

ALTERAÇÕES CARDIOVASCULARES APÓS UM EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO COM CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA EM MULHERES SEDENTÁRIAS.

Cardiovascular changes after a with Isometric Contraction in Sedentary Women.

RESUMO: O exercício físico caracteriza-se por uma situação que retira o organismo de sua homeostase, que permite a distribuição adequada do fluxo sanguíneo e substratos para os músculos em atividade. O objetivo desse estudo foi apresentar as respostas das alterações cardiovasculares após um exercício de agachamento com contração isométrica em mulheres saudáveis e sedentárias.

Materiais e métodos: Participaram do estudo 22 mulheres, com média de idade de 35,27 (\pm 9,88) anos. As voluntárias foram orientadas a ficar na posição de agachamento por 30 segundos com a coluna ereta, apoiada numa bola suíça. A pressão arterial (PA), a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e a frequência cardíaca (FC) foram colhidos em repouso e imediatamente após a contração isométrica. Foi solicitado às voluntárias que permanecessem sentadas e relaxadas durante 5 minutos para reavaliação. **Resultados:** Ocorreu aumento significativo da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), FC e diminuição da SpO₂, todos os parâmetros cardiovasculares avaliados quando comparados aos valores de repouso com valores obtidos imediatamente ao término da contração ($p=0,001$). **Conclusão:** O exercício de agachamento com contração isométrica foi capaz de promover elevações na PAS e PAD e diminuição da SpO₂ frente à contração isométrica.

Palavras-chave: Contração isométrica. Pressão arterial. Frequência cardíaca. Oxigenação. Exercício.

ABSTRACT: Physical exercise is characterized by a situation that removes the organism from its homeostasis, which allows the adequate distribution of blood flow and substrates to the muscles in activity. The aim of this study was to present the responses of the cardiovascular changes after a squatting exercise with isometric contraction in healthy and sedentary women. **Methods:** The study included 22 women with a mean age of 35.27 (\pm 9.88) years. The volunteers were instructed to stay in the squat position for 30 seconds with your back straight, resting on a Swiss ball. blood pressure (BP), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and heart rate (HR) were collected before and after the isometric contraction. It was asked the volunteers to remain seated and relaxed for 5 minutes to re-evaluation. **Results:** There was a significant increase of systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP), HR and a decreased of SpO₂, all cardiovascular parameters evaluated when compared to resting values with values obtained, immediately at the end of the contraction ($p = 0.001$). **Conclusion:** The squat exercise with isometric contraction was able to promote elevations in SBP and DBP and decreased in SpO₂ front of isometric contraction.

Keywords: Isometric contraction. Blood pressure. Heart rate. Oxygenation. Exercise.

Vitor Hugo da Silva ¹
Vanessa Ferreira de Paula ¹
Ingedy Paula de Moraes Garcia ²
Adroaldo José Casa Júnior ³
Leonardo Lopes do Nascimento ⁴

1- Fisioterapeuta pela Universidade Salgado de Oliveira.

2 - Fisioterapeuta Residente no Hospital de Doenças Tropicais Dr. Anuar Auad.

3- Fisioterapeuta Mestre em Ciências da Saúde, Doutorando em Ciências da Saúde e Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Salgado de Oliveira

4- Fisioterapeuta Mestre em Engenharia Biomédica, Doutorando em Ciências da Saúde e Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Salgado de Oliveira e da Universidade Estadual de Goiás.

E-mail: vitorhugofisio@gmail.com

Recebido em: 21/07/2017

Revisado em: 18/08/2017

Aceito em: 03/09/2017

INTRODUÇÃO

O exercício físico caracteriza-se por uma situação que retira o organismo de sua homeostase, o que implica no aumento instantâneo da demanda energética da musculatura em atividade e, conseqüentemente, do organismo como um todo. Dentre as várias adaptações fisiológicas necessárias para suprir a nova demanda metabólica, cita-se as alterações hemodinâmicas do sistema cardiovascular que desempenham um importante papel durante a realização do exercício físico¹.

Segundo Rowland e Fernhall², no exercício físico ocorrem ajustes hemodinâmicos que permitem a distribuição adequada do fluxo sanguíneo e substratos para os músculos em atividade. Além disso, a magnitude desses ajustes parece ser dependente das características do exercício.

O exercício isométrico, na qual se desenvolve tensões musculares em que o comprimento do músculo, não varia e não ocorre nenhum encurtamento do ventre muscular. Essa tensão muscular promove obstrução mecânica do fluxo sanguíneo muscular, o que faz com que os metabólitos produzidos durante a contração se acumulem, ativando quimiorreceptores musculares que promovem aumento expressivo da atividade nervosa simpática³.

O presente estudo tem como finalidade apresentar as respostas cardiovasculares como pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e saturação periférica de oxigênio (SpO_2) após um exercício de agachamento com contração

isométrica por 30 segundos em mulheres saudáveis e sedentárias.

MÉTODO

Trata-se de um estudo descritivo, transversal. A amostra compôs-se de 22 mulheres, sedentárias e pacientes do Centro de Fisioterapia e Reabilitação Elise Basílio. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (CEP-SGC/PUC Goiás), sob o CAAE 0201.0.168.000-11. Todas as participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Os critérios de exclusão foram: mulheres portadoras de hipertensão arterial, existência de marca-passo artificial, presença de lesões/doenças/sintomas musculoesqueléticas atuais nos membros inferiores ou coluna, bem como, mulheres que responderam positivamente a, pelo menos, uma das questões investigadas pelo Questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q).

O questionário PAR-Q foi desenvolvido por autoridades canadenses e considerado um padrão mínimo de avaliação pré-participação em atividades com esforço, uma vez que uma resposta positiva sugere a necessidade de avaliação médica⁴.

A coleta de dados se deu através de uma abordagem individual e contou com a participação voluntária das participantes que foram informadas sobre os objetivos da pesquisa. Deu-se segmento com as elegíveis, aquelas que foram submetidas ao PAR-Q. A ficha de avaliação foi preenchida

pelos pesquisadores a partir das respostas dadas pelas voluntárias.

As pacientes foram orientadas a permanecerem tranquilas e sentadas durante 5 minutos, posteriormente, foram mensuradas em repouso as variáveis: PA, FC, e SpO₂. A medida da PA foi realizada de maneira indireta, utilizando-se um aparelho semiautomático digital da marca G-Tech®, que foi calibrado, possui aprovação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e precisão clinicamente comprovada de acordo com os protocolos da Associação Americana de Instrumentação Médica (AAMI) e da Sociedade Britânica de Hipertensão (BHS).

A verificação da SpO₂ e FC foi feita por meio do oxímetro de pulso (modelo 9500 Nonin Onyx, Nonin Medical Inc., Plymouth, MN, USA). Este aparelho é bastante usado em pesquisas relacionadas à este tema, com resultados satisfatórios e fidedignos. Após a coleta, as voluntárias foram posicionadas na posição de agachamento, com a coluna ereta apoiada numa bola suíça (em contato com a parede), a fim de tornar o exercício mais confortável, e com as pernas afastadas (para melhor equilíbrio), pois nesta posição o centro de gravidade desloca o corpo posteriormente.

Certificou-se através de um goniômetro a postura adequada na qual as participantes deveriam estar - quadris e joelhos flexionados a um ângulo de 90°; o que garantiu uma adequada contração isométrica do músculo quadríceps sem carga adicional, com peso do indivíduo, somente. Ainda com os joelhos flexionados, as pacientes eram orientadas no

sentido de não ultrapassarem a linha do pé, mantendo a adequada força da compressão patelofemoral e minimizando a probabilidade de lesão na articulação referida.

A mensuração da PA, FC e SpO₂ foi realizada imediatamente após o fim da contração isométrica (momento caracterizado como imediatamente após a contração). Logo em seguida, as voluntárias eram orientadas a ficarem sentadas e relaxadas, aguardando o tempo de cinco minutos para uma nova mensuração das variáveis em questão. Todas as avaliações foram realizadas por um único pesquisador e nas mesmas condições para minimizar os erros na realização da coleta dos valores.

A análise dos dados foi efetuada com o uso do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 23,0), adotando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). A caracterização dos dados antropométricos foram descritos por meio de estatísticas descritivas incluindo os valores da mediana, média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Neste estudo foram aplicados testes estatísticos não paramétricas, uma vez que as suposições para a utilização de testes paramétricos, como a normalidade (teste de Shapiro-Wilk – S-W), não foram atendidas para esse conjunto de dados.

As análises comparativas dos sinais vitais pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), FC e SpO₂ entre os momentos de repouso, imediatamente após a contração e 5 minutos após o término da contração, foi realizada aplicando o teste não paramétrico de Friedman seguido do teste de

múltiplas comparações (PostHoc) representado pelas letras, onde, letras diferentes houve diferença significativa.

RESULTADOS

Participaram do estudo 22 mulheres saudáveis, eutróficas, sedentárias, com idade média de 35,27 ($\pm 9,88$) anos. (Tabela 1)

Tabela 1. Caracterização dos dados antropométricos do grupo.

Dados antropométricos	Mediana	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	36,0	35,27 \pm 9,88	22,0	58,0
Peso (kg)	61,5	62,91 \pm 9,13	49,0	78,0
Altura (m)	1,62	1,63 \pm 0,06	1,5	1,7
IMC	23,3	23,52 \pm 2,96	19,2	28,7

As variáveis PAS, PAD, FC e SpO₂, comparado o repouso com o final do exercício, apresentaram diferenças significativas quando (Tabela 2)

Tabela 2. Resultado da comparação dos sinais vitais no momento de repouso, pico de contração e 5 min após o pico da contração.

Sinais vitais	Repouso	Imediatamente após a contração	5 min após	Z	p*
PAS (mmHg)	114,32 \pm 8,21 c	132,64 \pm 5,75 a	122,09 \pm 5,24 b	42,2	< 0,001
PAD (mmHg)	77,50 \pm 5,72 c	88,14 \pm 5,42 a	81,27 \pm 3,44 b	35,2	< 0,001
FC (bpm)	71,82 \pm 6,16 c	92,23 \pm 10,22 a	80,45 \pm 5,54 b	40,3	< 0,001
SpO ₂ (%)	96,59 \pm 1,33 a	92,95 \pm 1,36 b	95,64 \pm 0,90 a	35,4	< 0,001

*Teste de Friedman seguido da análise PostHoc (a posteriori)

O estudo só se mostrou significativo devido ao fato de os valores obtidos nas variáveis PAS, PAD, FC e SpO₂ terem adotado um nível de significância menor que 5% ($p < 0,005$) mediante os dados apresentados na tabela 2.

De acordo com Akdur *et al*⁵, o exercício físico é uma tensão fisiológica

que afeta principalmente o sistema cardiovascular. Sabe-se que, em pessoas saudáveis, o retorno venoso e a PAS aumentam durante um exercício e que, durante as ações isométricas, ocorre a oclusão do fluxo sanguíneo.

As elevações significativas das variáveis estudadas no exercício de contração isométrica do músculo

quadríceps são respostas fisiológicas típicas do exercício isométrico. Nesse tipo de exercício, ocorre compressão mecânica do sistema arterial, que acarreta uma redução persistente vascular periférica total⁶.

O exercício de agachamento com contração isométrica afeta o aporte sanguíneo e o suprimento de oxigênio para o tecido muscular em contração, dessa forma aumenta-se a frequência cardíaca e a necessidade de um consumo maior de oxigênio⁷. A PA resulta do produto do débito cardíaco (DC) pela resistência vascular periférica (RVP).

Segundo Polito e Farinatti⁸, no exercício isométrico, ocorre pequeno aumento do DC, sobretudo devido ao aumento da FC e elevação expressiva da RVP, que contribui para a elevação substancial da PAS e da PAD.

O aumento do DC deve-se principalmente ao aumento da FC, enquanto o aumento da RVP pode ser influenciado pelo acúmulo de metabólitos locais que estimulam quimiorreceptores musculares e por meio de descargas aferentes para o centro cardiovascular, a partir de terminações nervosas dos músculos. Também por aumento da pressão intratorácica causada pela manobra de Valsalva, que frequentemente acompanha o exercício isométrico⁸.

De acordo com Rowland e Fernhall², o sistema cardiovascular tem um papel importante na manutenção da homeostase. Durante a realização de um exercício físico, ocorrem ajustes hemodinâmicos que permitem a distribuição adequada do fluxo sanguíneo e substratos para os músculos em

atividade. Além disso, a magnitude desses ajustes parece ser dependente das características do exercício.

O ritmo cardíaco é também alvo de regulação por quimiorreceptores, que participam paralelamente na regulação da resposta ventilatória⁹. Segundo Boushel¹⁰, a hemoglobina é o componente de células vermelhas do sangue que se liga ao oxigênio e transporta-o ao longo do corpo, é, portanto, muito dependente do nível de oxigênio disponível. Os níveis de oxigênio caem durante o exercício porque a atividade física reduz a quantidade de oxigênio que é capaz de se ligar à hemoglobina por causa das mudanças que ocorrem em propriedades do sangue, o que se explica a diminuição dos níveis de SpO₂ durante o exercício isométrico.

Conforme Freeman *et al.*, contrações isométricas causam aumento da FC, caracterizada por uma resposta inicial rápida, atribuída à inibição da modulação simpática sobre o nódulo sinusal (NSA). Isso ocorre nos 10 segundos iniciais do exercício. Dependendo da intensidade da contração isométrica realizada e do seu tempo de manutenção, a FC mantém-se em elevação gradual, sendo que essa elevação é predominantemente devido à modulação simpática sobre o Sistema Nervoso Autônomo (SNA)^{11,12}.

Em um estudo conduzido por Sagiv *et al.*¹³, compararam as medidas de PA (PAS e PAD) e FC simultaneamente em 14 homens saudáveis (idade = 23 ± 2 anos), os autores encontraram um aumento nos valores da PAS, PAD e FC comparadas ao repouso. A média da PAS em repouso mensurada foi 107 (±7,0) (p = 0,02) e após o exercício a média foi de 191 (±9,0) mmHg (p = 0,02) enquanto que

a média da PAD em repouso foi 84 ($\pm 11,0$) ($p = 0,02$) e após a contração a média obtida foi 103 ($\pm 9,0$) mmHg ($p = 0,02$). Encontraram ainda, um aumento significativo na FC em repouso comparado após a contração isométrica imediata. A média dos valores obtidos em repouso foram 71,3 ($\pm 11,0$) e ao final da contração 103,9 ($\pm 17,9$).

Os resultados encontrados em nosso estudo são ratificados pelo que propõe na pesquisa realizada por Sagiv *et al.*¹³.

Um estudo realizado por, Mascarenhas e Navarro com 20 voluntários, sendo 09 do gênero masculino e 11 do gênero feminino, com (média \pm desvio padrão) idade de 22,8 ($\pm 3,0$) anos, os mesmos foram submetidos à avaliação das respostas cardiovasculares agudas promovidas pelo estresse quando utilizavam o corrimão superior de um ônibus como um dos pontos de sustentação do esforço isométrico na viagem em pé. A média dos valores obtidos em repouso da PAS 115 ($\pm 10,0$), no momento da contração a média encontrada foi PAS 135 ($\pm 7,0$), PAD em repouso 71 ($\pm 7,0$), no momento da contração a média encontrada foi 87 ($\pm 6,0$), enquanto que na FC a média dos valores obtidos em repouso foi 71,3 ($\pm 11,0$) e ao término da contração 103,9 ($\pm 17,9$)¹⁴.

Observa-se a predominância do sexo feminino nos estudos realizados por Mascarenhas e Navarro e significância no aumento da PAS, PAD e FC nesta amostra. Pode-se, portanto a nossa pesquisa ser corroborada com os autores em questão¹⁴.

Araújo *et al.*¹⁵, avaliaram as respostas hemodinâmicas a um Protocolo de Treinamento Isométrico de Preensão Manual (PTIM) em 41 pacientes, sendo 36 homens e 5

mulheres. Os mesmos realizaram o PTIM com medida da PAS, PAD e FC antes e durante cada uma das duas séries feitas com o braço esquerdo, e um minuto após a finalização. Foi observado pelos autores um pequeno aumento ao que concernem os níveis de PAS em repouso, 115 ($\pm 11,0$), 69 e após o exercício PAS 16 ($\pm 10,0$). Além disso, foi também observado, um pequeno aumento dos níveis de PAD em repouso, 69 ($\pm 10,0$), e após o exercício PAS 7 \pm 6. Percebeu-se uma alta da FC; a média mensurada em repouso foi 64 ($\pm 4,0$) e após o exercício 67 ($\pm 4,0$).

Não foram encontradas fontes que citassem a SpO₂ em indivíduos saudáveis, submetidos à exercícios resistidos, entretanto há referências que abordam o controle da SpO₂ em pneumopatas durante testes de esforço respiratório

CONCLUSÃO

O exercício de agachamento com contração isométrica na população estudada promoveu alterações significativas na PAS, PAD, FC e SpO₂.

Ressalta-se a importância, que estudos dessa natureza aprofundam os conhecimentos sobre os reais efeitos fisiológicos no sistema cardiovascular produzido pelo exercício isométrico. A partir disso, não teve como finalidade esgotar todo o assunto abordado, deixamos em aberto novas perspectivas para que grupos de pesquisa deem continuidade aos estudos referidos ao tema. Ressalta-se que este exercício não se aplica somente ao caso estudado; o mesmo pode ainda ser replicado em pacientes com doenças cardíacas e respiratórias, contribuindo para a difusão de

conhecimentos mais aprofundados na área, o que possibilitará maior segurança na aplicação da contração isométrica, melhor desempenho no exercício e minimização dos riscos à saúde do paciente a ele submetido.

REFERÊNCIAS

1. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci TNCE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fis.* 2004. 18: 21 – 31.
2. Rowland T, Fernhall B. Cardiovascular responses to static exercise: a re- appraisal. *Int J Sports Med* [Internet]. 2007 [acesso em 2016 nov 26]; 28 (11): 905-908. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-965063>
3. Iellamo F. Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *Auton Neurosci.* [S.l.]: 2001 [acesso em 2016 nov 26]; 20 (90): 66-75. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11485294>.
4. Shepard J, Par-Q J. Canadian Home Fitness Test and Exercise Screening Alternatives. *Sports Med* [Internet]. 2010 [acesso em 2016 nov 26]; 5 (3): 185-195. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-198805030-00005>.
5. Akdur H, Yigit Z, Arabaci U, Polat MG, Gürses HN, Güzelsoy D. Comparison of cardiovascular responses to isometric (static) and isotonic (dynamic) exercise tests in chronic atrial fibrillation. 2002 [acesso em 2016 nov 26]. 43 (6): 621-629. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12558126>.
6. Mota YL, Barreto SL, Bin PR, Simões HG, Campbell CSG. Respostas cardiovasculares durante a postura sentada da reeducação postural global (RPG). *Rev Bras Fisioter.* 2008. 12 (3): 161-168.
7. Williams CA. Effect of muscle mass on the pressor response in man during isometric contractions. *J Physiol* [Internet]. 1991 [acesso em 2016 nov 26]. 435: 573-584. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1181478/>.
8. Polito MD, Farinatti PTV. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. *Rev Bras Med Esporte.* 2003 [acesso em 2016 nov 26]. 9 (1): 25-33. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v9n1/v9n1a05.pdf>.
9. Ellsworth ML, Ellis CG, Goldman D, Stephenson AH, Dietrich HH, Sprague RS. Erythrocytes: oxygen sensors and modulators of vascular tone *Physiology* (Bethesda). 2009. 24: 107–116.
10. Boushel R. Metabolic control of muscle blood flow during exercise in humans *Can. J Appl Physiol.* 2003. 28: 754–73.
11. Freeman JV, Dewey FE, Hadley DM, Myers J, Froelicher VF. Autonomic Nervous System Interaction With the Cardiovascular System During Exercise. *Progress in Cardiovascular Diseases.* 2006 [acesso em 2016 nov 26]. 48 (5): 342-362. Disponível em: <http://cardiology.org/recentpapers/ANSETpcvd.pdf>.
12. Leite PH, Melo RC, Mello MF, Silva E, Borghi-Silva A, Catai AM. Resposta da frequência cardíaca durante o exercício isométrico de pacientes submetidos à reabilitação cardíaca fase III. *Rev Bras Fisioter.* 2010. 14 (5): 383-389. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-3552010000500006.
13. Sagiv M, Hanson PG, Ben-Sira D, Nagle FJ. Direct vs Indirect Blood Pressure at Rest and During Isometric Exercise in Normal Subjects. *Int J Sports Med.* 1995 [acesso em 2016 nov 26]. 16 (8): 514- 518. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-973046>.
14. Mascarenhas ALM, Navarro AC. Respostas cardiovasculares agudas promovidas pelo estresse quando utilizamos o corrimão superior do ônibus como um dos pontos de sustentação na viagem em pé. *RBPFEEX.* 2007. 1 (4): 61-70.
15. Araújo, CGS, Duarte CV, Gonçalves FA, Medeiros HBO, Lemos FA, Gouvêa AL. Respostas Hemodinâmicas a um Protocolo de Treinamento Isométrico de Prensão Manual [Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Gama Filho]. 2011 [acesso em 2016 nov 26]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abc/2011nahead/aop08311>.