
Educação Física

Renata Baur Storm Santana

**Efeitos da hipóxia no desempenho cognitivo
em teste incremental**

RENATA BAUR STORM SANTANA

Efeitos da hipóxia no desempenho cognitivo em teste incremental

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de bacharela em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Kokubun
Coorientadora: Prof. Dra. Deisy Terumi Ueno

Rio Claro - SP
2024

S232e Santana, Renata Baur Storm
Efeitos da hipóxia no desempenho cognitivo em teste incremental /
Renata Baur Storm Santana. -- Rio Claro, 2024
22 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio
Claro

Orientador: Eduardo Kokubun
Coorientadora: Deisy Terumi Ueno

1. Hipóxia. 2. Cognição. 3. Aptidão física Testes. 4. desempenho
físico. 5. Sistema cardiopulmonar. I. Título.

Renata Baur Storm Santana

Efeitos da hipóxia no desempenho cognitivo em teste incremental

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do grau de bacharela em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Kokubun

Prof. Dr. Camila Coelho Greco

Prof. Dr. Alexandre Gabarra

Aprovado em: 30 de Setembro de 2024

Documento assinado digitalmente
 **RENATA BAUR STORM SANTANA**
Data: 30/09/2024 11:09:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do discente

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO KOKUBUN**
Data: 30/09/2024 11:17:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 **DEISY TERUMI UENO**
Data: 30/09/2024 11:27:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do(a) coorientador(a)

RESUMO

Existe uma relação entre o exercício físico e a cognição. Os benefícios agudos e crônicos do exercício físico sobre o desempenho cognitivo têm sido amplamente reportados. Esses efeitos se devem a um aumento do fluxo sanguíneo cerebral e, por conseguinte, do aporte de nutrientes e também mediado por um aumento na atividade de neurotransmissores. O exercício realizado em condições de hipóxia promovem, dentre outros efeitos, aumento da ventilação e atividade cardíaca, potencializando os seus efeitos. Esses efeitos sistêmicos têm o potencial de se estenderem às funções cognitivas. Contudo, a exposição à hipóxia pode retirar importantes recursos tanto para as funções cognitivas como as fisiológicas sistêmicas. O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da hipóxia na função cognitiva durante a realização do em diferentes faixas de intensidade de exercício. Para tanto, participantes foram submetidos a exercício incremental na esteira na condição de normóxia e hipóxia. As funções fisiológicas desses sistemas foram avaliadas mediante medidas cardiorrespiratórias e a função cognitiva através do teste de reação com escolha (TRE). Nos resultados, vemos que a saturação teve uma queda significativa no grupo da hipóxia, juntamente com o aumento da frequência cardíaca, em relação a escala de Borg e a oscilação do tempo de resposta durante o exercício e a exposição à hipóxia. Alguns aspectos demonstraram uma possível melhora na cognição, embora pesquisas anteriores tenham indicado que a hipóxia aguda pode ter um impacto negativo sobre a cognição, nossos resultados não confirmam essa ideia. Isso sugere que outros fatores podem estar influenciando o desempenho cognitivo. Esses achados enfatizam a importância de continuar investigando as interações entre a hipóxia, o exercício físico e as funções cognitivas. É crucial compreender como diferentes condições, como a intensidade do exercício e a complexidade das atividades, podem afetar os resultados. Isso reforça a necessidade de uma abordagem integrada em programas de treinamento e intervenções em saúde.

Palavras-chave: Exercício Físico, Hipóxia, Tempo de reação, Funções cognitivas.

ABSTRACT

There is a relationship between physical exercise and cognition. The acute and chronic benefits of physical exercise on cognitive performance have been widely reported. These effects are due to an increase in cerebral blood flow and, consequently, the supply of nutrients. They are also mediated by an increase in neurotransmitter activity. Exercise performed under hypoxic conditions promotes, among other effects, increased ventilation and cardiac activity, enhancing its effects. These systemic effects have the potential to extend to cognitive functions. However, exposure to hypoxia can remove important resources for both mental and systemic physiological functions. The present study aims to evaluate the effects of hypoxia on cognitive function during exercise at different intensity ranges. To this end, participants underwent incremental exercise on the treadmill under normoxia and hypoxia conditions. The physiological functions of these systems were assessed through cardiorespiratory measures and cognitive function through the choice reaction test (TRE). In the results, we see that saturation had a significant drop in the hypoxia group, along with an increase in heart rate, in relation to the Borg scale and the oscillation of response time during exercise and exposure to hypoxia. Some aspects demonstrated a possible improvement in cognition, although previous research has indicated that acute hypoxia can have a negative impact on cognition, our results do not confirm this idea. This suggests that other factors may be influencing cognitive performance. These findings emphasize the importance of continuing to investigate the interactions between hypoxia, physical exercise and cognitive functions. It is crucial to understand how different conditions, such as exercise intensity and activity complexity, can affect results. This reinforces the need for an integrated approach to training programs and health interventions.

Keywords: Physical Exercise, Hypoxia, Reaction time, Cognitive functions.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Justificativa.....	9
2. OBJETIVO.....	10
3. METODOLOGIA.....	11
3.1 Participantes.....	11
3.2 Procedimentos	11
3.3 Análise estatística.....	13
3.4 Cronograma de Atividades	13
4. RESULTADOS	14
4.1 Saturação de oxigênio periférico.....	14
4.2 Frequência cardíaca (FC)	15
4.3 Percepção de esforço	16
4.4 Tempo de resposta	17
5. DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

Cognição é o termo global empregado para descrever as habilidades cognitivas ou o funcionamento mental, incluindo sentir, pensar, perceber, lembrar, raciocinar, formar estruturas complexas de pensamento e a capacidade para produzir respostas aos estímulos externos (Macedo et al., 2021).

De acordo com Silva et al. (2014) observa-se que ambas definições ressaltam um aspecto importante destas funções, a capacidade de conferir plasticidade ao comportamento, aumentando a eficiência de uma resposta em função da antecipação de contingências ambientais conhecidas.

As diferentes etapas se iniciam pela *percepção*, processo pelo qual o indivíduo se torna consciente dos objetos e das relações no mundo circundante, na medida em que essa consciência depende dos processos sensoriais, sendo caracterizada pela interação com o ambiente (Barbanti, 2003)

Posteriormente, utiliza-se a *atenção*, entendida como uma forma de selecionar e interpretar os estímulos. Além disso, corresponde a um conjunto de processos que leva à seleção ou priorização no processamento de certas categorias de informação referindo-se aos mecanismos pelos quais se dá tal seleção (Helene & Xavier, 2003).

A *memória*, por sua vez, auxilia na formação do armazenamento das informações de curto ou longo prazo. De acordo com Helene & Xavier, (2003) este mecanismo corresponde ao processo pelo qual experiências anteriores levam à alteração do comportamento. Por fim, é realizado a *tomada de decisão*, dada pelo acúmulo de experiências que foram armazenadas por meio da memória, que traz a escolha da resposta compatível com uma determinada situação, além da capacidade do cérebro humano de perceber informações relevantes do ambiente, interpretá-las corretamente e, em seguida, selecionar a resposta motora adequada (Romeas et al., 2016).

O efeito do exercício físico na cognição, implica na complexibilidade da tarefa cognitiva que foi aplicada e do tipo de atividade física que o indivíduo foi induzido a realizar (Antunes et al., 2006). Além disso, o exercício em intensidade elevada pode retardar os processos que levam a preparação da resposta, tendo a diminuição da performance cognitiva. Agudamente, tais efeitos podem desencadear o aumento do fluxo sanguíneo cerebral, o aporte de nutrientes, assim como amplificar a atividade neurotransmissora (Merege Filho et al., 2014).

Segundo Marinello et al. (2021), o tempo de reação (TR) é a medida mais utilizada para se avaliar a velocidade de processamento da informação relacionada ao sistema neuromuscular. O teste de reação e escolha (TRE), é um teste que consiste na percepção de um estímulo, a interpretação e a reação, podendo ser simples ou de escolha.

Quando vemos o TRS, teste de reação simples a escolha é simples, ou seja, podemos dizer que o participante recebe o estímulo, identifica, interpreta e não tem a necessidade do processo de escolha. Já quando temos o TRE, teste de reação de escolha, temos que o participante recebe o estímulo, interpreta e a reação que é coligada a uma escolha específica. (Bruzi et al., 2013).

De acordo com a literatura, observa-se uma relação entre o exercício físico e a cognição. McArdle, Katch & Katch (2001), demonstram que as alterações neurológicas variam de uma redução de 5% na sensibilidade à luz aos 1.524 m a uma redução adicional de 25% na sensibilidade à luz e uma redução de 30% na acuidade visual quando a elevação dobra para 3.048 m; aos 6.096 m, ocorre uma deterioração de 25% na codificação das tarefas realizadas e no tempo de reação simples. Isso é proveniente diretamente da menor saturação de oxigênio do ar. O desafio fisiológico da altitude provém diretamente da menor PO₂ ambiente, e não da pressão barométrica total reduzida em si nem de qualquer mudança nas concentrações relativas dos gases no ambiente (McArdle, Katch, Katch 2001).

As variáveis fisiológicas são decorrentes da intensidade de treino, em que certas capacidades fisiológicas são alteradas em decorrência ao exercício físico, por meio do aumento da ventilação por minuto, a capacidade difusora de oxigênio, a saturação arterial de oxigênio, o aumento do débito cardíaco (frequência cardíaca e

o volume sistólico), a pressão arterial e o aumento da capacidade de transporte de oxigênio, (McArdle, Katch & Katch, 2001).

Em condições de hipóxia as mesmas resultam na diminuição da pressão barométrica, situação encontrada em grandes altitudes naturais ou simuladas em câmaras hiperbáricas, além da redução da fração inspirada de oxigênio ($F_{I_{O_2}}$) em altitudes simuladas em ambientes normobáricos. Entre essas variáveis, destacam-se a hiperventilação e o aumento do débito cardíaco, respostas rápidas e relativamente eficazes à exposição à altitude. Simultaneamente, outros ajustes de ação mais lenta ocorrem durante uma permanência prolongada na altitude (Faiss et al., 2013).

O exercício físico, por sua vez, pode melhorar as respostas centrais e periféricas relacionadas à capacidade cardiorrespiratória e ao bem-estar psicológico (Magalhães Neto et al., 2009). Através do teste incremental, avalia-se a resposta fisiológica em diferentes intensidades, mensurando o VO_2 e a VO_{2max} do indivíduo. O VO_{2pico} refere-se ao valor mais alto do consumo de oxigênio medido durante um teste com exercício progressivo. Assim, para medir o mesmo, é utilizado o teste Incremental com o protocolo de Bruce (McArdle, Katch & Katch, 2002). Esse protocolo consiste em um método indireto de esforço cardiorrespiratório, na qual são aplicadas progressões de cargas referentes a velocidade e inclinação a cada três minutos de forma contínua de esforço de caminhada seguida de corrida, que visa avaliar a frequência cardíaca máxima de um indivíduo bem como o VO_2 max obtido pelo esforço, tornando-o uma estratégia de aplicação fácil e de bons resultados (Queiroz Neto et al., 2019).

1.1 Justificativa

Atualmente, o conhecimento sobre os efeitos da hipóxia ainda é bastante limitado, principalmente sobre o seu papel nas funções cognitivas. A maioria dos estudos se concentram nas respostas fisiológicas durante a exposição à hipóxia, seja em exercícios contínuos ou resistidos. No entanto, quase não se fala sobre como esse estado afeta a mente e as funções cognitivas, como memória e atenção, o que deixa uma lacuna importante no entendimento desse fenômeno.

A hipóxia não é uma situação incomum. Ela ocorre, por exemplo, em atividades físicas em altas altitudes e em práticas esportivas de alta performance, onde o desempenho mental é tão importante quanto o físico. Entender como esse mecanismo impacta o raciocínio e a capacidade de tomar decisões pode ser essencial para melhorar desde o desempenho até a segurança em situações de esforço físico intenso.

Este trabalho busca explorar a investigação sobre como a hipóxia pode afetar as funções cognitivas. Ao revisar a literatura existente, pode-se encontrar novos caminhos que auxiliam no entendimento de tais impactos. Enquanto muitos estudos focam apenas nos efeitos físicos, como fadiga muscular e capacidade cardiorrespiratória, este trabalho amplia para os efeitos que a hipóxia pode ter sobre o sistema nervoso.

Com um melhor entendimento dos efeitos da hipóxia nas funções cognitivas, será possível desenvolver estratégias mais eficazes para atletas, profissionais expostos a condições de baixa oxigenação e até para melhorar o desempenho em situações extremas, contribuindo tanto para a prática esportiva quanto para a saúde e segurança dos indivíduos.

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da hipóxia na realização do exercício físico incremental nas funções cognitivas e cardiorrespiratórias. Desta forma, investigou se a condição de hipóxia provocará diminuição nas funções cognitivas apenas na intensidade mais elevada do exercício.

3. METODOLOGIA

3.1 Participantes

Foram selecionados para este estudo oito indivíduos fisicamente ativos de ambos os sexos, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre de 18 a 30 anos sem patologia cardíaca, doenças crônicas degenerativas ou qualquer aspecto que impossibilite a realização de esforço e que concordassem em participar do experimento por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e aprovada em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", sob protocolo nº 78772424.1.0000.5465.

3.2 Procedimentos

Os participantes foram submetidos a teste incremental em esteira em três condições do protocolo de bruce modificado, o qual foi realizado primeiramente um aquecimento inicial a 2,7 km/h com 10% da inclinação da esteira, usado para a indução da hipóxia, e posteriormente a utilizou o primeiro estágio, a 2.7km/h a 10% da inclinação, o segundo estágio do protocolo, em 4.0km/h a 12% da inclinação da esteira, e por último o terceiro estágio do protocolo, em 5 km/h com a inclinação de 14%.

Os testes foram aplicados de forma cega, em que os participantes não receberam a informação sobre a condição que o teste foi realizado. Sendo analisada a frequência cardíaca (FC) por meio do GPS Polar, a oxigenação sanguínea, com o auxílio de um oxímetro de dedo, e a variável da percepção de esforço, analisada por meio da escala de borg, sendo assim, de 6-7 esforço muito fácil, 8-9 esforço fácil, 10-11 esforço relativamente fácil, 12-13 esforço ligeiramente cansativo, 14-15 cansativo, 16-17 muito cansativo e por fim de 18-20 exaustivo.

Durante o procedimento foi aplicado um teste de reação com escolha (TRE), que foi aplicado por um Software, que apresentou um estímulo visual por meio de

dois leds nas extremidades da esteira utilizada, um ao lado esquerdo e consequentemente outro a direito, ao receber o estímulo o participante responderam com o botão que foi conectado a esteira o lado correspondente ao estímulo. Os testes incrementais foram realizados em condições de normóxia e em hipóxia (fração inspirada de O₂ de 13,6%), o ar em hipóxia sairá do Gerador de hipóxia (CAT-430 TM, Altitude Control Technologies, USA), onde foram coletados o tempo de reação e acertos (figura 1).

Figura 1. Laboratório experimental



Fonte: Elaborado pela autora. Laboratório (I) contendo os instrumentos necessários para o estudo: gerador de hipóxia (II) e os *pulmões* (III), sacos utilizados para o armazenamento do ar em hipóxia, esteira, equipamento para a coleta do TRE e computador para análise de dados.

3.3 Análise estatística

O programa SPSS for Windows 22.0 (SPSS, Inc) foi utilizado para o tratamento estatístico. Para análise da FC, Borg e tempo total de resposta no teste de reação com escolha foi utilizado o teste t para medidas pareadas, com o nível de significância de $p < 0,05$.

3.4 Cronograma de Atividades

Os testes foram realizados em dois dias, consequentemente de forma em que os participantes não tinham conhecimento sobre a situação do teste. No primeiro dia foi realizado o teste em hipóxia, no qual o laboratório foi preparado com o gerador, os sacos para qual o ar foi direcionado e a saída de ar dos sacos ligada diretamente à máscara do participante. Sendo assim realizado o teste incremental em protocolo de Bruce e ao final do aquecimento e de cada protocolo era coletada a frequência cardíaca, a oxigenação sanguínea e escala subjetiva de esforço (borg) e o teste de reação com escolha.

No segundo dia o Laboratório estava na mesma situação, somente a saída de ar em Hipóxia estava fechada para o participante, sendo descartado e o ar em situação ambiente era direcionada ao participante, no restante, foi seguido o mesmo protocolo do primeiro dia do participante.

4. RESULTADOS

4.1 Saturação de oxigênio periférico

No estágio inicial (pré), ambos os grupos obtiveram valores de SpO_2 em torno de 95%, sendo que o grupo em hipóxia começou com uma queda em relação à normóxia, que, também apresentou uma diminuição, porém de forma mais controlada, mantendo valores mais elevados de SpO_2 . Conforme os estágios avançam, tal queda foi progressiva, principalmente nos últimos estágios (31 e 32), onde a saturação de oxigênio caiu para cerca de 85%. Portanto, a saturação é menor em condição de hipóxia, em que tende a diminuir com o exercício (figura 2).

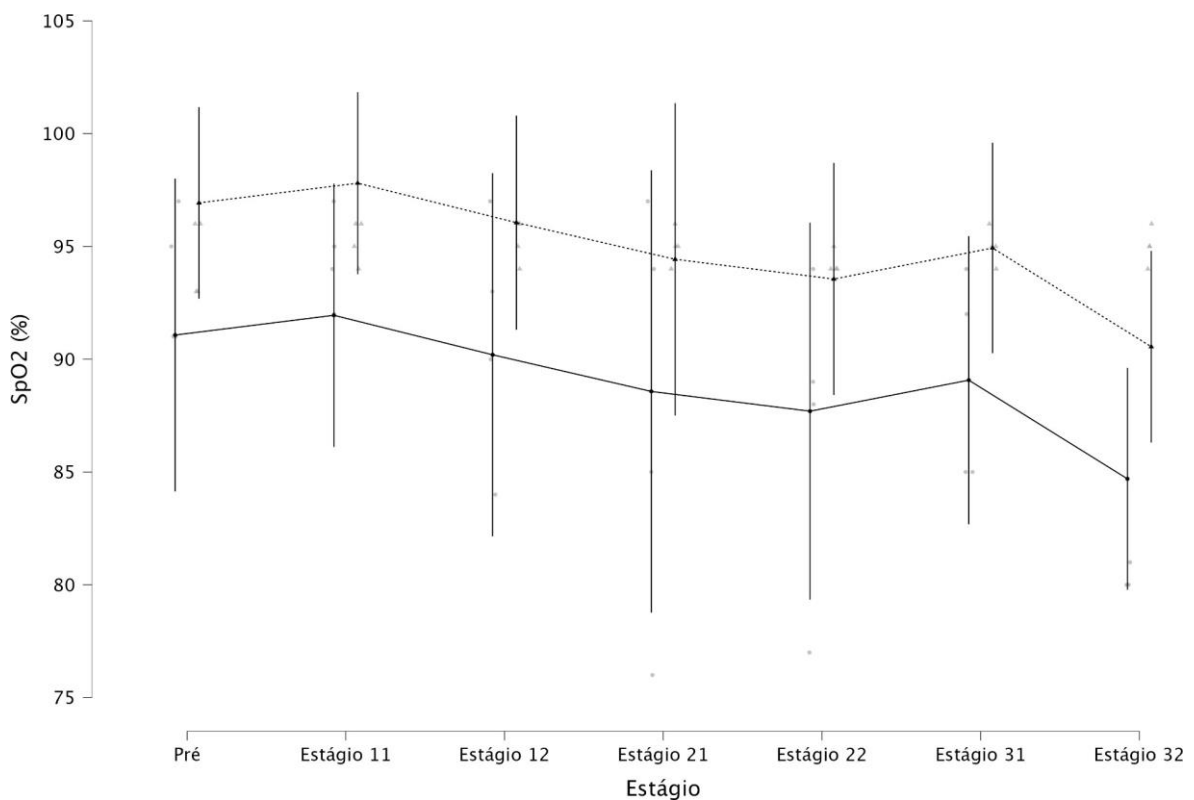


Figura 2. Média e desvio padrão da saturação de oxigênio periférico (%) em diferentes estágios nas condições de normóxia (linha pontilhada) e hipóxia (linha preta).

4.2 Frequência cardíaca (FC)

O gráfico (figura 3) demonstra que no estágio pré, ambos os grupos obtiveram frequências cardíacas em torno de 100 bpm. Com o avanço dos estágios, observou-se um aumento gradual, com crescimento acentuado do grupo em hipóxia. No final do protocolo, a condição em hipóxia alcançou aproximadamente 160 bpm, enquanto a condição em normóxia chegou a cerca de 140 bpm.

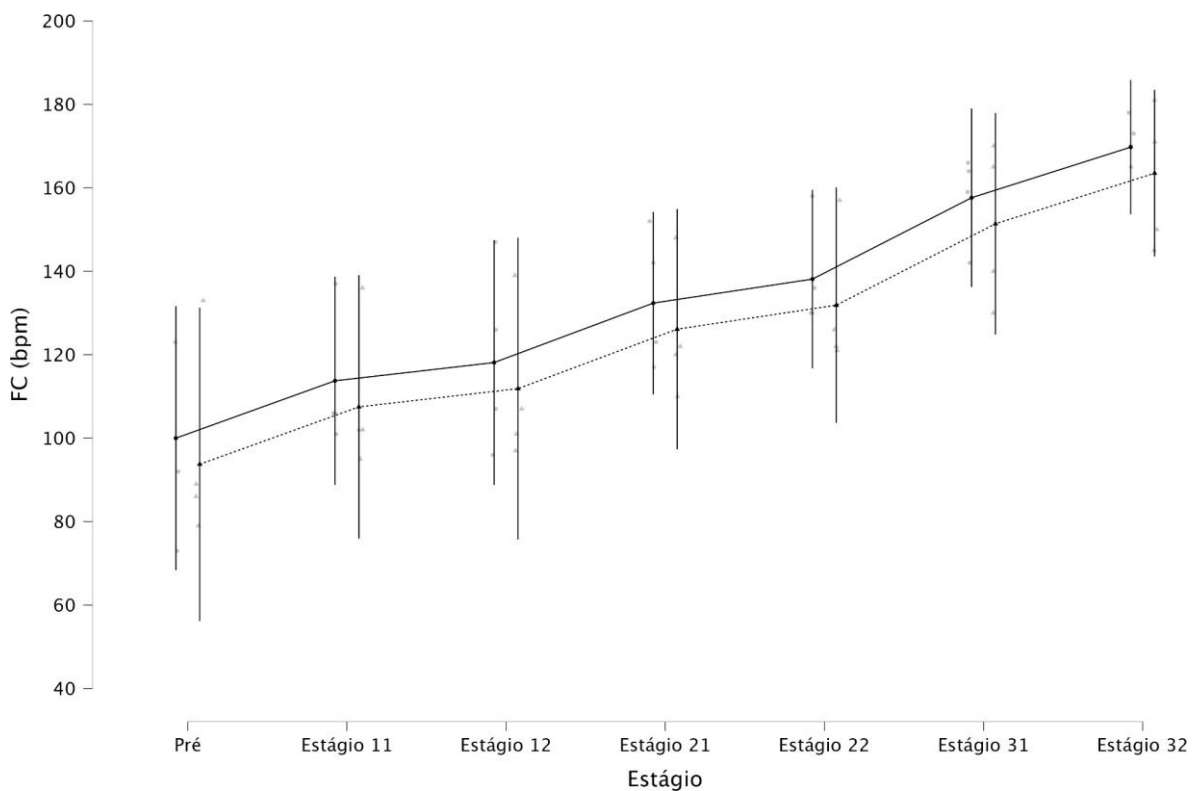


Figura 3. Média e desvio padrão da frequência cardíaca (bpm) em diferentes estágios nas condições de normóxia (linha pontilhada) e hipóxia (linha preta).

4.3 Percepção de esforço

A figura 4 demonstra a escala de Borg em diferentes estágios . No Pré estágio , ambos os grupos obtiveram pontuação próxima ao 6 da escala (muito fácil), entretanto houve um aumento a cada estágio do teste. Além disso , o teste em hipóxia apresenta uma percepção de esforço em que aumenta de modo significativo em comparação à condição de normoxia.

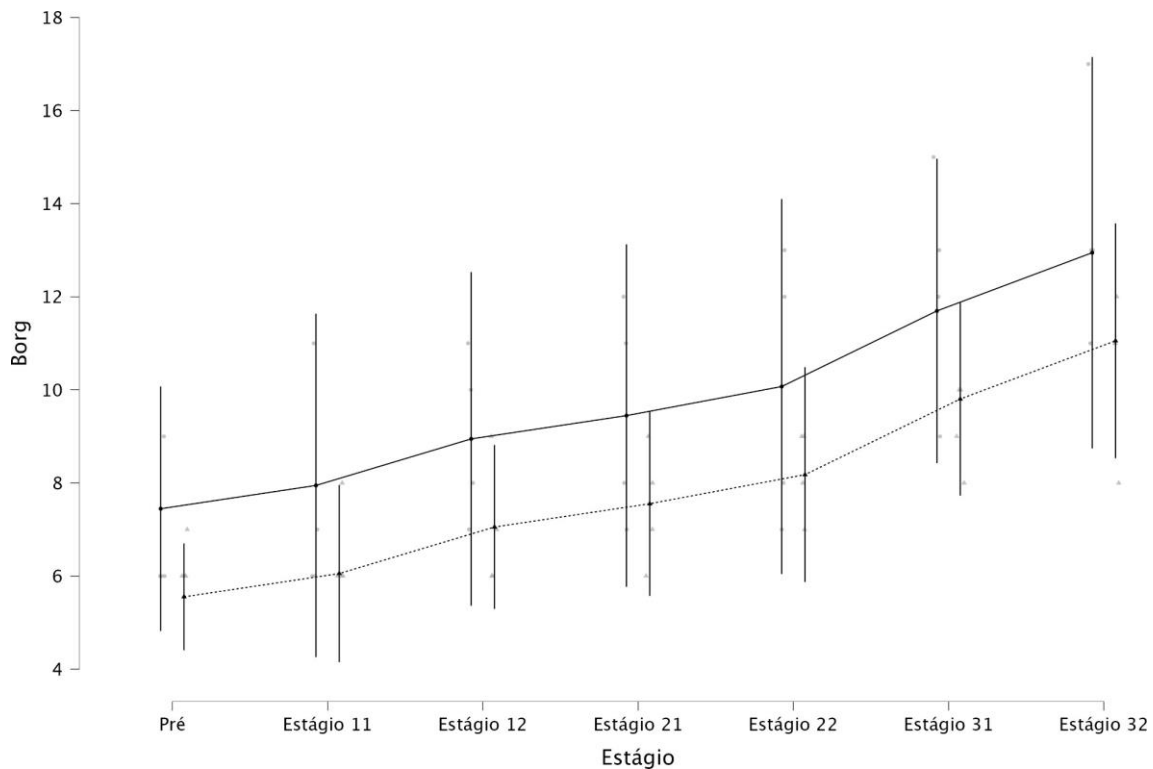


Figura 4. Média e desvio padrão da Escala de Borg em diferentes estágios nas condições de normóxia (linha pontilhada) e hipóxia (linha preta).

4.4 Tempo de resposta

No tempo de reação (Figura 5), mostra o teste de reação em diferentes estágios do teste incremental, ambos os grupos apresentam inicialmente uma média de 0.25, e notavelmente temos um aumento gradativo ao início dos estágios, e ao longo do teste é possível ver uma instabilidade nas retas em diferentes condições (hipóxia e normóxia), levando a piora do tempo de resposta ao final do teste.

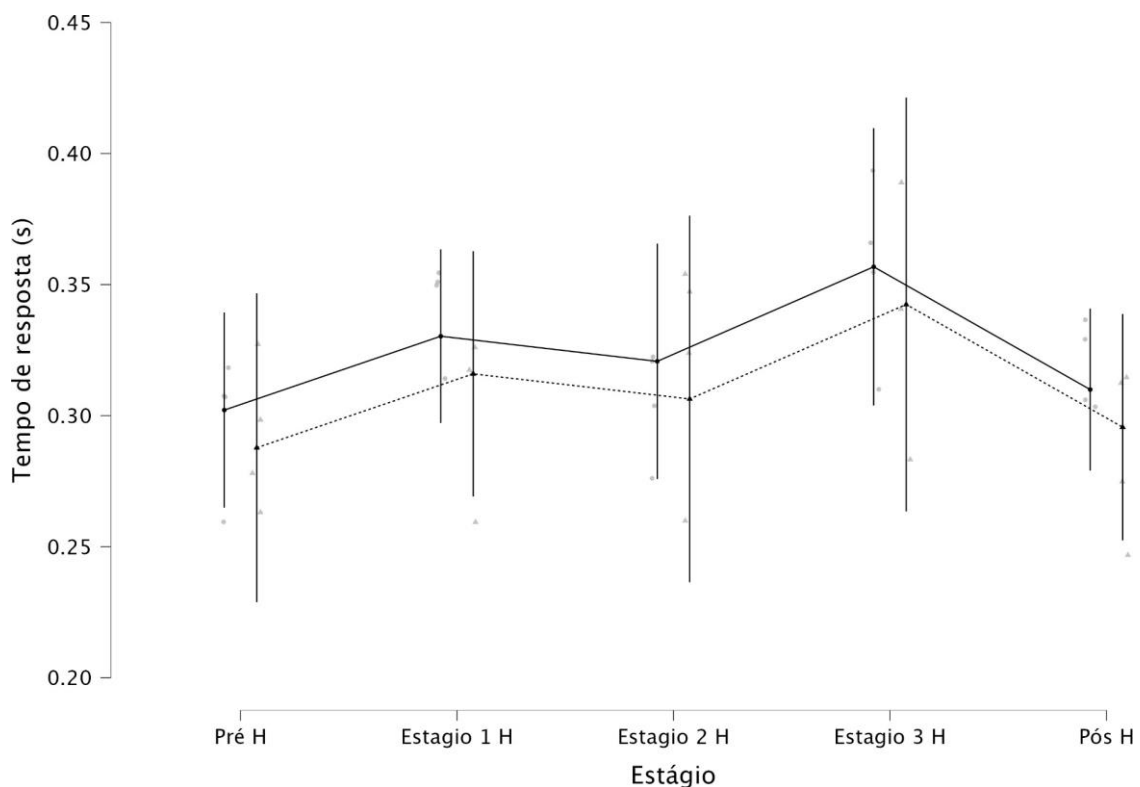


Figura 5. Média e desvio padrão do tempo de resposta (s) em diferentes estágios nas condições de normóxia (linha pontilhada) e hipóxia (linha preta).

5. DISCUSSÃO

Certas capacidades físicas mudam em resposta ao exercício físico, como o aumento da ventilação por minuto, a capacidade de difusão de oxigênio, a saturação arterial de oxigênio, o débito cardíaco (que inclui a frequência cardíaca e o volume sistólico), a pressão arterial e a capacidade de transporte de oxigênio (McArdle, Katch & Katch, 2001). Podemos observar que, à medida que os participantes aumentam sua velocidade, tanto a frequência cardíaca quanto a escala de Borg — que mede a percepção subjetiva de esforço — também tendem a subir (figuras 3 e 4).

Em relação à saturação de oxigênio, observamos que, durante o exercício, o transporte de oxigênio pelas hemoglobinas ocorre de forma mais rápida, o que é uma resposta fisiológica ao aumento da frequência cardíaca (McArdle, Katch & Katch, 2001), conforme ilustrado na Figura 2.

O tempo de ocorrência (TR) é uma das medidas mais comuns para avaliar a velocidade de processamento das informações no sistema neuromuscular (Marinello et al., 2021), conforme mostrado na Figura 5. Durante o exercício físico, a cognição pode ser impactada, e isso varia de acordo com a complexidade da tarefa cognitiva e o tipo de exercício realizado pelos participantes (Antunes et al., 2006).

Esses efeitos imediatos podem resultar no aumento do fluxo sanguíneo cerebral e na disponibilização de nutrientes, além de potencializar a atividade dos neurotransmissores (Merege Filho et al., 2014). A Figura 5 ilustra que a média possui tempos de resposta variados, destacando as observações feitas pelos autores Antunes et al. (2006).

De maneira geral, os resultados deste estudo ressaltam a relevância da atividade física na modulação das habilidades físicas e cognitivas. A conexão entre a intensidade do exercício e as alterações fisiológicas, como a frequência cardíaca, a saturação de oxigênio e o tempo de resposta, revela como o organismo se adapta a diferentes demandas.

À medida que os participantes aumentavam a velocidade, observamos não apenas mudanças nas respostas cardiovasculares, mas também impactos na cognição, que variam de acordo com a complexidade das atividades.

Dessa forma, a atividade física revela um importante aliado na promoção da saúde, abrangendo não apenas aspectos físicos, mas também cognitivos, enfatizando a importância de abordagens integradas em programas de treinamento e intervenções em saúde. Essa compreensão pode ajudar os profissionais de educação física e saúde a desenvolver estratégias mais eficazes para melhorar o desempenho e o bem-estar dos indivíduos.

6. CONCLUSÃO

Apesar das evidências que sugerem que o exercício físico pode trazer benefícios para a cognição, não conseguimos encontrar uma relação estatisticamente significativa entre a hipóxia e a perda das funções cognitivas dos participantes. Essa limitação destaca a complexidade das interações entre a atividade física, a disponibilidade de oxigênio e as funções cognitivas. Embora pesquisas anteriores tenham indicado que a hipóxia aguda pode ter um impacto negativo sobre a cognição, nossos resultados não confirmam essa ideia. Isso sugere que outros fatores podem estar influenciando o desempenho cognitivo, e a variação nas respostas individuais, assim como a complexidade das tarefas cognitivas realizadas durante o experimento, podem ter contribuído para essa falta de clareza.

Esses achados enfatizam a importância de continuar investigando as interações entre a hipóxia, o exercício físico e as funções cognitivas. É crucial compreender como diferentes condições, como a intensidade do exercício e a complexidade das atividades, podem afetar os resultados. Além disso, ao promover a atividade física, é fundamental considerar não apenas os benefícios para o corpo, mas também suas possíveis implicações na cognição. Isso reforça a necessidade de uma abordagem integrada em programas de treinamento e intervenções em saúde.

Compreender essas relações pode auxiliar os profissionais de educação física e saúde a desenvolver estratégias mais práticas, que não apenas melhorem o desempenho físico, mas também promovam o bem-estar geral dos praticantes. Ao aprofundar nosso conhecimento sobre como o exercício e a cognição se interconectam, podemos criar ambientes de treino que beneficiem tanto o corpo quanto a mente.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Hanna KM et al. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** , [SL], v. 2, pág. 108-114, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO).
- BARBANTI, VJ **Dicionário de Educação Física e Esporte** . Barueri: Editora Manole, 2003.
- BRUZI, AT; FIALHO, JVAP; FONSECA, FS; UGRINOWITSCH, H. Comparação do tempo de ocorrência entre atletas de basquetebol, atletas artísticos e não atletas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte** , v. 3, pág. 469-480, 2013.
- FAISS, R.; PIALOUX, V.; SARTORI, C.; FAES, C.; DÉRIAS, O.; MILLET, GP Ventilação, estresse oxidativo e óxido nítrico em hipóxia hipobárica versus normobárica. **Medicina e Ciência em Esportes e Exercícios** , v. 45, n. 2, p. 253–260, 2013.
- HELENE, André Frazão; XAVIER, Gilberto Fernando. A construção da atenção a partir da memória. **Revista Brasileira de Psiquiatria** , v. 25, p. 12-20, 2003.
- KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano** . Lippincott Williams e Wilkins, 2001.
- MACEDO, JL; OLIVEIRA, ASS; AMORIM, SM; REIS, ER; BRANCO, CCFC; ASSUNÇÃO, MJSM Efeitos do exercício físico aeróbico na função cognitiva: revisão. **RBPFE - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício** , v. 91, pág. 514-524, 10 fora. 2021.
- MAGALHÃES NETO, Aníbal Monteiro de et al. A comparação de esforço físico de idosos atletas e idosos não atletas no protocolo de Bruce original. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício** , v. 2, pág. 71-76, 10 jun. 2009.
- MEREGE FILHO, Carlos Alberto Abujabra et al. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** , [SL], v. 3, pág. 237-241, jun. 2014.
- QUEIROZ NETO, Pedro Pinheiro de; AMORIM FILHO, Luciano Cícero; CARVALHO, Jefferson Pires de. Utilização do Protocolo Bruce em Atletas de base praticantes do Basquete: Relato de Experiência. In: **VII Encontro de Iniciação à Pesquisa** , São Paulo, 2019. Centro Universitário Fametro - Unifametro.
- ROMEAS, T. et al. Tarefa de treinamento de rastreamento de múltiplos objetos 3D melhora a precisão da tomada de decisão de passe no futebol.
- SILVA, Lilian Negrão de Oliveira et al. Cognição e Esporte **Revista da Biologia** , Rio de Janeiro, v. 1, pág. 43-49, 14 jan. 2014.