

ANÁLISE DA VARIABILIDADE HEMODINÂMICA E DA PRESSÃO INTRACRANIANA MEDIANTE ESTRESSE CARDIOVASCULAR EM JOVENS E IDOSOS

Paulo Sérgio Almeida Silva Júnior¹, Alinne Alves Oliveira²

RESUMO

É sabido que o estresse gerado pelo exercício físico promove adaptações funcionais, metabólicas e estruturais no organismo, sejam por efeitos diretos na vasculatura, ou indiretos, centrais como alteração na modulação do sistema nervoso autônomo simpático (SNS) e parassimpático (SNP). A Pressão intracraniana (PIC), por sua vez, é resultado da interação dinâmica entre a circulação sanguínea cerebral e circulação de fluidos (liquor) e pode ser alterada em diversas situações, como no exercício, ou até mesmo por conta do envelhecimento. O aumento da PIC e a consequente diminuição da complacência intracraniana (CIC) levam a uma alteração na morfologia da onda de pulso, modificando os valores considerada normais. O presente estudo se propõe avaliar as adaptações hemodinâmicas e de complacência intracraniana (CIC) em jovens e idosos mediante estresse cardiovascular induzido por exercício estático. Dos que se voluntariaram foram coletados os dados antropométricos, presença de comorbidade, e uso de medicamentos, totalizando 320 indivíduos, sendo 151 jovens (entre 19 anos até 40 anos de idade), e 169 idosos (maiores de 60 anos), onde cada participante sentado, recostado na cadeira com os pés tocando o chão, com os braços mantidos ao lado do corpo, teve por 11 minutos a variabilidade da frequência cardíaca e a CIC, avaliados por sensor de tensão *strain gouge* (Brain4care[®]) não invasivo acoplado na região temporoparietal esquerda por uma faixa inelástica, antes (5min), durante uma tarefa de pressão palmar unilateral (1min) e depois (5min). A população idosa do nosso estudo, independente do sexo, apresentou a relação P2/P1 maior que 1, indicando uma menor complacência intracraniana (CIC). Ademais, é postulado que o uso de anti-hipertensivos pela maioria dos idosos possa atenuar a resposta da FC, outrossim não descartamos a possível interferência desses fármacos na relação P2/P1.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

¹ Estudante do Grupo de Pesquisa em Fisiologia Neuromuscular – UESB (Jequié).

¹ Vice-líder do Grupo de Pesquisa em Fisiologia Neuromuscular – UESB (Jequié).

PALAVRAS-CHAVE: Envelhecimento, Exercício físico, Força da mão, Monitorização fisiológica, Pressão intracraniana.

ANALYSIS OF HEMODYNAMIC VARIABILITY AND INTRACRANIAL PRESSURE THROUGH CARDIOVASCULAR STRESS IN YOUNG AND ELDERLY

ABSTRACT

It is known that stress generated by physical exercise promotes functional, metabolic and structural adaptations in the body, whether through direct effects on the vasculature, or indirect, central effects such as changes in the modulation of the sympathetic (SNS) and parasympathetic (PNS) autonomic nervous systems. Intracranial pressure (ICP), in turn, is the result of the dynamic interaction between cerebral blood circulation and fluid spine circulation (CSF) and can be altered in different situations, such as exercise, or even due to aging. The increase in ICP and the consequent decrease in intracranial compliance (ICC) lead to a change in the morphology of the pulse wave, modifying the values considered normal. The present study aims to evaluate hemodynamic and intracranial compliance (ICC) adaptations in young and elderly people through cardiovascular stress induced by static exercise. From those who volunteered, anthropometric data, presence of comorbidity, and use of medication were collected, totaling 320 individuals, 151 young people (between 19 years old and 40 years old), and 169 elderly people (over 60 years old), where each participant sitting, leaning back in the chair with the feet touching the floor, with the arms kept at the sides of the body, had heart rate variability and ICC for evaluated for 11 minutes, a non-invasive strain gauge voltage sensor (Brain4care®) attached to the region left tempora-parietal by an inelastic band, before (5min), during a unilateral palm pressure task (1min) and after (5min). The elderly population in our study, regardless of sex, presented a P2/P1 ratio greater than 1, indicating lower intracranial compliance (ICC). Furthermore, it is postulated that the use of antihypertensive drugs by the majority of elderly people may attenuate the HR response; however, we cannot rule out the possible interference of these drugs in the P2/P1 relationship.

KEYWORDS: Aging, Hand strength, Intracranial pressure, Physical exercise, Physiological monitoring.

INTRODUÇÃO

É sabido que o estresse gerado pelo exercício físico promove adaptações cardiovasculares, metabólicas, neurais, estruturais e funcionais no organismo. (MATTSON; MAUDSLEY; MARTIN, 2004; ROMERO; MINSON; HALLIWILL, 2017). Essas adaptações se dão, em partes, pelos efeitos na vasculatura ou por efeitos centrais indiretos como alteração na modulação do sistema nervoso autônomo simpático (SNS) e parassimpático (SNP) (GREEN et al., 2017). Nesse contexto, o estresse gerado pelos exercícios resistidos incitam respostas hemodinâmicas compensatórias distintas. Assim, as alterações na Pressão arterial média (PAM), Pressão intracraniana (PIC) e

fluxos sanguíneo cerebral geradas pelo exercício, desafiam a regulação cerebrovascular em busca da homeostase (PERRY; LUCAS, 2021).

A PIC, por sua vez, é resultado da interação dinâmica entre a circulação sanguínea cerebral e a de fluidos (liquor) e pode ser alterada em diversas situações, patológicas ou não, em repouso ou com o exercício. Com o uso de novas tecnologias é possível mensurar a complacência cerebral e a PIC utilizando ferramentas não invasivas já validadas (CABELLA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018), as quais convertem os sinais em formato de ondas e fornecem informações sobre a complacência intracraniana que considera a capacidade do cérebro e do crânio de se adaptar a variações de volume e pressão do conteúdo intracraniano (CABELLA et al., 2016). O aumento da PIC e a consequente diminuição da complacência intracraniana (CIC) levam a uma alteração na morfologia da onda de pulso, modificando os valores considerada normais: $P1 > P2 > P3$ (FRIGIERI et al., 2018). Por tanto, o presente trabalho se propõe a avaliar as adaptações hemodinâmicas e de PIC em jovens e idosos mediante estresse cardiovascular induzido por exercício resistido.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra foi constituída por 320 indivíduos, sendo 151 jovens (entre 19 a 40 anos de idade), e 169 idosos (> 60 anos). Foram utilizados como critérios de exclusão indivíduos com sequelas neurológicas, com limitação do movimento do punho e com sinal da CIC insuficiente para análise.

Os jovens foram recrutados entre os estudantes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) por meio de convites verbais e os idosos nos Centros de Referência de Assistência Social (CRAS) da prefeitura municipal de Jequié. Todos os participantes foram informados e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UESB, parecer 4.984.272. Foram coletados os dados antropométricos, presença de comorbidade, e uso de medicamentos. Em seguida, fora aferida a PA antes da captura dos sinais dos Intervalo RR dos batimentos cardíacos, bem como, a medida da PIC através do método de pressão de pulso intracraniano, avaliados por sensor de tensão *strain gouge* (Brain4care®) não invasivo acoplado na região tempora-parietal esquerda por uma faixa inelástica já validado (CABELLA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018).

A coleta foi realizada em ambiente climatizado e sem ruídos, tendo a pressão manual unilateral executada pelo braço dominante com o voluntário recostado na cadeira com os pés no chão, os braços mantidos ao lado do corpo, com o cotovelo em 90° e o

antebraço em posição neutra. A posição sentada favorece a drenagem cerebral para medida da CIC (RICKLI et al., 2021) e facilita a contração isométrica. Os registros das variáveis ocorreram em 11 minutos, sendo: 5 min de repouso + 1 min de contração isométrica de preensão manual + 5 min de repouso. No momento da contração o voluntário recebeu estímulo verbal da equipe.

RESULTADO E DISCUSSÃO.

A população idosa do nosso estudo, independente do sexo, apresentou a relação P2/P1 maior que 1, indicando uma menor complacência intracraniana.

Tabela 1: Padrão da frequência cardíaca e P02/P01 antes, durante e após o exercício isométrico de preensão palmar.

	Before		Isometric		After	
	MeanHR(\pm SD)	P2/P1(\pm SD)	MeanHR(\pm SD)	P02/P01(\pm SD)	MeanHR(\pm SD)	P2/P1(\pm SD)
Young	78.4 (\pm 15.2)	0.96 (\pm 0.15)	91.6 (\pm 18.2)	1.03 (\pm 0.18)	77.7 (\pm 15.4)	0.96 (\pm 0.16)
Elderly	77.17 (\pm 12.8)	1.28 (\pm 0.21)	84.8 (\pm 13.7)	1.34 (\pm 0.23)	77.0 (\pm 12.7)	1.26 (\pm 0.21)

A regulação no fluxo sanguíneo cerebral é multifatorial e influenciada pela pressão parcial de CO₂, atividade neurogênica, débito cardíaco e pressão arterial média (PAM). Essa PAM tende a aumentar com a idade devido a rigidez e fibrose vascular em virtude da senescência, além da redução na capacidade de neutralizar a pressão da vasculatura limitando as respostas reflexas vasoativas e, portanto, modificando o fluxo cerebral e a pressão de pulso cerebral (LAKE et al., 2022; LEFFERTS et al., 2020). A redução na VFC também está associada ao envelhecimento e pode refletir na lentidão da resposta autonômica à estímulos externos como o exercício (REARDON; MALIK, 1996; SRINIVASAN; SUCHARITA; VAZ, 2002).

No nosso estudo, mesmo em repouso, os idosos apresentaram um valor médio da relação P2/P1 de 1.28, o qual confere uma complacência intracraniana anormal já que o valor de normalidade deve ser menor que 1 (Rickli et al., 2021). Segundo Brasil et al. (2021), uma relação P2/P1 pode prever hipertensão intracraniana quando o valor dessa relação for maior que 1.2 em pessoas com integridade craniana, porém, a população do seu estudo foi 41 pacientes jovens (média 37.6 anos) dos quais 29 apresentavam algum dano craniano.

Estudos que investigam a relação P2/P1 na população idosa não foram encontrados para que haja uma conclusão sobre valores de normalidade, no entanto, foi possível observar mudanças no padrão e no comportamento dessa relação durante o estresse causado pela contração isométrica entre os grupos aqui estudados.

É importante ressaltar que nessa amostra, a maioria dos idosos (72%) eram hipertensos e fazia o uso de medicamentos, condição não encontrada nos jovens. O uso de fármacos como betabloqueadores e bloqueador do canal de cálcio, que estão indicados no tratamento da hipertensão arterial, podem atenuar a resposta da FC durante o esforço (Carvalho et al., 2020) podendo essa atenuação ser extrapolada para os valores da P2/P1 já que as alterações do volume sanguíneo produzidas pelo batimento cardíaco são a fonte das formas de onda observadas nos métodos de monitoramento da PIC e CIC (Dixon et al., 2023).

CONCLUSÃO

Embora se reconheça a necessidade de mais pesquisas sobre a temática, concluímos que a complacência intracraniana, mensurada através da medida da relação P2/P1 e a VFC foram menores nos idosos. Não descartando, por sua vez, a possibilidade de que o uso de anti-hipertensivos pela maioria dos idosos possa atenuar a resposta da FC e a relação P2/P1.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CNPq pelo apoio através da bolsa de estudo de Iniciação científica concedida a Paulo Sergio Almeida Silva Júnior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL, S., Solla, D. J. F., Nogueira, R. de C., Teixeira, M. J., Malbouisson, L. M. S., & Paiva, W. da S. (2021). A novel noninvasive technique for intracranial pressure waveform monitoring in critical care. *Journal of Personalized Medicine*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/jpm11121302>
2. CABELLA, B. et al. Validation of a new noninvasive intracranial pressure monitoring method by direct comparison with an invasive technique. **Acta Neurochirurgica, Supplementum**, v. 122, p. 93–96, 2016.
3. CARVALHO, T. DE et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 114, n. 5, p. 943–987, 2020.
4. Dixon, B., Sharkey, J. M., Teo, E. J., Grace, S. A., Savage, J. S., Udy, A., Smith, P., Hellerstedt, J., & Santamaria, J. D. (2023). Assessment of a Non-Invasive Brain Pulse Monitor to Measure Intra-Cranial Pressure Following Acute Brain Injury. <https://doi.org/10.2147/MDER.S398193>
5. Frigieri, G., Andrade, R. A. P., Dias, C., Spavieri, D. L., Brunelli, R., Cardim, D. A., Wang, C. C., Verzola, R. M. M., & Mascarenhas, S. (2018). Analysis of a non-invasive intracranial pressure monitoring method in patients with traumatic brain injury. *Acta Neurochirurgica, Supplement*, 126, 107–110. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65798-1_23
6. GREEN, D. J. et al. Vascular adaptation to exercise in humans: Role of hemodynamic stimuli. **Physiological Reviews**, v. 97, n. 2, p. 495–528, 2017.
7. MATTSON, M. P.; MAUDSLEY, S.; MARTIN, B. BDNF and 5-HT: A dynamic duo in age-related neuronal plasticity and neurodegenerative disorders. **Trends**

- in Neurosciences**, v. 27, n. 10, p. 589–594, 2004.
8. Perry, B. G., & Lucas, S. J. E. (2021). The Acute Cardiorespiratory and Cerebrovascular Response to Resistance Exercise. *Sports Medicine - Open*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00314-w>
 9. RICKLI, C., Cosmoski, L. D., dos Santos, F. A., Frigieri, G. H., Rabelo, N. N., Schuinski, A. M., Mascarenhas, S., & Velloso, J. C. R. (2021). Use of non-invasive intracranial pressure pulse waveform to monitor patients with End-Stage Renal Disease (ESRD). *PLoS ONE*, 16(7), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240570>
 10. SRINIVASAN, K., Sucharita, S., & Vaz, M. (2002). Effect of standing on short term heart rate variability across age. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 22(6), 404–408.

