

EFEITOS DO USO DE MÁSCARA DE PROTEÇÃO FACIAL NO DESEMPENHO E NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES

Daniel Martins Lúcio¹, Frederico Balbino Lizardo¹, Márcio Peres de Souza¹
Robson da Silva Medeiros¹, Romeu Paulo Martins Silva², Eduardo Paul Chacur²
Arthur Luz dos Santos¹, Elmiro Santos Resende¹, Adriano Alves Pereira¹, Thiago Montes Fidale²

RESUMO

Introdução: Com a pandemia, o uso de máscaras tornou-se comum, levantando questões sobre seu impacto em atividades físicas intensas. **Objetivo:** O estudo investiga os efeitos agudos do uso de máscara N95 no desempenho físico e na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de corredores de rua. **Materiais e métodos:** Participaram 11 corredores experientes, do sexo masculino, submetidos a dois testes incrementais máximos em esteira ergométrica, nas condições com e sem uso de máscara de proteção facial. **Resultados e discussão:** Os resultados indicaram que o uso da máscara reduziu significativamente o tempo total do teste, a velocidade aeróbia máxima (VAM), o volume máximo de oxigênio (VO₂ máx) e as concentrações de lactato sanguíneo, sugerindo que a máscara limita a capacidade dos corredores de alcançar intensidades mais altas. Embora a VFC tenha diminuído após o teste em ambas as condições, não houve diferença significativa entre o uso e a não utilização da máscara. No entanto, os corredores sem máscara apresentaram uma maior atividade simpática, evidenciada pela razão LF/HF, indicando um estresse fisiológico maior. **Conclusão:** Conclui-se que o uso de máscara N95 impacta negativamente o desempenho de corredores, reduzindo sua capacidade aeróbica e aumentando o esforço percebido durante a atividade física. Esses resultados podem auxiliar treinadores e profissionais de saúde na compreensão dos efeitos do uso de máscaras durante exercícios físicos.

Palavras-chave: Corrida. Desempenho Físico Funcional. Máscara N95. VFC.

- 1 - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
- 2 - Universidade Federal de Catalão, Catalão, Goiás, Brasil.

Autor correspondente:
adriano.pereira@ufu.br
thiagofidale@ufcat.edu.br

ABSTRACT

Effect of facial mask use on performance and heart rate variability of runners

Introduction: With the pandemic, the use of masks has become common, raising questions about its impact on intense physical activities. **Objective:** The study investigates the acute effects of wearing an N95 mask on physical performance and heart rate variability (HRV) in street runners. **Material and methods:** Eleven experienced male runners participated in two maximal incremental tests on a treadmill, with and without the use of a face mask. **Results and discussion:** The results indicated that wearing a mask significantly reduced the total test time, maximum aerobic speed (MAV), maximum oxygen volume (VO₂ max), and blood lactate concentrations, suggesting that wearing a mask limits the runners' ability to reach higher intensities. Although HRV decreased after the test in both conditions, there was no significant difference between wearing and not wearing a mask. However, runners without a mask showed greater sympathetic activity, evidenced by the LF/HF ratio, indicating greater physiological stress. **Conclusion:** It is concluded that the use of N95 masks negatively affects the performance of runners, reducing their aerobic capacity and increasing perceived exertion during physical activity. These results can help coaches and health professionals understand the effects of using masks during physical exercise.

Key words: Running. Functional Physical Performance. N95 Mask. HRV.

E-mail dos autores:
danielmlucio@hotmail.com
frederico@ufu.br
marcioperes@ufu.br
robsonmedeirosatletismo@gmail.com
romeusilva@ufcat.edu.br
eduardochacur@ufcat.edu.br
arthurluzsantos@gmail.com
esr_udi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O uso de máscaras ou proteção facial é significativamente importante e vem sendo praticado ao longo de décadas, para uma série de finalidades, como trocadores de calor ou umidade em ambientes frios, proteção contra contaminantes transportados pelo ar, normas religiosas ou sociais e para prevenção de contaminação por agentes infecciosos (Kim e colaboradores, 2015).

Durante a pandemia decretada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em janeiro de 2020, medidas preventivas foram orientadas para evitar a propagação do vírus como: higienização das mãos, isolamento social, distanciamento social e uso de máscaras faciais, como medida de segurança para atrasar a propagação do novo corona vírus SARS-CoV-2 (CDC, 2020).

O uso de máscaras durante o treinamento físico já vem sendo explorado dentre as novas tecnologias como método para simular o treinamento em altitude na busca de induzir hipóxia, devido restrição na captação de oxigênio (O_2) e expiração de dióxido de carbono (CO_2).

Alguns protocolos de treinamento em ambientes de hipóxia ou com hipóxia induzida indicam que eles promovem adaptações crônicas no VO_2 máx, na quantidade de eritrócitos e a economia de esforço, mesmo que de forma modesta em alguns protocolos, apontando melhorias no desempenho de atletas (Bonetti e colaboradores, 2009; Granados e colaboradores, 2016; Sellers e colaboradores, 2016).

Apesar da importância comprovada do uso de proteção facial deve-se também, considerar a segurança, ajuste e conforto desses materiais frente às atividades diárias e principalmente, frente àquelas que exigem desempenho aeróbico superior, como é o caso da corrida de rua. Esta modalidade, inclusive, que merece destaque, por ser considerada sociocultural, devido à sua simplicidade e praticidade (Cardoso e colaboradores, 2018).

Estes exercícios de intensidade moderada à vigorosa estão associados a um risco reduzido de infecções do trato respiratório superior, além de serem apontados como um poderoso colaborador do sistema imunológico, quando realizadas com duração inferior a 60 minutos (Matthews e colaboradores, 2002).

Dentre os vários modelos e dispositivos de proteção, a máscara N95 tem indicação de

filtração de pelo menos 95% das partículas transportadas pelo ar, dando assim uma maior credibilidade e suporte para análises como desse trabalho (Moraes e colaboradores, 2021).

A análise da VFC é geralmente usada para avaliar o funcionamento do sistema nervoso autônomo (SNA) e pode ser afetada pelo estresse, doenças cardíacas e estados patológicos, sendo resultado da regulação do SNA do nó sinoatrial (NSA).

Embora a VFC seja normalmente avaliada em repouso, estudos recentes indicam que analisar como a VFC responde a estressores do exercício pode ser um indicador valioso da aptidão aeróbica, do desempenho físico e do monitoramento da fadiga em atletas de elite (Schmitt e colaboradores, 2015a; Schmitt e colaboradores, 2015b).

O presente estudo justifica-se pelo aumento das condições que impõem ou potencializam o uso de máscaras pelos indivíduos, inclusive durante atividade física, especialmente, após a pandemia de COVID-19, e o uso desse protetor facial foi indicado de modo massivo no Brasil pelo órgão máximo de saúde (Garcia, Duarte, 2020).

Esse trabalho pode auxiliar no entendimento dos efeitos agudos do uso de máscara facial durante a corrida, possibilitando uma melhor compreensão dessa prática por treinadores, corredores e profissionais de saúde.

Nossa hipótese testada foi que o uso da máscara de proteção N95 impactaria negativamente no desempenho de forma aguda, impondo um estresse maior do que o observado sem o uso de máscara, levando a maiores valores de lactato sanguíneo (LAC), índice de estresse e maior VFC após a realização de um teste incremental máximo em esteira ergométrica.

Assim, o presente estudo objetivou analisar os efeitos agudos do uso de máscara de proteção facial no desempenho físico e na variabilidade da frequência cardíaca de corredores de rua.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de campo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CEP-UFU), conforme parecer (CAE: 13624419.2.0000.5152).

Participaram da pesquisa onze corredores, do sexo masculino, com idades de

31 $\pm$ 5,7 anos, peso corporal total de 71,5 $\pm$ 14,3, estatura de 1,77 $\pm$ 56,2 e porcentagem de gordura corporal de 8,867 $\pm$ 4,6, com 3 anos ou mais de experiência em corridas e em atividade competitiva no ano da coleta de dados.

Todos os participantes eram familiarizados com treinamento em esteira ergométrica e foram submetidos a dois testes incrementais máximos, com intervalo de 72 horas entre eles, sendo o primeiro teste realizado sem uso de máscara e o segundo com uso de máscara.

Teste Incremental Máximo na Esteira Ergométrica

Os testes foram realizados em uma esteira ergométrica (Movement® Modelo E-740), para cálculo indireto do volume máximo de oxigênio (VO₂ máx) e para identificar a velocidade aeróbia máxima (VAM), velocidade máxima obtida em km/h no teste incremental.

Após o aquecimento livre de 10 minutos, o teste foi iniciado na velocidade de 10 km/h, sendo realizado um incremento de carga na velocidade de 1 km/h a cada 2 minutos completos, sem que houvessem pausas entre os estágios, até a exaustão voluntária (Chang e colaboradores, 2020; Santana e colaboradores, 2010). A inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o teste (Jones, Doust, 1996).

A VAM foi calculada através de uma equação de correção para estágios incompletos (Kuipers e colaboradores, 2003; Arantes e colaboradores, 2017), já o VO_{2MÁX} foi calculado pela fórmula conforme ACSM (Koutlianos e colaboradores, 2013; Glass, 2007).

Variabilidade da Frequência Cardíaca

Para análise da VFC, a frequência cardíaca RR foi registrada pelo monitor cardíaco POLAR® RS800cx e os intervalos transferidos para o software Polar ProTrainer 5.0, os arquivos (txt) com os intervalos RR, foram exportados e transferido ao software Excel® para filtragem manual (Vanderlei e colaboradores, 2009).

Após filtragem, as análises da VFC foram realizadas pelo software Kubios® HRV 3.4.3 (Task force, 1996; Tarvainen e colaboradores, 2014). Foram analisadas as seguintes variáveis lineares no domínio do tempo: intervalo entre os batimentos cardíacos (RR), frequência cardíaca (FC), desvio padrão

dos intervalos RR (SDNN), raiz quadrada da média das diferenças quadradas entre intervalos RR sucessivos (RMSSD), índice parassimpático (PNS), índice simpático (SNS), índice de estresse (Stress Index).

No domínio da frequência foram analisadas: baixa frequência (LF), alta frequência (HF) e razão entre baixa e alta frequência (LF/HF), bem como as variáveis não lineares da VFC: variabilidade RR batimento a batimento de curto prazo do gráfico de Poincaré (SD1) e variabilidade batimento a batimento de longo prazo do gráfico de Poincaré (SD2).

As coletas foram feitas em repouso (5 minutos), imediatamente antes e após o teste incremental máximo e foram descartados os tempos para estágios incompletos. Foram analisadas as principais variáveis lineares no domínio do tempo e da frequência, bem como as variáveis não lineares da VFC.

Análise do Lactato Sanguíneo

As medições do lactato no sangue foram feitas antes e imediatamente após o teste incremental na esteira. As coletas foram realizadas por meio da perfuração do dedo indicador e para a análise sanguínea utilizado um Lactímetro Accutrend® (Nunes e colaboradores, 1998).

Análise Estatística

Foi utilizado o software GraphPad Prism 7, a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e aplicado o teste ANOVA One Way com pós teste de Tukey. Foram considerados significativos valores de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Podemos observar na Tabela 1, que foram encontradas diferenças significantes nas variáveis do tempo total do teste, velocidade aeróbia máxima, volume máximo de oxigênio e variação das concentrações sanguíneas de lactato, antes e após o teste incremental máximo, nas condições com e sem o uso da máscara de proteção facial.

A Tabela 2 apresenta os valores das médias e desvio padrão, e as diferenças estatísticas encontradas para as variáveis lineares no domínio do tempo da VFC e não lineares, bem como da concentração sanguínea de lactato, nos momentos antes e

após o teste incremental máximo, nas condições SM e CM.

Tabela 1 - Valores das médias e desvio padrão das variáveis de desempenho no teste incremental máximo em esteira ergométrica, nas condições sem e com uso de máscara de proteção facial.

	Sem Máscara	Com Máscara	p-valor
Tteste (min:seg)	19,02 ± 0,84	16,38 ± 1,57*	0,03
VAM (Km/h)	15,92 ± 1,60	14,60 ± 1,67*	0,03
Vo ₂ máx (ml/Kg/min)	58,96 ± 5,58	54,27 ± 5,76*	0,03
ΔLAC	9,41 ± 3,41	6,67 ± 3,36*	0,007

Legenda: * = diferenças significantes; SM = sem uso de máscaras; CM = com uso de máscaras; Tteste = Tempo de teste; VAM = velocidade aeróbia máxima; VO₂ máx = consumo máximo de oxigênio; ΔLAC = variações das concentrações de lactato entre o pré e pós teste incremental.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão da VFC e LAC.

	SM - Pré	SM - Pós	CM - Pré	CM - Pós
Média RR (ms)	1813 ± 2190	1207 ± 1666	988,5 ± 387,7	1335 ± 1729
FC (bpm)	58,89 ± 10,58	94,67 ± 11,70*	54,38 ± 8,81	86,25 ± 10,77*
SDNN (ms)	67,72 ± 42,35	8,129 ± 3,31*	67,53 ± 23,45	14,70 ± 6,68*
RMSSD (ms)	84,89 ± 75,93	5,22 ± 3,45*	78,63 ± 35,10	9,0 ± 3,16*
Stress Index	8,037 ± 4,32	35,18 ± 14,82*	6,571 ± 3,67	26,40 ± 12,64*
SD1 (ms)	60,31 ± 53,74	3,77 ± 2,40*	55,71 ± 24,83	6,30 ± 2,24*
SD2 (ms)	71,82 ± 34,18	16,18 ± 14,92*	75,73 ± 28,39	19,79 ± 9,28*
PNS Index	1,80 ± 2,68	-2,38 ± 0,54*	1,98 ± 1,55	-1,98 ± 0,41*
SNS Index	-0,73 ± 1,38	6,66 ± 2,38*	-1,25 ± 1,14	4,12 ± 2,63*
LAC (mmol/dL)	2,5 ± 0,79	11,91 ± 2,85*	2,18 ± 0,53	8,86 ± 2,20*#

Legenda: * = diferenças significantes pré e pós teste; # = diferenças significantes SM e CM; RR = intervalo entre os batimentos cardíacos; FC = frequência cardíaca; SDNN = desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD = raiz quadrada da média das diferenças quadradas entre intervalos RR sucessivos; Stress Index = índice de estresse; SD1 = variabilidade RR de curto prazo; SD2 = variabilidade de longo prazo; PNS = índice parassimpático; SNS = índice simpático.

Os componentes lineares da VFC no domínio da frequência estão demonstrados na Tabela 3, foram encontradas diferenças

significantes nos momentos pré e pós teste incremental máximo entre as situações SM e CM.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão a VFC no domínio da frequência.

	SM - Pré	SM - Pós	CM - Pré	CM - Pós
LH Power	1833 ± 607,5	155,1 ± 134,2*	1939 ± 627,0	180,1 ± 64,83*
HF Power	1524 ± 952,9	7,730 ± 2,954*	1307 ± 386,3	18,51 ± 10,85*
LF / HF	1,851 ± 1,898	18,31 ± 8,793*	1,634 ± 0,8685	10,82 ± 3,208*#

Legenda: * = diferença significativa entre os momentos pré e pós teste incremental máximo; # = diferença significativa entre as situações SM e CM; LF = baixa frequência, HF = alta frequência; LF/HF = razão entre baixa e alta frequência.

DISCUSSÃO

No presente estudo, a análise da VFC foi aplicada ao estresse imposto pelo exercício

físico, com o objetivo de analisar os efeitos agudos do uso de máscara de proteção facial no desempenho físico e na variabilidade da frequência cardíaca de corredores. Nossos

resultados corroboram parcialmente nossa hipótese, tendo em vista que o uso da máscara de proteção N95 impactou negativamente no desempenho dos corredores, evidenciado pelos valores do tempo total do teste, bem como da VAM alcançada, significativamente menor quando os corredores usaram a máscara.

Porém, quando analisamos o estresse imposto pelo uso da máscara durante o teste, sobretudo para os valores do VO_2 máx alcançado e da concentração sanguínea de lactato no momento pós teste, na condição com uso de máscara, encontramos valores significativamente menores. Bem como para as mudanças nas variáveis da VFC, sobretudo no domínio do tempo, PNS, SNS, Stress Index, porém, sem diferença significativa para estas últimas variáveis.

O lactato sanguíneo apresenta boa confiabilidade para o monitoramento e gerenciamento de cargas de exercício em atletas (Palacios e colaboradores, 2015; Reichel e colaboradores, 2020) e seus valores significativamente menores com uso de máscara, sugerem que o uso da máscara, diminui a capacidade do corredor de alcançar intensidades maiores durante o esforço, possivelmente, pela dificuldade de troca dos gases imposto pela máscara, sobretudo, após o limiar anaeróbio, caracterizado pelo ponto de compensação respiratória, onde o aumento da ventilação auxilia na eliminação do CO_2 e do H^+ .

O uso da VFC permite observar os níveis de atividade simpática e parassimpática de um indivíduo durante e após o exercício físico. Corredores treinados podem apresentar maior modulação vagal cardíaca de repouso e maiores valores de VFC como adaptações crônicas, positivas ao treinamento (Poyatos, e colaboradores, 2022).

No presente estudo também pudemos observar que houve uma predominância da atividade parassimpática (PNS) em relação à atividade simpática (SNS) em repouso, bem como maiores valores de RMSSD, SD1, possivelmente por adaptações positivas ao treinamento de corrida dos participantes.

Anteriormente, foi demonstrado que o aumento da PNS está associado a melhor condicionamento físico, bem como a melhor resposta a agentes estressores (Borresen e colaboradores, 2008; Kiviniemi e colaboradores, 2014; Plews e colaboradores, 2013).

Pesquisas sugerem que medir a cinética da VFC em resposta aos estressores do exercício pode ter um potencial considerável como preditor da aptidão aeróbia, do desempenho do exercício e no monitoramento da fadiga induzida pelo treinamento de atletas de elite (Schmitt e colaboradores, 2015(a); Schmitt e colaboradores, 2015(b)).

Observamos no presente estudo, uma redução da VFC após o teste incremental máximo nas duas condições analisadas, porém, mesmo sem diferença estatisticamente significativa, de forma mais intensa sem uso de máscara.

A respiração deve sempre ser considerada na análise da VFC, porque a frequência respiratória varia entre os sujeitos e muda de acordo com diferentes condições fisiológicas, como por exemplo o uso de máscaras e o estresse imposto pelo teste incremental máximo no presente estudo e, portanto, o componente HF aparece fora dos limites da banda HF padrão no momento pós teste (Berntson e colaboradores, 1997; Laitio e colaboradores, 2007).

A relação entre HF e LF refletem as alterações absolutas bem como alterações relativas entre componentes parassimpáticos e simpáticos do SNA, caracterizando assim o chamado balanço simpato-vagal sobre o coração (Vanderlei e colaboradores, 2009).

No presente estudo, foram encontradas diferenças na razão LF/HF, no momento pós teste nas duas condições, porém, nas comparações com e sem uso de máscara, com valores significativamente maiores observados na condição sem uso de máscara, evidenciando um maior esforço e uma maior exigência simpática nesta condição.

A utilização de um dispositivo para restringir a captação de oxigênio com o objetivo de aumentar o estímulo fisiológico, e consequentemente promover uma maior adaptação ao estímulo, parece ser uma estratégia limitada, uma vez que o durante o exercício com o uso da máscara, os participantes alcançaram intensidades significativamente menores quando comparados com a condição sem uso de máscara, possivelmente por a máscara impedir uma adequada troca gasosa sobretudo após ultrapassarem o limiar de compensação respiratório.

CONCLUSÃO

Concluimos que o uso de máscara de proteção facial N95 reduziu agudamente o desempenho de corredores durante o teste incremental máximo em esteira ergométrica e que sem o uso de máscaras os corredores conseguiram impor um maior estresse fisiológico durante o teste, com maiores valores para as concentrações de lactato sanguíneo, bem como, maior exigência de atividade simpática da regulação autonômica, evidenciada pela razão LF/HF.

REFERÊNCIAS

- 1-Arantes, F.F.A.; Vieira, P.F.; Borges, D.L. Pode o Consumo Máximo de Oxigênio e a Frequência Cardíaca Máxima Medidos em Teste Laboratorial Serem Preditos por Equações em Corredores Amadores? Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 11. Num. 8. 2017. p. 343-352.
- 2-Bonetti, D.L.; Hopkins, W.G. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: A meta-analysis. Sports Medicine. Vol. 39. Num. 2. 2009. p. 107-127. DOI: 10.2165/00007256-200939020-00002.
- 3-Borresen, J.; Lambert, M.I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. Sports Medicine. Vol. 38. Num. 8. 2008. p. 633-646. DOI: 10.2165/00007256-200838080-00002.
- 4-Cardoso, A.F.; Ferreira, E.S.; Santos, L.V. Frequência do consumo alimentar de praticantes de corrida de rua categoria amador na cidade de teresina-pi. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo. Vol. 12. Num. 75. 2018. p. 862-866. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1163>.
- 5-Poyatos, C.M.; Quílez, A.G.; Altini, M.; Heart rate variability-guided training in professional runners: Effects on performance and vagal modulation. Physiology and Behavior. Vol. 244. 2022. DOI: 10.1016/j.physbeh.2021.113654. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113654>.
- 6-CDC. Centers For Disease Control and Prevention. Use of Cloth Face Coverings to Help Slow the Spread of COVID-19. Www.Cdc.Gov. 2020. p. 4-6.
- 7-Chang, S.C.; Adami, A.; Lin, H.C. Relationship between maximal incremental and high-intensity interval exercise performance in elite athletes. PLoS ONE. Vol. 15. Num. 5. 2020. p. 1-18. DOI: 10.1371/journal.pone.0226313. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0226313>
- 8-Berntson, G.G.; Bigger, Jr. J.T.; Eckberg, D.L.; e colaboradores. Heart Rate Variability: Origins, Methods and Interpretive Caveats. Psychophysiology. Vol. 34. 1997. p. 623-648. DOI: 10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x.
- 9-Glass, S.; Dwyer, G.B. ACSM's Metabolic Calculations Handbook. Lippincott Williams & Wilkins, 2007. Disponível em: [http://digilib.unila.ac.id/4949/15/BAB II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/4949/15/BAB%20II.pdf).
- 10-Garcia, L.P.; Duarte, E.. Nonpharmaceutical interventions for tackling the COVID-19 epidemic in Brazil. Epidemiologia e Serviços de Saúde. Vol. 29. Num. 2. 2020. p. 1-4. DOI: 10.5123/S1679-49742020000200009.
- 11-Granados, J.; Gillum, T.L.; Castillo, W. Functional respiratory muscle training during endurance exercise causes modest hypoxemia but overall is well tolerated. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 30. Num. 3. 2016. p. 755-762. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001151.
- 12-Santana, H.; Neto, W.B.; Sales, M. Teste de cinco minutos (t5) prediz a velocidade pico de corrida em estudantes universitários. Brazilian Journal of Sports and Exercise Research. Vol. 1. Num. 2. 2010. p. 84-88.
- 13-Sellers, J.H.; Monaghan, T.P.; Schnaiter, J.A.; e colaboradores. Efficacy of a Ventilatory Training Mask. Journal of Strength and Conditioning Research. Vol. 30. Num. 4. 2016. p. 1155-1160.
- 14-Jones, A.M.; Doust, J.H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. Journal of Sports Sciences. Vol. 14. Num. 4. 1996. p. 321-327. DOI: 10.1080/02640419608727717.

- 15-Kim, J.H.; Roberge, R.J.; Powell, J.B. Effect of external airflow resistive load on postural and exercise-associated cardiovascular and pulmonary responses in pregnancy: A case control study. *BMC Pregnancy and Childbirth*. Vol. 15. Num. 1. 2015. p. 0-8. DOI: 10.1186/s12884-015-0474-7.
- 16-Kiviniemi, A.M.; Tulppo, M.P.; Hautala, A.J. Altered Relationship Between R-R Interval and R-R Interval Variability in Endurance Athletes with Overtraining Syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Vol. 24. 2014. p. 77-85. DOI: 10.1111/sms.12114. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/sms.12114>.
- 17-Koutlianos, N.; Dimitros, E.; Metaxas, T.; Indirect estimation of VO₂ max in athletes by ACSM's equation: Valid or not? *Hippokratia*. Vol. 17. Num. 2. 2013. p. 136-140.
- 18-Kuipers, H.; Rietjens, G.; Verstappen, F. Effect of stage Duration in incremental running tests on physiological Variables. *Int J Sports Med*. Vol. 24. Num. 7. 2003. p. 486-491.
- 19-Laitio, T.; Jalonen, J.; Kuusela, T.; Scheinin, H. The role of heart rate variability in risk stratification for adverse postoperative cardiac events. *Anesthesia and Analgesia*. Vol. 105. Num. 6. 2007. p. 1548-1560. DOI: 10.1213/01.ane.0000287654.49358.3a.
- 20-Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing and electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*. Vol. 17. Num. 3. 1996. p. 354-381. DOI: 10.1093/oxfordjournals.eurheartj. a014868.
- 21-Matthews, C.E.; Ockene, I.S.; Freedson, P.S. Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 34. Num. 8. 2002. p. 1242-1248.
- 22-Morais, F.G.; Sakano, V.K.; Lima, L.N. Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. *Aerosol Science and Technology*. Vol. 55. Num. 9. 2021. p. 1028-1041. DOI: 10.1080/02786826.2021.1915466. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02786826.2021.1915466>.
- 23-Nunes, A.V.; Andrade, R.; Paiva, C.R.E. Lactato sanguíneo em atletas de judô: relato da experiência de coleta durante combates sucessivos em uma competição oficial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 4. Num. 1. 1998. p. 20-23. 1998. DOI: 10.1590/s1517-86921998000 1000 06.
- 24-Palacios, G.; Chamizo, R.P.; Palacios, N. Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutricion Hospitalaria*. Vol. 31. 2015. p. 237-244. DOI: 10.3305/NH.2015. 31.SUP3.8771.
- 25-Plews, D.J.; Laursen, P.B.; Stanley, J. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*. Vol. 43. Num. 9. 2013. p. 773-781. DOI: 10.1007/s40279-013-0071-8.
- 26-Reichel, T.; Boblau, T.K.; Palmowski, J. Reliability and suitability of physiological exercise response and recovery markers. *Scientific Reports*. Vol. 10. Num. 1. 2020. p. 1-11. DOI: 10.1038/s41598-020-69280-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69280-9>.
- 27-Schmitt, L.; Regnard, J.; Parmentier, A.L. Typology of Fatigue by Heart Rate Variability Analysis in Elite Nordic-skiers. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 36. Num. 12. 2015. p. 999-1007. DOI: 10.1055/s-0035-1548885 (a).
- 28-Schmitt, L.; Regnard, J.; Millet, G.P. Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: An avenue beyond RMSSD? *Frontiers in Physiology*. Vol. 6. Num. NOV. p. 2013-2015, 2015. DOI: 10.3389/fphys.2015. 00343 (b).
- 29-Tarvainen, M.P.; Niskanen, J.P.; Lipponen, J.A. Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Vol. 113. Num. 1. 2014. p. 210-220. DOI: 10.1016/j.cmpb.2013.07.024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>.
- 30-Vanderlei, L.C.M.; Pastre, C.M.; Hoshi, R.A. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Brazilian Journal of*

Cardiovascular Surgery. Vol. 24. Num. 2,. 2009.
p. 205-217. DOI: 10.1590/s0102-
76382009000200018.

Autor correspondente:
Thiago Montes Fidale.
thiagofidale@ufcat.edu.br
Laboratório Morfofuncional.
Departamento de Medicina.
Instituto de Biotecnologia.
Universidade Federal de Catalão - Campus II.
Av: Castelo Branco, S/n sector Universitário.
Catalão-GO, Brasil.
CEP: 75.704-020.

Recebido para publicação em 03/03/2025
Aceito em 12/06/2025