

PROTOCOLO DE ESTUDO

Comparação das respostas hemodinâmicas e percepção de esforço em exercício de membros superiores e inferiores: Protocolo de um estudo de intervenção comparativa
Comparison of hemodynamic responses and perception of effort in upper and lower limb exercise: Protocol of a comparative intervention study

Pedro Elias Santos Souza^{1,2,3,4}, Marvyn de Santana do Sacramento^{1,2,5}, Ramon Martins Barbosa², Laís dos Santos Marques^{1,2}, Alice Miranda De Oliveira^{1,2}, Hellen Carvalho Salviano¹, Jefferson Petto^{1,2}

¹*Actus Cordios Reabilitação Cardiovascular, Salvador, BA, Brasil*

²*Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP) Salvador, BA, Brasil*

³*FBBR - Faculdade Brasileira do Recôncavo, Cruz das Almas, BA, Brasil*

⁴*Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE), Salvador, BA, Brasil*

⁵*Faculdade Atenas, Valença, BA, Brasil*

Recebido em: 6 de Outubro de 2025; Aceito em: 10 de Outubro de 2025.

Correspondência: Ramon Martins Barbosa, ramonmartinsbarbosa@hotmail.com

Como citar

Souza PES, Sacramento MS, Barbosa RM, Marques LS, Oliveira AM, Salviano HC, Petto J. Comparação das respostas hemodinâmicas e percepção de esforço em exercício de membros superiores e inferiores: Protocolo de um estudo de intervenção comparativa. Fisioter Bras. 2025;26(5):2716-2727. doi:10.62827/fb.v26i5.1098

Resumo

Introdução: A prescrição de exercícios resistidos exige compreensão dos efeitos fisiológicos agudos associados à sobrecarga cardiovascular e à percepção subjetiva de esforço. A literatura sugere que exercícios com membros inferiores podem gerar maiores demandas hemodinâmicas em comparação aos membros superiores, mesmo quando a carga relativa é equivalente. No entanto, há escassez de dados experimentais sobre esse fenômeno em jovens adultos com baixos níveis de atividade física.

Objetivo: Comparar as respostas hemodinâmicas e a percepção subjetiva de esforço entre exercícios resistidos de membros superiores e inferiores, realizados com a mesma intensidade relativa. **Métodos:** Trata-se de um estudo de intervenção comparativa, com delineamento crossover, envolvendo 38 voluntários saudáveis, do sexo masculino, entre 18 e 30 anos. Cada participante realizará dois

protocolos de exercício resistido: rosca Scott (membros superiores) e cadeira extensora (membros inferiores), com três séries de 10 repetições a 70% de 1RM. Serão mensuradas a frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica, duplo produto e escalas subjetivas de esforço (Borg e OMNI), em repouso, durante e após o exercício. A ordem das intervenções será randomizada. A análise estatística será realizada por ANOVA de medidas repetidas com post hoc de Bonferroni. **Conclusão:** Os achados deste estudo poderão subsidiar decisões clínicas e terapêuticas quanto à prescrição e progressão do treinamento resistido, especialmente em populações com limitação cardiovascular ou iniciantes na prática de exercício. A compreensão das diferenças fisiológicas entre os grupamentos musculares poderá contribuir para estratégias individualizadas de reabilitação e prevenção.

Palavras-chave: Teste de Esforço; Hemodinâmica; Esforço Físico.

Abstract

Introduction: Resistance exercise prescription requires an understanding of the acute physiological effects associated with cardiovascular overload and perceived exertion. The literature suggests that lower-limb exercises can generate greater hemodynamic demands compared to upper-limb exercises, even when the relative load is equivalent. However, experimental data on this phenomenon in young adults with low levels of physical activity are scarce. *Objective:* To compare hemodynamic responses and perceived exertion between upper- and lower-limb resistance exercises performed at the same relative intensity. *Methods:* This is a comparative intervention study with a crossover design involving 38 healthy male volunteers between the ages of 18 and 30. Each participant will perform two resistance exercise protocols: Scott curls (upper limbs) and leg extensions (lower limbs), with three sets of 10 repetitions at 70% of 1RM. Heart rate, systolic and diastolic blood pressure, double product, and subjective exertion scales (Borg and OMNI) will be measured at rest, during, and after exercise. The order of interventions will be randomized. Statistical analysis will be performed using repeated-measures ANOVA with Bonferroni's post hoc test. *Conclusion:* The findings of this study may inform clinical and therapeutic decisions regarding the prescription and progression of resistance training, especially in populations with cardiovascular limitations or those new to exercise. Understanding the physiological differences between muscle groups may contribute to individualized rehabilitation and prevention strategies.

Keywords: Exercise Test; Hemodynamics; Physical Exertion.

Introdução

A prática de exercícios resistidos é amplamente recomendada por seus benefícios sobre a aptidão muscular, saúde cardiovascular e qualidade de vida [1,2]. Em contextos de promoção da saúde e reabilitação, a prescrição de exercício adequada exige conhecimento preciso das respostas fisiológicas

agudas envolvidas, incluindo os efeitos hemodinâmicos e perceptivos decorrentes de diferentes padrões de exercício. Diversos fatores modulam essas respostas, como o volume de trabalho, a intensidade relativa, o tempo sob tensão, a cadência e, particularmente, o grupamento muscular ativado [2,3].

Apesar de diferentes protocolos de exercício apresentarem efeitos distintos sobre a função cardiovascular, ainda não está completamente elucidado se a escolha entre membros superiores ou inferiores implica em sobrecargas cardiovasculares específicas ou diferenças sistemáticas na percepção subjetiva de esforço. Alguns estudos sugerem que o exercício com maior massa muscular pode provocar elevações mais marcantes na frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), enquanto outros apontam que exercícios com musculaturas proximais ao tronco, como os membros superiores, ativam com mais intensidade reflexos autonômicos e provocam respostas simpáticas mais pronunciadas [4,5]. Essa divergência metodológica e fisiológica evidencia a complexidade das respostas hemodinâmicas e autonômicas ao exercício resistido.

A percepção subjetiva de esforço é outro componente crítico na prescrição e monitoramento da intensidade do exercício. A Escala de Borg e a Escala OMNI são amplamente utilizadas como ferramentas válidas e práticas, especialmente em contextos nos quais o monitoramento fisiológico contínuo não é viável. Uma revisão sistemática recente confirmou forte correlação entre a percepção subjetiva de esforço e parâmetros

fisiológicos como frequência cardíaca, pressão arterial e lactato, reforçando sua aplicabilidade clínica e esportiva [6,7].

Apesar dessas contribuições, a literatura carece de estudos que comparem de forma controlada as respostas cardiovasculares e perceptivas de exercícios resistidos realizados com diferentes grupamentos musculares, mantendo constante a intensidade relativa da carga (%1RM) e o volume total. Essa lacuna é particularmente relevante em populações jovens e fisicamente inativas, para as quais a prescrição segura e personalizada do exercício é fundamental tanto na prevenção quanto na introdução à prática regular.

Diante disso, o objetivo deste estudo é comparar as respostas hemodinâmicas e a percepção subjetiva de esforço entre exercícios resistidos realizados com membros superiores e inferiores, utilizando a mesma intensidade relativa (70% de 1RM), em jovens adultos do sexo masculino com baixos níveis de atividade física. Os achados poderão subsidiar decisões clínicas e terapêuticas mais seguras e individualizadas, especialmente em programas de reabilitação, iniciação ao exercício ou contextos de baixo condicionamento cardiovascular.

Métodos

Delineamento e hipóteses

Trata-se de um estudo de intervenção comparativa com análise antes e depois composto por 2 braços, escrito conforme as orientações das diretrizes do Standard Protocol Items: Recommendations for Interventional Trials (SPIRIT) [8]. Hipotetizamos que o exercício de membros inferiores, quando realizado com as

mesmas cargas relativas dos membros superiores, promove maior incremento do trabalho cardíaco, mensurado pelo duplo produto (1.000 mmHg.bpm), pressão arterial sistólica (5mmHg) e FC (5 bpm). Hipotetizamos também que haverá aumento de ao menos duas unidades na escala de Borg (6-20) na comparação entre as intervenções.

Recrutamento

O recrutamento da amostra será realizado através de cartazes digitais e impressos veiculados em redes sociais e instalações de instituições do ensino superior na cidade do Salvador-BA. Os encontros para triagem serão realizados nas segundas e quartas, conforme agendamento, durante todo o período da pesquisa. Todos os voluntários serão informados sobre a proposta do estudo, riscos, benefícios e os cuidados necessários para a participação. Os voluntários serão alertados sobre a possibilidade de interromper a participação na pesquisa a qualquer momento, sem ônus para o participante. Além disso, os pesquisadores manterão contato por telefone com os participantes para avisar sobre os momentos dos encontros da pesquisa e eventuais dúvidas.

A triagem e avaliação inicial, e sessões de intervenção serão realizadas nas instalações da Actus Cordios Reabilitação Cardiovascular, em sala climatizada a 23°C.

Critérios de elegibilidade

Este estudo contará com a participação de voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 30 anos, classificados como irregularmente ativos pelo Questionário Internacional de Atividade Física, versão curta. Serão excluídos indivíduos fisicamente ativos, diabéticos, hipertensos ou em uso de anti-hipertensivo, com doenças cardíacas, renais ou metabólicas, tabagistas ou etilistas avaliados pelo questionário de CAGE. Além disso serão excluídos os indivíduos que relatarem a pré-existência de distúrbios musculoesqueléticos que impossibilitem a realização do protocolo esforço físico.

Aqueles que contemplarem os critérios de elegibilidade receberão informações verbais e escritas sobre o protocolo do estudo e serão convidados a participar das próximas etapas da pesquisa

assinando o termo de consentimentos livre e esclarecido (TCLE).

Treinamento da equipe

No primeiro momento será realizado o treinamento com os possíveis avaliadores. Nesse treinamento será demonstrado como utilizar o aparelho da pressão arterial e o cardiófrequencímetro de acordo com os seus respectivos manuais. Posteriormente será demonstrado a execução correta dos movimentos 5 e como utilizar a Cadeira Extensora e o Banco Scott para não existir compensação do movimento solicitado.

Triagem e avaliação físico-clínica

Os voluntários selecionados responderão a um questionário padrão e serão submetidas a um exame físico, ambos com a função de coletar informações gerais sobre as características da amostra. O exame físico será composto por medidas de FC e PA em repouso, repetição máxima do membro não dominante, massa corporal total, estatura e posteriormente cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC) e Circunferência Abdominal (CA).

Resposta hemodinâmica

Para mensuração da FC será utilizado um cardiófrequencímetro de pulso da marca Polar modelo H10 [9]. O cardiófrequencímetro será colocado no participante logo após ele chegar para a coleta e terá um descanso de 10 minutos em sedestação para que a FC de repouso seja coletada e sirva de parâmetro. A partir disso, a FC será coletada antes de cada série dos exercícios, logo após o término das séries e 1 minuto, 3 minutos e 5 minutos após a última série para que possamos analisar a variação da FC.

Já para a mensuração da PA, será utilizado o aparelho digital Monitor de Pressão Arterial de Braço Elite+, Omron, HEM-7320-BR. Após os 10

minutos de descanso em sedestação será coletada a PA de repouso, posteriormente será coletada a PA logo após cada série realizada e 1 minuto, 3 minutos e 5 minutos após o término da última série para analisar o se haverá o declínio da PA.

Avaliação antropométrica

A estatura será medida com o auxílio de um estadiômetro profissional Sanny com precisão de 0,1cm, executada com os sujeitos descalços e com os glúteos e ombros apoiados em um encosto vertical. A massa corporal total será mensurada com balança digital Filizola, capacidade máxima de 150kg, aferida pelo INMETRO e com certificado próprio especificando margem de erro de ± 100 g.

O IMC será calculado com as medidas de massa e altura, de acordo com a seguinte fórmula: IMC = massa (kg) / altura² (cm). Os pontos de corte de IMC adotados serão os preconizados pela IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia [10], sendo baixo peso (IMC < 18,5); eutrofia (IMC 18,5-24,9); sobre peso (IMC 25-29,9) e obesidade (IMC ≥ 30).

Avaliação da capacidade física

Serão realizados a flexão de cotovelo com os braços apoiados no banco Scott, para membros superiores e extensão de joelho na cadeira extensora para membros inferiores, com execução bilateral. No primeiro momento antes de realizar a mensuração de carga máxima com os participantes serão orientados como se realiza cada exercício realizado com as seguintes instruções:

Flexão de Cotovelo com os Braços Apoiados no Banco

Sentar-se no banco; apoiar ambos os braços no recosto de maneira que eles fiquem apoiados até a altura do cotovelo; Segurar a barra com as

duas mãos em pegada supinada (palma da mão virada para cima); Flexionar os cotovelos, trazendo o peso para cima até contrair o bíceps ao máximo; Estender os cotovelos de maneira controlada até retornar à posição inicial; repetir o movimento pelo número de vezes previamente estipulado.

Extensão de Joelho

Em primeiro lugar é necessário regular o banco de acordo com a altura de cada indivíduo, de forma que a parte de trás do joelho esteja exatamente na região da dobra da cadeira; Os pés devem estar apoiados nas almofadas na mesma linha do tornozelo; Sentado na cadeira, as costas devem estar bem apoiadas e respeitando a curvatura fisiológica da coluna; iniciando o exercício, estenda os joelhos até a contração máxima do músculo; retorno de maneira controlada a posição inicial.

Teste de 1 repetição máxima

Os testes de 1RM serão realizados posteriormente [10]. Inicialmente, será realizado um aquecimento específico com cargas leves, a fim de evitar falha concêntrica, composto por até 8-10 repetições submáximas. A carga inicial será determinada com base em valores médios de força para membros superiores e inferiores, ajustados por idade, sexo e massa corporal. Cada participante realizará no mínimo três tentativas de uma repetição, com intervalo de três minutos entre elas. A carga será ajustada (aumentada ou reduzida) entre 1,1 e 4,5 kg conforme a dificuldade percebida na primeira tentativa. A referência de 1RM será definida como a carga que o participante não conseguir levantar duas vezes consecutivas, por falha autorreferida ou técnica. Os valores de carga serão expressos em quilogramas (kg).

A partir dos dados obtidos, será calculada uma carga correspondente a 70% do valor de 1RM. O protocolo de treinamento consistirá em

três séries de 12 repetições, com intervalo de um minuto entre séries. O intervalo entre a avaliação e a aplicação dos testes para membros superiores e inferiores será de uma semana, totalizando três sessões experimentais.

Randomização

Após a avaliação física e mensuração da capacidade física através do teste de 1RM, os voluntários serão randomizados para a ordem das intervenções. A randomização será realizada de forma simples e aleatória com sorteio bolas

numeradas com 1 e 2, retiradas de um saco preto pelos voluntários. Cada número representará um protocolo de exercício a ser realizado. O voluntário sorteará a primeira bola que representará o protocolo a ser realizado na primeira semana, e a bola restante determinará protocolo da segunda semana. Os protocolos serão realizados com intervalo de uma semana entre eles. A Figura 1 esquematiza o processo de seleção e randomização dos dois braços do estudo.

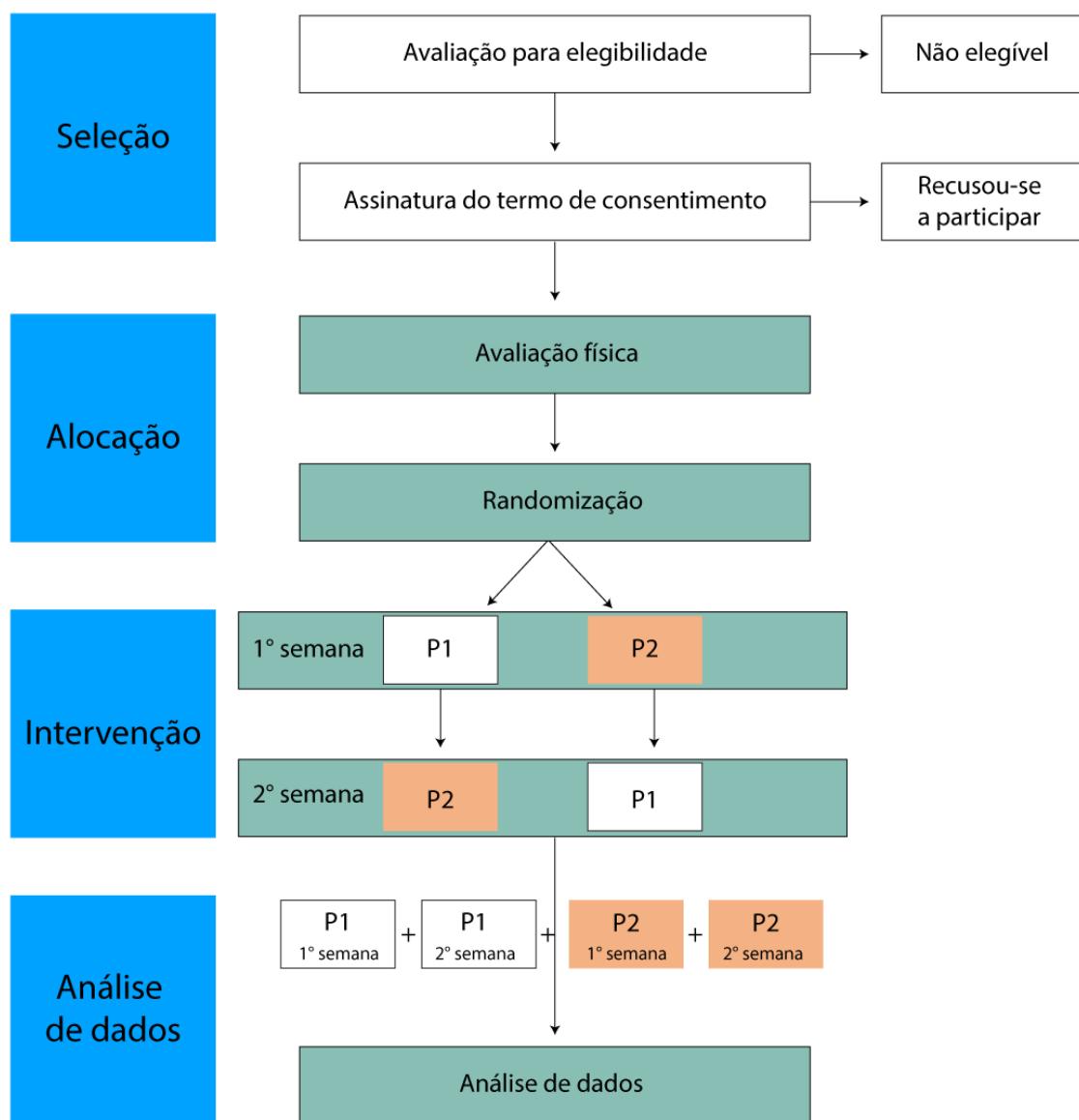


Figura 1 - Fluxograma de seleção e randomização interna para os protocolos. P1: Exercício de rosca Scott; P2: Exercício de extensão de joelho em cadeira extensora

Intervenção

Uma semana após a realização do exame físico e sorteio das intervenções, os voluntários retornarão à clínica para a realização dos programas de exercício. Os protocolos seguirão as coordenadas descritas na sessão Avaliação da capacidade física e serão divididos em:

Protocolo 1 (P1)

Exercício de membros superiores, flexão de cotovelo (Rosca Scott), com carga de 70% de 1RM para MMSS, 3 séries de 10 repetições e intervalo de 60 segundos entre as séries.

Protocolo 2 (P2)

Exercício de membros inferiores, extensão bilateral de joelho em cadeira extensora, com carga de 70% de 1RM para MMII, 3 séries de 10 repetições e intervalo de 60 segundos entre as séries.

Os dois protocolos iniciarão com mensuração e registro das variáveis hemodinâmicas (FC, PAS, PAD e DP) e percepção subjetiva de esforço (BORG e OMNI) após 10 min com o voluntário em repouso, em sedestação. Os protocolos serão agendados para o mesmo horário da avaliação preliminar.

Ao final de cada série e no 1º, 3º e 5º minuto após a última série de exercício, as variáveis hemodinâmicas e de percepção subjetiva de esforço serão mensuradas e registradas.

Variáveis preditoras

Grupamento muscular: A realização do exercício para MMSS e MMII pode implicar em diferença da resposta hemodinâmica decorrente do padrão de ativação motora e massa muscular envolvida.

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 pelo HG ou decorrentes da exposição ao tempo de exercício.

Desfecho

Desfechos primários

Como desfechos primários para esta pesquisa 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 dois protocolos e pelo padrão de comportamento das variáveis ao longo dos sprints e repouso pós-exercício.

Desfechos secundários

Percepção subjetiva de esforço: será utilizada a escala original de Borg com score de 6 a 20 e escala de OMNI para avaliar a resposta da percepção cardiorrespiratória de esforço e percepção muscular, respectivamente, entre os protocolos e ao longo das intervenções.

Eventos adversos: Os eventos adversos serão registrados como desfecho secundário. A equipe de pesquisadores reportará ao comitê de ética todos os eventos durante as intervenções e até um dia após a realização de cada protocolo. Quaisquer eventos adversos relacionados ao treinamento serão imediatamente acompanhados para verificar se são evitáveis, como a técnica de execução dos movimentos. Uma lista de verificação prévia será disponibilizada para a monitorização de sinais e sintomas como: dor torácica, tontura, náusea, dor muscular e/ou articular, fadiga prolongada (horas) após o esforço.

Planejamento estatístico

A análise estatística será conduzida com o software IBM SPSS Statistics, versão 31.0.0.0. (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), adotando-se um

nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Todas as variáveis serão testadas quanto à normalidade de distribuição por meio do teste de Shapiro-Wilk. Dados com distribuição normal serão expressos como média e desvio padrão (média \pm DP), enquanto dados não paramétricos serão apresentados como mediana e intervalo interquartil.

O delineamento do estudo é de estudo quase experimental, comparativo, de corte transversal. Para as comparações intraindividuais entre os protocolos de exercício de membros superiores (P1) e membros inferiores (P2), será utilizada análise de variância para medidas repetidas (ANOVA de dois fatores: protocolo \times momento), com *post hoc* de Bonferroni para identificação das diferenças pontuais. Caso os pressupostos de normalidade e esfericidade não sejam atendidos, serão aplicados os testes de Friedman (para medidas repetidas) e de Wilcoxon (para comparações pareadas entre dois momentos), com correção de Bonferroni para múltiplas comparações.

Os desfechos primários (variações absolutas $— \Delta$ — entre o repouso e os momentos de aferição para FC, PAS, PAD e duplo produto) serão comparados entre os protocolos P1 e P2 nos seguintes momentos: imediatamente após cada série e nos tempos de 1, 3 e 5 minutos após a última série. Além disso, será analisado o comportamento temporal das variáveis hemodinâmicas ao longo do tempo em cada protocolo. A interação protocolo \times tempo será o principal foco analítico.

Os desfechos secundários, referentes à percepção subjetiva de esforço (escalas de Borg e OMNI), serão analisados de maneira semelhante, utilizando ANOVA de medidas repetidas para identificar diferenças entre os protocolos e momentos. Eventos adversos serão analisados de forma descriptiva e categorizados segundo sua natureza, gravidade e relação com a intervenção.

Será realizada análise de sensibilidade para avaliar possíveis efeitos da ordem de intervenção (efeito carryover), e os dados serão avaliados quanto à presença de outliers e valores extremos.

A análise por intenção de tratar será considerada caso ocorra desistência de participantes após o início das intervenções. Além disso, será avaliada a confiabilidade das medidas de 1RM utilizando o coeficiente de correlação intraclass (ICC) e o erro padrão de medida (SEM), com intervalo de confiança de 95%.

Tamanho amostral

O tamanho da amostra foi calculado com base na comparação de médias pareadas entre os protocolos, considerando um efeito mínimo clinicamente relevante de 5 mmHg na pressão arterial sistólica, com desvio padrão estimado de 10,7 mmHg. Utilizando um teste bilateral, nível de significância de 5% e poder estatístico de 80%, estimou-se a necessidade de 38 participantes.

Gestão de dados

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 5 anos.

Ética e divulgação

Aprovação ética: O estudo é conduzido de acordo com os princípios éticos que da Declaração de Helsinque e da Resolução 466/12 de Conselho Nacional de Saúde, que são consistentes com as Boas Práticas Clínicas e os requisitos regulatórios aplicáveis. O estudo aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa da Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, com CAAE: 75444123.0.0000.0042.

Divulgação: Os resultados do estudo serão publicados em periódicos locais e internacionais. Além disso, os resultados serão apresentados em conferências científicas.

Discussão

O exercício resistido dinâmico provoca elevações agudas na pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto, com magnitude variável de acordo com fatores como intensidade relativa, tempo sob tensão, intervalo de recuperação, grupamento muscular envolvido e padrão de ativação motora. Essas respostas refletem a interação entre mecanismos centrais (como a descarga simpática) e periféricos (ativação metaboreflexa, mecanorreflexa e acúmulo de metabólitos locais) que atuam na regulação cardiovascular durante o esforço físico [11,12].

No contexto do exercício resistido dinâmico com cargas submáximas, há controvérsia sobre como diferentes grupamentos musculares afetam a sobrecarga cardiovascular aguda. Estudos indicam que o exercício com membros inferiores, por envolver maior massa muscular e maior demanda metabólica, tende a produzir maior resposta

cronotrópica e pressórica global em protocolos de carga equivalente [13]. Entretanto, evidências também apontam que exercícios com membros superiores podem gerar respostas simpáticas mais acentuadas, devido à menor capacidade de vasodilatação reflexa, maior resistência periférica total e maior sensibilidade de barorreceptores na região torácica, mesmo em protocolos dinâmicos [14,15].

A presente proposta do estudo se destaca por adotar um delineamento cruzado e controlado, com aplicação de exercícios monoarticulares dinâmicos (flexão de cotovelo e extensão de joelho), ambos realizados com 70% de 1RM, permitindo isolar o efeito do grupamento muscular sobre as respostas hemodinâmicas. O uso de escalas subjetivas de esforço (Borg e OMNI) complementa a análise fisiológica com indicadores perceptivos, os quais têm sido validados em diferentes protocolos de exercício resistido dinâmico [16,17].

A população-alvo composta por homens jovens, irregularmente ativos, também é um diferencial metodológico relevante, uma vez que a maioria dos estudos prévios com foco cardiovascular agudo foi conduzida em populações clínicas ou idosas. Nesse sentido, os achados esperados poderão oferecer subsídios importantes para a prescrição segura de exercícios em indivíduos em fase inicial de treinamento ou com risco cardiovascular leve, contribuindo para a transição entre programas preventivos e regimes mais avançados de condicionamento físico.

Por outro lado, algumas limitações devem ser consideradas. A escolha de exercícios monoarticulares facilita o controle experimental, mas reduz a aplicabilidade prática para contextos nos quais predominam exercícios multiarticulares ou funcionais.

Além disso, o estudo se restringe ao sexo masculino, não contemplando possíveis variações hormonais e autonômicas observadas em mulheres, especialmente em fases diferentes do ciclo menstrual [18]. A ausência de monitoramento do débito cardíaco ou da variabilidade da frequência cardíaca limita a compreensão detalhada dos mecanismos subjacentes à resposta pressórica.

Apesar dessas limitações, este estudo tem potencial para contribuir significativamente com a literatura atual, esclarecendo se, sob condições padronizadas de carga relativa e tempo de execução, há diferença significativa nas respostas cardiovasculares e perceptivas entre exercícios resistidos com membros superiores e inferiores em adultos jovens.

Conclusão

Este estudo de intervenção comparativa foi delineado com o intuito de investigar as diferenças nas respostas hemodinâmicas e perceptivas de esforço entre exercícios resistidos realizados com membros superiores e inferiores. O delineamento metodológico e a padronização de carga relativa permitirão o levantamento de informações relevantes para a prática clínica, contribuindo para a prescrição mais segura e eficaz de exercícios em populações saudáveis e, futuramente, em populações clínicas.

Referências

1. Barbosa RM, Dos Santos ACN, do Sacramento MS, Dos Santos CPC, Souza PES, Santana US, Petto J. Effect of isometric resistance exercise on blood pressure in normotensive adults: a systematic review of randomized clinical trials. *Ann Transl Med* [Internet]. 2025 Apr 30 [cited 2025 Oct 6];13(2):16. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12106110/> doi:10.21037/atm-24-124. PMID:40438518; PMCID:PMC12106110.

2. Fujie S, Hasegawa N, Sato K, Fujita S, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M. Aerobic exercise training-induced changes in serum adropin level are associated with reduced arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* [Internet]. 2015 [cited 2025 Oct 6];309(10):H1642-7. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpheart.00338.2015> doi:10.1152/ajpheart.00338.2015.
3. Araújo JP, Silva ED, Silva JCG, Souza TSP, Lima EO, Guerra I, Sousa MSC. The acute effect of resistance exercise with blood flow restriction with hemodynamic variables on hypertensive subjects. *J Hum Kinet* [Internet]. 2014 [cited 2025 Oct 6];43:79-85. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4234898/> doi:10.2478/hukin-2014-0092.
4. Ray CA, Carrasco DI. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* [Internet]. 2000 [cited 2025 Oct 6];279(1):H245-9. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpheart.2000.279.1.H245>.
5. Machado-Vidotti HG, Mendes RG, Simões RP, Castello-Simões V, Catai AM, Borghi-Silva A. Cardiac autonomic responses during upper versus lower limb resistance exercise in healthy elderly men. *Braz J Phys Ther* [Internet]. 2014 [cited 2025 Oct 6];18(1):9-18. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbfis/a/58957L98Yy578g37g8g7g8g/?lang=en> doi:10.1590/S1413-35552012005000140.
6. Robertson RJ. Perceived exertion for practitioners: rating effort with the OMNI Picture System. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004.
7. Wilke J, Vogel O, Vogt L. Validity and reliability of ratings of perceived exertion in resistance exercise: a systematic review. *Sports Med Open* [Internet]. 2022 [cited 2025 Oct 6];8:1-17. Available from: <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-022-00446-z> doi:10.1186/s40798-022-00446-z.
8. Chan AW, Tetzlaff JM, Götzsche PC, Altman DG, Mann H, Berlin JA, Dickersin K, et al. SPIRIT 2013 explanation and elaboration: guidance for protocols of clinical trials. *BMJ* [Internet]. 2013 [cited 2025 Oct 6];346:e7586. Available from: <https://www.bmjjournals.org/content/346/bmj.e7586> doi:10.1136/bmj.e7586.
9. 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* [Internet]. 2008 [cited 2025 Oct 6];41(10):854-9. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjmbr/a/j6X6jY5m6hY5m6hY5m6hY5m/?lang=en>.
10. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedišić Z. Test-retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: a systematic review. *Sports Med Open* [Internet]. 2020 Jul 17 [cited 2025 Oct 6];6(1):31. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7367986/> doi:10.1186/s40798-020-00260-z. PMID:32681399; PMCID:PMC7367986.
11. Fisher JP, Young CN, Fadel PJ. Autonomic adjustments to exercise in humans. *Compr Physiol* [Internet]. 2015 [cited 2025 Oct 6];5(2):475-512. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4270481/> doi:10.1002/cphy.c140005.
12. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercising muscle mass on post-exercise hypotension. *J Hum Hypertens* [Internet]. 1999 [cited 2025 Oct 6];13(8):527-31. Available from: <https://www.nature.com/articles/1000863> doi:10.1038/sj.jhh.1000863.

13. Tai YL, Marshall EM, Parks JC, Kingsley JD. Hemodynamic response and pulse wave analysis after upper- and lower-body resistance exercise with and without blood flow restriction. *Eur J Sport Sci [Internet]*. 2022 [cited 2025 Oct 6];22(12):1695-704. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2021.1982018> doi:10.1080/17461391.2021.1982018.
14. Moreira OC, Faraci LL, de Matos DG, Mazini Filho ML, da Silva SF, Aidar FJ, et al. Cardiovascular responses to unilateral, bilateral and alternating limb resistance exercise performed using different body segments. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2017 [cited 2025 Oct 6];31(3):644-52. Available from: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2017/03000/Cardiovascular_Responses_to_Unilateral,_Bilateral.18.aspx doi:10.1519/JSC.0000000000001525.
15. Lagally KM, Robertson RJ, Gallagher KI, Gearhart R, Goss FL. Ratings of perceived exertion during low- and high-intensity resistance exercise by young adults. *Percept Mot Skills [Internet]*. 2002 [cited 2025 Oct 6];94(3 Pt 2):723-31. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.2002.94.3c.723> doi:10.2466/pms.2002.94.3c.723.
16. Janse de Jonge XAK. Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med [Internet]*. 2003 [cited 2025 Oct 6];33(11):833-51. Available from: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333110-00004> doi:10.2165/00007256-200333110-00004.



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.