



A HIPÓXIA NORMOBÁRICA É CAPAZ DE ALTERAR A FORÇA DURANTE EXERCÍCIO DE PREENSÃO MANUAL?

Palavras-Chave: Preensão Manual – Hipóxia

Autores(as):

Gabriela Olivo Pereira 1, Lara Soares de Araujo 1, Kimberlly Belluco Camargo 1, Carolina Cirino 1, Marcelo Papoti 2, Claudio Alexandre Gobatto 1, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto 1.

1. Faculdade de Ciências Aplicadas, UNICAMP, Limeira, São Paulo, Brasil;
2. Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, Brasil.

1. INTRODUÇÃO:

Novos modelos de aplicação de hipóxia para simular condições de altitude associada ao treinamento físico vem sendo implementados, com o objetivo de induzir uma melhora no desempenho atlético ao nível do mar (Millet et al., 2010.). A hipóxia refere-se a uma condição em que ocorre uma restrição de oxigênio (O_2) (Lee et al., 2019). A baixa disponibilidade de oxigênio faz com que os tecidos, incluindo a musculatura esquelética, induzam uma resposta fisiológica adaptativa, resultando em diversas mudanças celulares e metabólicas (Endo et al., 2024). Atualmente, existem várias formas de exposição à altitude, como tendas hipóxicas e dispositivos hipoxicadores (Wilber et al., 2007).

A preensão manual, uma tarefa motora frequentemente usada em atividades da vida diária, é também empregada para avaliar a força manual, sendo essa uma forma prática e eficiente de monitorar alterações na força muscular (Trosclair et al., 2011). Estudos recentes têm mostrado que a hipoxia normobárica pode afetar o desempenho em atividades físicas e exercícios diversos, influenciando parâmetros como resistência, capacidade aeróbia e força muscular (Deldicque, 2022; Czuba et al., 2011). Entretanto, ao melhor de nosso conhecimento, o impacto do ambiente hipóxico sobre a força de preensão manual ainda carece de investigações. Dessa forma, o presente estudo objetivou investigar os efeitos da hipóxia normobárica sobre a força do músculo flexor radial ulnar em exercício de preensão manual unilateral.

MATERIAIS E MÉTODOS:

2.1 Participantes:

Participaram como voluntários do estudo 10 homens ativos e saudáveis, praticantes de atividade física por ao menos um ano. Como critérios de inclusão, foram considerados indivíduos saudáveis, sendo excluídos da amostra os participantes que não atenderam aos critérios de inclusão, usavam medicamentos contínuos, suplementos ou esteróides anabólicos, relataram dores articulares ou doenças metabólicas/cardiovasculares/respiratórias ou eram tabagistas. Os participantes foram informados sobre os cuidados com as condições de sono, alimentação e treinamento físico antes das avaliações. O estudo foi iniciado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, sob protocolo 77219524.2.0000.5404. A participação foi condicionada à leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que detalhava os procedimentos metodológicos e a possibilidade de desistência do estudo a qualquer momento.

2.2. Desenho Experimental:

O desenho do estudo foi composto por quatro sessões, separadas por intervalo de 24 a 48 horas. Na primeira, os participantes foram informados sobre o projeto de pesquisa, sendo convidados a assinar o TCLE e responder a uma anamnese e ao questionário de IPAQ. Nesta mesma sessão, foram então submetidos à avaliação antropométrica e foram familiarizados com os protocolos e equipamentos seriam utilizados nas sessões seguintes e realizaram o teste de força isométrica máxima de preensão manual. Nas 2ª e 3ª sessões, realizadas aleatoriamente, foram obtidas as medidas de força dos participantes no exercício de preensão manual em condições de normóxia (exposição aos níveis de oxigênio do ambiente) e hipóxia (exposição à níveis reduzidos de oxigênio). Os avaliados executaram 2 séries de 10 repetições do exercício de preensão manual (lado dominante), na cadência de 30 bpm, respeitando o estímulo sonoro emitido por um metrônomo. Houve o intervalo de 1 minuto entre as séries.

2.3. Condições Ambientais:

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte (LAFAE) - Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP na cidade de Limeira – SP, localizada a uma altitude de 588m. Nessa altitude, as condições normóxicas apresentam uma fração inspirada de oxigênio (FIO₂) de ~19,5%. As avaliações em condições hipóxicas foram realizadas dentro de uma tenda normobárica (Colorado Altitude Training's Controlled Tent Systems™) a uma FIO₂ equivalente a 14,5%, o que equivale à uma simulação de altitude a ~3000m. A hipóxia foi gerada pelo equipamento Hypoxic Everest Summit II Generator ®. As avaliações foram efetuadas no mesmo período do dia para minimizar os efeitos das intervenções ambientais e do ciclo circadiano dos participantes.

2.4. Medidas antropométricas e estimativa da composição corporal:

A estatura (cm) e a massa corporal (kg) foram medidas com fita métrica e balança digital (DIGI-HEALTH MULTILASER - modelo HC021, com capacidade máxima de 180kg e precisão de 100g). As espessuras das dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tríceps, subescapular, abdômen, supra-ílica e coxa) foram medidas com um adipômetro CESCORF®, com precisão de 1mm. O percentual de gordura corporal (%) foi estimado seguindo o protocolo de Σ 7DC de Jackson e Pollock (1978). Cada medida foi feita três vezes e a média dos valores foi usada para análise. Todas as mensurações antropométricas foram realizadas pelo mesmo avaliador para minimizar erros.

2.5 Teste de força isométrica e exercício de preensão manual:

A força isométrica máxima de preensão manual foi determinada usando um dinamômetro hidráulico JAMAR HAND DYNAMOMETER, com precisão de 100g, seguindo as recomendações da American Society of Hand Therapists (ASHT) (FESS, 1992; DIAS et al., 2010). Os participantes, sentados com a coluna ereta e joelhos a 90°, informaram seu lado dominante. A posição do corpo incluiu ombro em adução, cotovelos a 90°, e antebraço e punho neutros, permitindo extensão do punho até 30°. O braço foi mantido suspenso com a mão no dinamômetro, ajustado antes de cada teste. Foram realizadas 3 tentativas com intervalo de 30 segundos, considerando os valores máximos das 3 tentativas. Antes das séries de exercício na segunda e terceira sessão, os participantes permaneceram em repouso 3 minutos na tenda para dessaturação. Durante o exercício, os participantes permaneceram sentados em um banco inclinado com o braço ao lado do corpo e cotovelo a 90°, com punho neutro. Foram realizadas 2 séries de 10 repetições ao ritmo de 30 bpm, com 1 minuto de pausa, e calculados os valores máximo, médio, e mínimo de força, além da taxa de decaimento de força (equação 1).

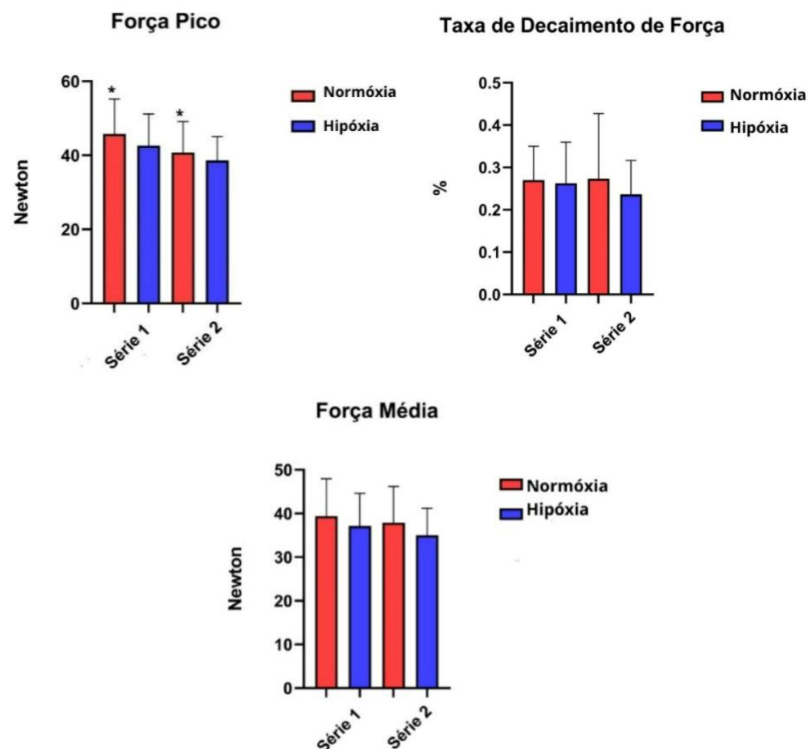
Equação 1:

$$\text{Taxa de Decaimento (\%)} = \frac{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}}{\text{Valor Máximo}} \times 100$$

Foi realizada a estatística descritiva de média, desvio padrão e erro padrão. Para repetidas, considerando as ambientais (normóxia e hipóxia) e séries do exercício de preensão manual (primeira e segunda). O nível de significância a ser aplicado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS:

Não houve diferença estatística entre o ambiente hipóxico e normóxico sob as variáveis de força (Força Pico, Força Média e Decaimento de Força).



Painel A, B e C, Figura 1: Comparação entre ambiente normóxico (N) e hipóxico (HI) para as variáveis de força média (FM) apresentada no painel A, Força Pico no Painel B e o decaimento de força no painel C para as séries de execução do exercício de pressão manual (1º e 2º). A diferença estatística 1º e 2º série em normóxia (0,0322) na força pico é representada por *, sendo: $P < 0,05$.

DISCUSSÃO:

O presente estudo investigou a influência da hipoxia normobárica sobre a força durante o exercício de prensão manual, analisando parâmetros de FP (N), FM (N) e TDF (%) em indivíduos ativos e saudáveis. Os resultados obtidos indicaram que a alteração na condição ambiental (hipóxia normobárica) não promoveu diferença significativa sobre os parâmetros analisados, ao menos na condição de simulação de altitude aplicada. Os achados deste estudo contribuem para a compreensão dos efeitos da hipoxia normobárica sobre a força muscular isométrica. É importante notar que outras pesquisas relataram efeitos negativos da hipóxia sobre a força muscular (Abdel-aziem; Almaz, 2019, Korube, et al., 2015). A ausência de diferença significativa no presente estudo pode ser, em partes, interpretada de algumas maneiras. À exemplo, é possível que a duração do estímulo hipóxico ao qual os participantes tenham sido submetidos tenha sido suficiente para reduzir a saturação parcial de O_2 , mas não para provocar alterações nos níveis de força. Estudos anteriores sugerem que a exposição crônica à hipóxia somada ao exercício físico pode ser necessária para observar mudanças significativas nas respostas musculares (Lundby et al., 2012; Millet et al., 2010). No entanto, mais pesquisas são

necessárias para elucidar os ajustes subjacentes à resposta da força muscular à hipóxia, bem como para determinar os protocolos de hipóxia mais eficazes para induzir adaptações fisiológicas e melhorar o desempenho físico e esportivo.

CONCLUSÃO:

Em conclusão, a hipóxia normobárica, simulando ~3000m de altitude, não ocasionou redução significativa dos níveis de força pico, força média e taxa de decaimento de força durante o exercício de preensão manual, ao menos quando adotado o protocolo aqui empregado para jovens do sexo masculino, ativos e saudáveis. Obviamente, a compreensão mais refinada sobre os efeitos da hipoxia normobárica sobre a performance muscular requer uma abordagem multifacetada, considerando diferentes populações, tipos de exercício e condições de exposição.

REFERÊNCIAS:

- Abdel-Aziem, Amr Almaz. "Effect of altitude on concentric torque of dorsiflexor and plantar flexor muscles and hand grip strength." *International Medical Journal* 26.2 (2019).
- Barstow, T. J. "Understanding Near Infrared Spectroscopy and Its Application to Skeletal Muscle Research." *Journal of Applied Physiology* (1985), vol. 126, no. 5, 2019, pp. 1360-1376.
- Boushel, R., et al. "Muscle Metabolism from Near Infrared Spectroscopy during Rhythmic Handgrip in Humans." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, vol. 79, 1998, pp. 41-48.
- Czuba, Milosz et al. "The effects of intermittent hypoxic training on aerobic capacity and endurance performance in cyclists." *Journal of sports science & medicine* vol. 10,1 175-83. 1 Mar. 2011.
- Deldicque, Louise. "Does normobaric hypoxic resistance training confer benefits over normoxic training in athletes? A narrative review." *Journal of Science in Sport and Exercise* 4.4 (2022): 306-314.
- DIAS, J. A. et al. Hand grip strength: Evaluation methods and factors influencing this measure. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 12, n. 3, p. 209-216, 2010.
- Endo, Y., et al. "The Role of Hypoxia and Hypoxia Signaling in Skeletal Muscle Physiology." *Advanced Biology (Weinh)*, vol. 8, no. 1, 2024, pp. e2200300.
- Fernández-Lázaro, Diego, et al. "Strength and resistance training in hypoxia: effect on muscle hypertrophy." *Biomedical* 39.1 (2019): 212-220.
- Ferrari, M., Muthalib, M., and Quaresima, V. "The Use of Near-infrared Spectroscopy in Understanding Skeletal Muscle Physiology: Recent Developments." *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 369, no. 1955, 2011, pp. 4577-4590.
- FESS E. E. Grip strength. In: *Clinical Assessment Recommendations*. American Society of Hand Therapists, 2 ed. Chicago: 1992.
- Hamaoka, T., et al. "Near-infrared Spectroscopy/Imaging for Monitoring Muscle Oxygenation and Oxidative Metabolism in Healthy and Diseased Humans." *Journal of Biomedical Optics*, vol. 12, 2007, pp. 621-5.
- Hansen, J., et al. "Metabolic Modulation of Sympathetic Vasoconstriction in Human Skeletal Muscle: Role of Tissue Hypoxia." *The Journal of Physiology*, vol. 527, no. 2, 2000, pp. 387-396.
- Kurobe, Kazumichi, et al. "Effects of resistance training under hypoxic conditions on muscle hypertrophy and strength." *Clinical Physiology and Functional Imaging* 35.3 (2015): 197-202.
- Lee, J. W., et al. "Hypoxia Signaling in Human Diseases and Therapeutic Targets." *Experimental & Molecular Medicine*, vol. 51, no. 6, 2019, pp. 1-13.
- Lundby, Carsten, Jose A.L. Calbet, and Paul Robach. "The response of human skeletal muscle tissue to hypoxia." *Cellular and Molecular Life Sciences*. 66 (2009): 3615-3623.
- Millet, G. P., et al. "Combining Hypoxic Methods for Maximum Performance." *Sports Medicine*, vol. 40, no. 1, 2010, pp. 1-25.
- Nell, H. J., et al. "The Effects of Hypoxia on Muscle Deoxygenation and Recruitment in the Flexor Digitorum Superficialis during Submaximal Intermittent Handgrip Exercise." *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, vol. 12, no. 1, 2020, pp. 1-10.
- Trosclair, D., et al. "Hand grip strength as a predictor of muscular strength and endurance." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (2011): S99.
- Wilber, R. L., Stray-Gundersen, J., and Levine, B. D. "Effect of Hypoxic 'Dose' on Physiological Responses and Performance at Sea Level." *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 39, no. 9, 2007, pp. 1590-1599.