aorta, e consequentemente culminando na elevação da PAS. Embora a frequência cardíaca (FC) seja um fator comumente relacionado à elevação pressórica, nos protocolos isométricos curtos com HG, geralmente até dois minutos, a FC tende a permanecer

estável [17]. Assim, observa-se um aumento do trabalho cardíaco, predominantemente mediado pela elevação da PAS, e não por alterações na FC [17,18].

Em paralelo, durante a execução aguda da RMI de alta intensidade (75%Plmáx) observou-se um aumento significativo da FC, acompanhado por elevações modestas e transitórias da PAS e PAD. A aplicação de pressões intratorácicas negativas elevadas intensifica o retorno venoso, o que provavelmente ativa receptores cardiopulmonares e desencadeia uma supressão reflexa da atividade simpática. Esse padrão evidencia uma resposta hemodinâmica regulada, caracterizada por ativação cardiovascular sem sobrecarga pressórica e com modulação autonômica favorável. Tais respostas agudas podem representar um mecanismo fisiológico subjacente aos benefícios crônicos da RMI na redução da pressão arterial e na melhora do controle autonômico [19].

Com base nas respostas fisiológicas distintas geradas por cada intervenção isolada, este estudo clínico busca responder: a RMI aguda modifica a resposta hemodinâmica ao exercício isométrico com handgrip (HG)? Dentro dessa proposta, será possível verificar se o RMI exerce um efeito

somatório sobre as variáveis hemodinâmicas e se, diferentemente da resposta ao HG isolado, caracterizada por elevações pressóricas com FC, a combinação das duas intervenções resulta em aumento significativo da FC para suprir a maior demanda cardiovascular ou intensifica a percepção de esforço.

Neste desenho, os voluntários serão seus próprios comparadores, reduzindo diferenças nas características de base e fatores individuais que

poderiam influenciar os resultados. A amostra será composta por jovens sem histórico de doenças cardiovasculares, caracterizando baixo risco de intercorrências hemodinâmicas. A equipe de pesquisa será treinada para identificar possíveis efeitos adversos relacionados aos protocolos. Esses cuidados visam detectar eventos adversos durante a execução, avaliar a viabilidade da abordagem e fornecer subsídios para o desenvolvimento de medidas protetivas aos voluntários.

Conclusão

Este estudo tem o potencial de elucidar os efeitos hemodinâmicos agudos da combinação entre o exercício isométrico com handgrip e a resistência muscular inspiratória. Caso as hipóteses levantadas sejam confirmadas, os achados poderão representar uma evidência mecanicista consistente, com implicações diretas na prescrição do exercício em contextos clínicos diversos. Tal evidência poderá ainda abrir novas perspectivas para intervenções terapêuticas baseadas em exercício, fortalecendo o racional fisiológico por trás da modulação autonômica e cardiovascular.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não possuírem conflitos de interesses de qualquer natureza.

Fontes de financiamento

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Barbosa RM, Sacramento MS, Santos ACN, Petto J; Análise e Interpretação dos dados: Barbosa RM, Sacramento MS, Santos ACN, Souza PES, Sacramento RRG, Cordeiro AL, Oliveira IS, Carvalho LPC, Petto J; Redação do Manuscrito: Barbosa RM, Sacramento MS, Santos ACN, Souza PES, Sacramento RRG, Cordeiro AL, Oliveira IS, Carvalho LPC, Petto J; Revisão do Manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Barbosa RM, Sacramento MS, Santos ACN, Petto J.

Referências

1. Barbosa RM, Santos ACN, Sacramento MS, Jesus TC, Petto J. Efeitos dos exercícios resistidos nas respostas hemodinâmicas: uma revisão sistemática de revisões com meta-análise. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2024;23(1):e235573. doi:10.33233/rbfex.v23i1.5573.
2. Brito AF, Brasileiro-Santos MS, Nóbrega TKS, Oliveira AS, Santos AC. Exercício resistido: uma revisão sobre seus aspectos hemodinâmicos e autonômicos. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2011;19(3):93-102. doi:10.18511/rbcm.v19i3.1337.
3. Umpierre D, Stein R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações na doença cardiovascular. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(6):e1-e6. doi:10.1590/S0066-782X2007001800012.

4. Silva IM, Sobrinho MFL, Ritti-Dias RM, Sobral BPSV, Pirauá ALT, Oliveira LMFT, Farah BQ. Respostas cardiovasculares após exercício isométrico com handgrip em diferentes intensidades. *J Phys Educ.* 2019;30(1):e3020. doi:10.4025/jphyseduc.v30i1.3020.
5. Araújo CGS, Duarte CV, Gonçalves FA, Medeiros HBO, Lemos FA, Gouvêa AL. Respostas hemodinâmicas a um protocolo de treinamento isométrico de preensão manual. *Arq Bras Cardiol.* 2011;97(5):413-9.
6. Leite JM, Oliveira AM, Sacramento MS, Souza PE, Pinho LA, Petto J. Acute hemodynamic modulation caused by handgrip exercise. *Rev Bras Fisiol Exerc [Internet].* 2022;21(1):5-14 [cited 2025 Jul 28]. Available from: <https://doi.org/10.33233/rbfex.v21i1.5120>. doi:10.33233/rbfex.v21i1.5120.
7. Brignole M, Croci F, Menozzi C, Solano A, Donateo P, Oddone D, et al. Isometric arm counter-pressure maneuvers to abort impending vasovagal syncope. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40(11):2053-9. doi:10.1016/s0735-1097(02)02683-9.
8. Cipriano GF, Cipriano G Jr, Santos FV, Güntzel Chiappa AM, Pires L, Cahalin LP, Chiappa GR. Current insights of inspiratory muscle training on the cardiovascular system: a systematic review with meta-analysis. *Integr Blood Press Control [Internet].* 2019 May 20;12:1-11 [cited 2025 Jul 28]. Available from: <https://doi.org/10.2147/IBPC.S159386> . doi:10.2147/IBPC.S159386.
9. Zheng S, Zhang Q, Li S, Li S, Yao Q, Zheng X, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with hypertension: a meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2023 May 23;10:1113509. doi:10.3389/fcvm.2023.1113509.
10. Ramos-Barrera GE, DeLucia CM, Bailey EF. Inspiratory muscle strength training lowers blood pressure and sympathetic activity in older adults with OSA: a randomized controlled pilot trial. *J Appl Physiol (1985).* 2020 Sep 1;129(3):449-58. doi:10.1152/japplphysiol.00024.2020.
11. Chan AW, Tetzlaff JM, Gøtzsche PC, Altman DG, Mann H, Berlin JA, et al. SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. *BMJ.* 2013;346:e7586. doi:10.1136/bmj.e7586.
12. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reproduzibilidade no Brasil. *Rev Ativ Fís Saúde.* 2001;6(2):5-18.
13. American College of Sports Medicine. Diretrizes para os testes de esforço e sua prescrição. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara; 2017.
14. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(10):854-9.
15. Huang L, Liu Y, Lin T, Hou L, Song Q, Ge N, et al. Reliability and validity of two hand dynamometers when used by community-dwelling adults aged over 50 years. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):580. doi:10.1186/s12877-022-03270-6.
16. Farinatti PTV, Silva AC, Fonseca RB, et al. Validade do questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) em idosos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9(4):366-71.

17. Kilbom A, Brundin T. Efeitos circulatórios de contrações musculares isométricas, realizadas separadamente e em combinação com exercício dinâmico. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1976;36(1):7-17. doi:10.1007/BF00421629.
18. Vatner SF, Pagani M. Cardiovascular adjustments to exercise: hemodynamics and mechanisms. *Prog Cardiovasc Dis*. 1976;19(2):91-108. doi:10.1016/0033-0620(76)90018-9.
19. DeLucia CM, DeBonis DR, Schwyhart SM, Bailey EF. Acute cardiovascular responses to a single bout of high intensity inspiratory muscle strength training in healthy young adults. *J Appl Physiol [Internet]*. 2021 Apr [cited 2025 Jul 28];130(4):1114-21. Available from <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.01015.2020>. doi:10.1152/japplphysiol.01015.2020.



Este artigo de acesso aberto é distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CC BY 4.0), que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.