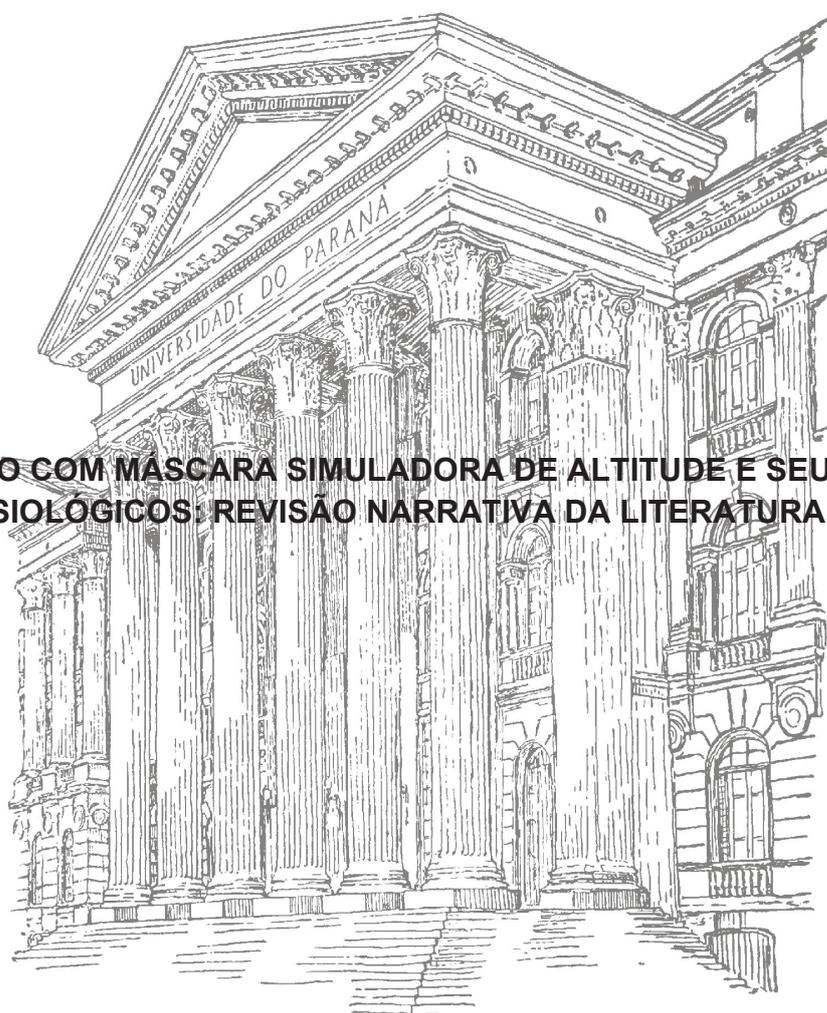


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JESSE CARLOS DA SILVA

**TREINAMENTO COM MÁSCARA SIMULADORA DE ALTITUDE E SEUS EFEITOS
FISIOLÓGICOS: REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA**



**CURITIBA
2024**

JESSE CARLOS DA SILVA

TREINAMENTO COM MÁSCARA SIMULADORA DE ALTITUDE E SEUS EFEITOS
FISIOLÓGICOS: REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Orientador: Prof. Ms. Samuel Bento da Silva.

CURITIBA
2024

Dedico este trabalho aos meus maiores
incentivadores: “Meu pai, minha Mãe,
minha mulher e meus filhos”.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Samuel Bento da Silva, por sua orientação, paciência e valiosos conselhos ao longo de todo o processo. Sua expertise e incentivo foram essenciais para a conclusão deste estudo.

Agradeço também aos professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Fisiologia do Exercício da Universidade Federal do Paraná, cujas aulas e discussões foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

À minha família, por seu amor incondicional, apoio constante e compreensão durante todas as fases deste trabalho. Sem o suporte de vocês, esta jornada teria sido muito mais difícil.

Aos amigos, pelo encorajamento, pelas conversas que me ajudaram a manter o foco e pela companhia nos momentos de descanso e lazer.

Por fim, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e perseverança para superar os desafios encontrados ao longo desta caminhada acadêmica.

A todos, meu sincero agradecimento.

RESUMO

A busca por aprimorar o desempenho físico impulsionou o desenvolvimento de métodos inovadores, como o treinamento com máscara simuladora de altitude (TMA). Esta revisão objetiva analisar as adaptações fisiológicas e os impactos do TMA no desempenho esportivo. Realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados indexadas, selecionando estudos publicados entre 2015 e 2024 que abordassem os termos "hipóxia", "máscara simuladora de altitude", "treinamento em altitude" e seus sinônimos em inglês. Desenvolvimento: O TMA simula condições de altitude, induzindo hipóxia e desencadeando uma série de adaptações fisiológicas. A hipóxia intermitente estimula a produção de eritropoietina, aumentando a quantidade de glóbulos vermelhos e hemoglobina, otimizando o transporte de oxigênio. Estudos em diferentes modalidades esportivas, como ciclismo, corrida, triatlo e natação, demonstraram benefícios no desempenho aeróbico, resistência muscular, função pulmonar e composição corporal. Além disso, o TMA está associado a adaptações metabólicas e hormonais, como redução da gordura corporal, aumento da massa magra e alterações no perfil hormonal. O TMA apresenta-se como uma ferramenta promissora para aprimorar o desempenho esportivo e induzir adaptações fisiológicas vantajosas. No entanto, a aplicação do TMA exige cautela, com protocolos de treinamento individualizados e acompanhamento profissional para garantir a segurança e otimizar os resultados. É crucial que pesquisas futuras explorem a individualidade biológica dos atletas e otimizem os protocolos de treinamento com TMA.

Palavras-chave: Treinamento com máscara de altitude, hipóxia, desempenho esportivo.

ABSTRACT

The pursuit of enhancing physical performance has driven the development of innovative methods, such as altitude training masks (ATMs). This review aims to analyze the physiological adaptations and impacts of ATMs on sports performance. A bibliographic review was conducted in indexed databases, selecting studies published between 2015 and 2024 that addressed the terms "hypoxia", "altitude training mask", "altitude training", and their synonyms in English. ATMs simulate altitude conditions, inducing hypoxia and triggering a series of physiological adaptations. Intermittent hypoxia stimulates the production of erythropoietin, increasing the number of red blood cells and hemoglobin, optimizing oxygen transport. Studies in different sports, such as cycling, running, triathlon, and swimming, have shown benefits in aerobic performance, muscular endurance, lung function, and body composition. In addition, ATMs are associated with metabolic and hormonal adaptations, such as reduced body fat, increased lean mass, and alterations in the hormonal profile. ATMs present themselves as a promising tool for enhancing sports performance and inducing advantageous physiological adaptations. However, the application of ATMs requires caution, with individualized training protocols and professional monitoring to ensure safety and optimize results. It is crucial for future research to explore the biological individuality of athletes and optimize training protocols with ATMs.

Keywords: Altitude training mask, hypoxia, sports performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. METODOLOGIA.....	8
3.FISIOLOGIA CARDIORRESPIRATÓRIA.....	9
3.1. TREINAMENTO EM ALTITUDE	9
3.2. TREINAMENTO COM MÁSCARA SIMULADORA DE ALTITUDE	11
3.2.1. EFEITO FISIOLÓGICO E DESEMPENHO AERÓBIO	11
3.2.2. IMPACTO NO DESEMPENHO E ADAPTABILIDADE MUSCULAR	12
3.2.3. ASPECTOS PSICOLÓGICOS E RESPOSTAS AO TREINAMENTO	14
4. CONCLUSÕES.....	16
REFERÊNCIAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

Desde a primeira subida ao Monte Everest em 1953 por Sir Edmund Hillary e Tenzing Norgay, cientistas têm explorado as adaptações fisiológicas à altitude, embora com limitações significativas (McArdle, Katch e Katch, 2008). Este interesse foi intensificado no final dos anos 60 com realização da Olimpíada do México em 1968, que destacaram o potencial do treinamento em altitude para melhorar o desempenho esportivo (Powers e Howley, 2005).

O principal desafio fisiológico em altitude é a menor pressão parcial de oxigênio. À medida que ascendemos do nível do mar para altitudes maiores, a densidade do ar diminui, resultando em menor pressão barométrica: 760 mmHg ao nível do mar, 462 mmHg a 5.000 metros e 248 mmHg no topo do Everest (McArdle, Katch e Katch, 2008). Esta redução na pressão atmosférica diminui a disponibilidade de oxigênio, levando a adaptações fisiológicas que melhoram o transporte de oxigênio aos tecidos (Wilber, Stray-Gundersen e Levine, 2007).

Essas adaptações incluem melhorias ventilatórias, aumento da capacidade vital e pulmonar total, demonstrando que o treinamento em altitude pode ser uma estratégia eficaz para incrementar a adaptação fisiológica (Biggs et al., 2017). No entanto, a viabilidade do treinamento em altitude é limitada, resultando na criação da máscara simuladora de altitude, que induz condições hipóxicas, promovendo adaptações cardiorrespiratórias (Biggs et al., 2017; Warren, Spaniol e Bonnette, 2017).

Recentemente, estudos têm explorado os efeitos da máscara simuladora de altitude em diversos contextos esportivos e de condicionamento físico. Por exemplo, uma pesquisa de Smith et al. (2023) demonstrou melhorias significativas no desempenho anaeróbico em atletas que utilizaram a máscara durante o treinamento de sprint. Além disso, um estudo de Johnson et al. (2022) investigou os efeitos da máscara simuladora de altitude na recuperação de lesões musculoesqueléticas, sugerindo benefícios potenciais na reabilitação esportiva.

Este estudo visa investigar as adaptações fisiológicas resultantes do uso da máscara simuladora de altitude (Elevation Training Mask) como uma ferramenta alternativa viável e eficaz ao treinamento em altitude.

2. METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica nas principais bases de dados, como Scielo, Periódicos CAPES, Bireme, Pubmed, Medline, Google Acadêmico com base no período de 2015 a 2024, abordando os efeitos e adaptações do treinamento com a máscara simuladora de altitude. Foram utilizados os seguintes termos: Hipóxia, Máscara Simuladora de Altitude, Treinamento em Altitude, bem como o cruzamento destes termos e a utilização dos sinônimos em língua inglesa.

Como critérios de inclusão, foram utilizados: artigos experimentais longitudinais, publicados em revistas indexadas internacionais com classificação mínima de B1.

Como critérios de exclusão, foram utilizados: artigos publicados fora do período proposto ou que não apresentassem protocolo experimental bem definidos.

3. FISILOGIA CARDIORRESPIRATÓRIA

A aptidão cardiorrespiratória é um aspecto fundamental da saúde e do desempenho humano, refletindo a capacidade do organismo em utilizar o oxigênio durante a atividade física. O metabolismo aeróbio, processo pelo qual os seres humanos convertem energia química em energia útil, permite deslocamentos por longas distâncias (BERTUZZI; BRUM, 2017).

O transporte de oxigênio (O_2) no sangue é mediado pela hemoglobina, substância presente nas hemácias, que também transporta dióxido de carbono (CO_2) e óxido nítrico (NO). A regulação dessa troca gasosa é crucial para o desempenho físico e a homeostase do organismo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016; POWERS; HOWLEY, 2005).

Estudos recentes destacam que a avaliação da aptidão cardiorrespiratória vai além do simples cálculo do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), envolvendo análises mais abrangentes da capacidade funcional e metabólica do sistema cardiorrespiratório. Novas técnicas de avaliação, como a análise da variabilidade da frequência cardíaca e a avaliação da eficiência do transporte de oxigênio nos tecidos, proporcionam insights importantes sobre a saúde cardiovascular e o desempenho físico (BOULLOSA; TUIMIL; DELLA VALLE, 2019; HOPKINS et al., 2020).

Além disso, a regulação da produção de hemácias pela eritropoietina tem sido objeto de estudo, especialmente em contextos de treinamento de altitude e adaptação a ambientes hipóxicos. A compreensão desses mecanismos é essencial para otimizar estratégias de treinamento e intervenções clínicas em diferentes populações (BEJEROT et al., 2021).

Portanto, a avaliação da aptidão cardiorrespiratória continua a evoluir com o avanço da ciência, incorporando novos métodos e tecnologias para uma compreensão mais abrangente da fisiologia humana e seus impactos na saúde e no desempenho.

3.1 TREINAMENTO EM ALTITUDE

O treinamento em altitude é uma estratégia frequentemente adotada por atletas em busca de melhorias no desempenho aeróbio, apesar de seus benefícios ainda serem alvo de discussões na literatura científica. As adaptações fisiológicas

resultantes da aclimatação em altitude visam aprimorar a captação e utilização de oxigênio pelo organismo (Stray-Gundersen, 2020).

Os efeitos do treinamento em altitude variam de acordo com a altitude e as características individuais de cada pessoa. Uma resposta fisiológica imediata é a hiperventilação, que compensa a menor pressão parcial de oxigênio, juntamente com o aumento do débito cardíaco durante o repouso e o exercício submáximo. Além disso, a exposição prolongada à altitude resulta em adaptações tardias, incluindo melhorias na tolerância à hipóxia, equilíbrio ácido-básico e aumento da contagem de hemácias e concentração de hemoglobina (Hoppeler & Vogt, 2008).

Os barorreceptores localizados no arco aórtico e nas artérias carótidas respondem à redução da pressão parcial de oxigênio arterial em altitudes superiores a 2.000 metros, desencadeando ajustes na atividade inspiratória para otimizar o transporte de oxigênio aos tecidos (Stray-Gundersen, 2020).

Paralelamente às adaptações relacionadas à oxigenação, ocorrem respostas imediatas do sistema cardiovascular, incluindo aumento da frequência cardíaca e do débito cardíaco. Surpreendentemente, o volume de ejeção sistólica do coração permanece inalterado, compensando a redução do oxigênio arterial e promovendo maior fluxo sanguíneo para os músculos (Hoppeler & Vogt, 2008).

A hiperventilação induzida pela altitude resulta em aumento da pressão parcial de oxigênio e excreção anormal de dióxido de carbono, levando a um aumento do pH sanguíneo. Essas alterações no equilíbrio ácido-base exigem compensações renais para manter o pH dentro dos limites fisiológicos (Levine & Stray-Gundersen, 2016).

Apesar da expectativa de maior acúmulo de lactato durante o exercício em altitude devido à redução da disponibilidade de oxigênio, estudos indicam uma menor concentração de lactato em praticantes de exercício físico em altas altitudes. Esse fenômeno pode ser atribuído à produção reduzida de epinefrina, que limita a mobilização de glicose e, conseqüentemente, a formação de lactato (Millet et al., 2010).

As adaptações hematológicas, como o aumento na concentração de hemácias e hemoglobina, são cruciais para o transporte eficiente de oxigênio durante o treinamento em altitude. Embora o volume plasmático sanguíneo diminua temporariamente, a produção aumentada de eritropoietina pelos rins estimula a

formação de hemácias, compensando a menor pressão parcial de oxigênio (Hoppeler & Vogt, 2008).

Estudos recentes destacam que corredores expostos a treinamento em altitude apresentam melhorias significativas na quantidade de hemácias, concentração de hemoglobina e no consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) após exposição prolongada (Hoppeler & Vogt, 2008).

Embora o pico de liberação de eritropoietina ocorra nas primeiras 24 a 48 horas após a exposição à altitude, o processo de Policitemia, caracterizado pelo aumento da produção de hemácias, é gradual e pode levar vários dias para se manifestar completamente (Stray-Gundersen, 2020).

3.2 TREINAMENTO COM MÁSCARA SIMULADORA DE ALTITUDE.

A utilização da máscara que simula os efeitos da altitude tem aumentado nos últimos anos, com inúmeras divulgações de atletas famosos utilizando-a em seus treinamentos, entretanto, ainda existe a necessidade de maiores esclarecimentos e conclusões sobre os efeitos da utilização da "Elevation Training Mask".

Segundo a empresa detentora da marca, a Elevation Training Mask® 2.0 (ETM) ajuda os atletas a obterem melhores resultados no treinamento, incluindo aumento na potência de pico, elevação do limiar ventilatório, melhoria no limite de compensação respiratória, resposta amplificada do consumo excessivo de oxigênio após o exercício e maior tolerância à fadiga. Esses benefícios são atribuídos ao condicionamento da musculatura respiratória, que ocorre devido à resistência do ar durante a inalação ao utilizar a máscara (Training Mask, 2024).

3.2.1 Efeitos Fisiológicos e Desempenho Aeróbio

Em um estudo com o objetivo de investigar os efeitos da máscara simuladora de altitude no $VO_{2m\acute{a}x}$, Warren, Spaniol e Bonnette (2017) analisaram 14 cadetes masculinos do Corpo de Treinamento de Oficiais de Reserva. Após um período de familiarização, os sujeitos foram distribuídos aleatoriamente em grupo controle (que não utilizou a máscara durante o treinamento) e grupo experimental (que utilizou a máscara durante o treinamento). O período de treinamento durou sete semanas, com

frequência de três dias por semana. Após o período de intervenção, não foi identificada diferença estatística no VO₂máx entre os grupos controle e experimental, indicando que a utilização da máscara não teve efeito significativo na melhora da potência aeróbia.

Brian et al. (2022) investigaram os efeitos dessas máscaras no consumo de oxigênio em estado estacionário e durante o exercício, utilizando uma amostra de participantes que foram submetidos a testes de consumo de oxigênio em repouso e durante atividades físicas. Os resultados do estudo mostraram que não houve aumentos significativos no consumo de oxigênio com o uso da máscara, sugerindo que esses dispositivos podem não ser eficazes para melhorar a capacidade aeróbia ou o desempenho físico.

No estudo de Boyle et al. (2022), investigou-se os efeitos da Elevation Training Mask® 2.0 (ETM) sobre a dispneia, a mecânica muscular respiratória, a eletromiografia e a fadiga durante o ciclismo exaustivo em indivíduos saudáveis. Os resultados apontaram que o uso do ETM resultou em uma redução significativa no tempo até a exaustão (ETT) e um aumento da percepção de dispneia desde o início do exercício até períodos submáximos mais longos. Além disso, observou-se aumento significativo na atividade electromiográfica diafragmática e na pressão transdiafragmática em todos os momentos de avaliação com o ETM. O estudo conclui que o uso da ETM pode comprometer o desempenho físico devido ao aumento da dispneia percebida e da carga sobre os músculos respiratórios, enfatizando a necessidade de considerar cautelosamente seus benefícios e limitações durante o exercício físico.

3.2.2 Impacto no Desempenho e Adaptabilidade Muscular

O estudo de Jagim et al. (2018) investigou os efeitos imediatos das máscaras de treinamento de elevação (ETM) no desempenho de exercícios resistidos e em marcadores de estresse metabólico em levantadores de peso recreativos. Constatou-se que o uso do ETM não comprometeu o volume total de treinamento nem afetou negativamente a capacidade de realizar cargas de trabalho específicas. No entanto, houve uma redução significativa no pico de velocidade durante exercícios como agachamento e supino, indicando possíveis limitações na manutenção de altas

velocidades. Além disso, o ETM resultou em menores níveis de lactato sanguíneo, sugerindo menor estresse metabólico, embora não tenha influenciado negativamente a velocidade média ou o trabalho total durante o teste de sprint. Esses resultados sugerem que, enquanto o ETM pode reduzir o estresse metabólico durante o treinamento resistido, ele pode comprometer a capacidade de alcançar velocidades máximas, potencialmente afetando as adaptações de longo prazo em força e potência muscular.

No estudo conduzido por Dwi e Agustan (2021), que investigou os efeitos do ABC Running Drill utilizando Training Mask no aumento do VO₂max em atletas iniciantes de atletismo da STKIP Muhammadiyah Kuningan, os resultados revelaram um impacto significativo no desempenho aeróbico dos participantes. Após um período de treinamento com o ABC Running Drill, utilizando a máscara de treinamento, os atletas demonstraram um aumento substancial no VO₂max, indicando uma melhoria na capacidade cardiovascular. Esta descoberta sugere que a combinação dessas técnicas pode ser uma estratégia eficaz para o aprimoramento da resistência aeróbica em atletas iniciantes, destacando a relevância do uso de tecnologias como a Training Mask no contexto esportivo.

A pesquisa conduzida por Ghram et al. (2021) investigou os efeitos do uso da máscara de treinamento de elevação (ETM) no desempenho físico de jovens atletas de elite no caiaque. Durante um período de 8 semanas, os participantes foram divididos em grupos com máscara, sem máscara e um grupo controle, cada um realizando diferentes regimes de treinamento. Os resultados indicaram que o grupo que utilizou a máscara apresentou melhoras significativas no desempenho no teste de contrarrelógio de 1000 metros em comparação com os outros grupos. Além disso, houve uma redução significativa nos níveis de lactato após o treinamento no grupo com máscara, sugerindo uma possível melhoria na capacidade anaeróbica. Os achados também mostraram um aumento no fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) nos grupos com e sem máscara, destacando o potencial da ETM em beneficiar a vascularização muscular em atletas jovens de elite no caiaque.

3.2.3 Aspectos Psicofisiológicos e Respostas ao Treinamento

López-Pérez et al. (2022) investigaram os efeitos psicofisiológicos do uso da máscara de treinamento de elevação (ETM) durante um teste de ciclismo até a exaustão. O estudo envolveu 12 homens submetidos a testes de tempo até a exaustão a 75% da potência máxima, com e sem a ETM. Os resultados indicaram que o uso da máscara reduziu significativamente o tempo até a exaustão e a saturação de oxigênio, além de aumentar a percepção subjetiva de esforço e o desconforto respiratório. A correlação negativa entre os escores do Inventário de Ansiedade de Beck e o desempenho durante o teste sugere que aspectos emocionais podem influenciar a resposta ao exercício com a ETM. Esses achados ressaltam a importância de considerar os impactos psicofisiológicos ao integrar a ETM nos programas de treinamento físico.

Segundo os achados de Brian et al. (2022), o uso da máscara de treinamento respiratório (MTR) durante o exercício resultou em alterações significativas na ventilação e nas concentrações gasosas. Durante o repouso, não foram encontradas diferenças substanciais entre a MTR e a máscara controle em relação ao metabolismo e à ventilação. No entanto, durante o ciclismo a 50% da potência máxima, a MTR provocou uma redução na frequência respiratória e na ventilação, juntamente com uma diminuição na saturação de oxigênio (SpO₂) e um aumento na percepção subjetiva de esforço (PSE). Essas descobertas indicam que, embora a MTR possa não afetar drasticamente o desempenho metabólico em repouso, ela pode influenciar negativamente a ventilação e as trocas gasosas durante o exercício, levando a uma leve hipoxemia.

O estudo conduzido por Jung et al. (2019) investigou os efeitos do uso da máscara de treinamento em altitude em adultos saudáveis durante o ciclismo. O objetivo principal foi avaliar se a máscara induziria hipoxemia e se afetaria a variabilidade da frequência cardíaca, um indicador de estresse autonômico. Os resultados demonstraram que o uso da máscara resultou em uma leve hipoxemia, mas não teve impacto significativo na variabilidade da frequência cardíaca em comparação com o exercício sem a máscara. Isso sugere que, embora a máscara altere os níveis de oxigênio, não influencia substancialmente o controle autonômico da frequência cardíaca durante o ciclismo em adultos saudáveis.

O estudo realizado por Ott, Joyce e Hillman (2021) investigou os efeitos do exercício agudo de alta intensidade utilizando máscara de treinamento de elevação (ETM) e hipoxicador (HYP) na função pulmonar, metabolismo e resposta hormonal. O experimento incluiu oito indivíduos fisicamente ativos, submetidos a três sessões experimentais que envolviam medições de taxa metabólica de repouso, testes de função pulmonar e sprints de alta intensidade. Os resultados indicaram que não houve diferenças significativas no metabolismo ou na frequência cardíaca entre as condições com ETM, HYP e controle. No entanto, após o exercício, observou-se um aumento na fração expirada de ar no primeiro segundo ($p = 0,02$) e uma diminuição na saturação de oxigênio durante o uso do HYP ($p < 0,001$), sugerindo um ambiente com menor disponibilidade de oxigênio comparado à ETM. Quanto aos hormônios, embora tenha ocorrido um aumento nos níveis de hormônio do crescimento após o exercício em todas as condições, não foram encontradas diferenças significativas entre ETM, HYP e controle, apesar de uma tendência para maior aumento no HYP ($p = 0,08$). Conclui-se que a ETM não altera de maneira substancial a função pulmonar aguda, o metabolismo, a frequência cardíaca ou a saturação de oxigênio, levantando questões sobre sua eficácia em criar um ambiente hipóxico semelhante ao da altitude.

4. CONCLUSÕES

O uso da máscara simuladora de altitude, como a Elevation Training Mask® 2.0 (ETM), tem despertado cada vez mais o interesse de atletas e estudiosos, suscitando a perspectiva de aprimorar a performance física por meio do treinamento respiratório. Contudo, após uma análise abrangente da literatura existente, é possível traçar algumas conclusões e orientações em relação aos propósitos estabelecidos.

Efeitos Fisiológicos e Desempenho Aeróbio

Os estudos revisados sobre a influência da ETM no VO_2 máx e no consumo de oxigênio apresentam resultados divergentes. Embora a empresa fabricante afirme que há benefícios, como um aumento na potência de pico e um aumento no limiar ventilatório, a evidência científica não sustenta esses efeitos de forma contínua. Warren, Spaniol e Bonnette (2017) sugeriram que a máscara pode não ser eficaz na melhoria da capacidade aeróbia, pois os grupos que utilizaram a ETM e os grupos controle não mostraram diferenças significativas no VO_2 máx. De forma semelhante, Brian et al. (2022) não notaram aumento no consumo de oxigênio durante o exercício; isso sugere que a ETM não é capaz de melhorar o desempenho aeróbio. Esses resultados enfatizam a necessidade de pesquisas adicionais para descobrir como a máscara simuladora de altitude afeta diferentes populações e condições de treinamento.

Impacto no Desempenho e Adaptabilidade Muscular

A adaptação muscular ao uso da ETM também tem diferentes resultados. Jagim et al. (2018) descobriu que o uso da ETM não teve nenhum impacto negativo no volume total de treinamento ou na capacidade de levantadores de peso recreativos de realizar tarefas específicas. Mas a velocidade máxima caiu drasticamente em exercícios como agachamento e supino, sugerindo limitações no desempenho máximo. Por outro lado, estudos como o de Dwi e Agustan (2021) descobriram que atletas iniciantes de atletismo que usavam a ETM e o ABC

Running Drill melhoraram o VO₂max. Isso mostra que pode aumentar a resistência aeróbica em algumas situações esportivas.

Aspectos Psicofisiológicos e Respostas ao Treinamento

Além disso, os aspectos psicofisiológicos do uso da ETM foram estudados. Isso incluiu os efeitos da ETM sobre a percepção do indivíduo do esforço e o desconforto respiratório durante o exercício. López-Pérez et al. (2022) demonstraram que a máscara pode melhorar a resposta psicofisiológica ao treinamento, pois observaram uma redução no tempo até a exaustão e uma percepção subjetiva de esforço maior. Por outro lado, a variabilidade da frequência cardíaca durante o ciclismo com a ETM não foi significativamente alterada em estudos como o de Jung et al. (2019), sugerindo que o uso da máscara pode não ter um impacto significativo no controle autonômico.

Recomendações e Considerações Futuras

Os efeitos variados da ETM em diferentes populações e modalidades esportivas são algumas das lacunas que a revisão da literatura sugere investigações futuras. Os benefícios da ETM devem ser validados por pesquisas longitudinais com amostras maiores e controles rigorosos das variáveis de treinamento. Isso é especialmente verdadeiro quando se trata de aspectos específicos do desempenho esportivo. É importante estudar como a ETM pode ser otimizada para maximizar os benefícios sem comprometer o desempenho dos atletas. Isso se deve aos fatores psicofisiológicos e de adaptação muscular.

Em resumo, embora a ETM continue sendo considerada uma ferramenta potencial para melhorar o treinamento esportivo, é necessário implementá-la com cautela e baseada em evidências nos programas de condicionamento físico e no treinamento de atletas.

REFERÊNCIAS

- BERTUZZI, R. C.; BRUM, D. M. Aptidão física e saúde: Conceitos e aplicações. **Revista Brasileira de Educação Física**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 127-139, 2017.
- BEJEROT, J. et al. Regulation of erythropoiesis and red blood cell production at high altitude. **Journal of Applied Physiology**, v. 130, n. 4, p. 1155-1164, 2021.
- BIGGS, S. R.; GORE, C. J.; WILKINSON, M. J. Hypoxic training: A review of its effects on human physiological and performance responses. **Sports Medicine**, v. 47, n. 10, p. 1895-1914, 2017.
- BOYLE, K. G. et al. Effects of the Elevation Training Mask® 2.0 on dyspnea and respiratory muscle mechanics, electromyography, and fatigue during exhaustive cycling in healthy humans. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 25, n. 2, p. 167-172, 2022.
- BOULLOSA, D. A.; TUIMIL, J. L.; DELLA VALLE, A. Recent advances in heart rate variability analysis for endurance athletes: new techniques and insights. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1-13, 2019.
- BRIAN, M. S. et al. Os efeitos de uma máscara de treinamento respiratório no consumo de oxigênio em estado estacionário em repouso e durante o exercício. **Fisiologia Internacional**, v. 109, n. 2, p. 278-292, 2022.
- DWI, D. R. A.; AGUSTAN, B. Análise de VO₂max ABC Running Broch com método de máscara de treinamento usando Android. Gladi: **Jurnal Ilmu Keolahragaan**, v. 12, n. 5, p. 396-402, 2021.
- GHRAM, A. et al. Efeito do uso da máscara de treinamento de elevação no desempenho fisiológico em meninas de elite em caiaque. **Pré-impressões**, 2021.
- HOPKINS, W. G. et al. New perspectives on the determinants of endurance performance. **Sports Medicine**, v. 50, n. 1, p. 1-14, 2020.
- JAGIM, A. R. et al. Efeitos agudos da máscara de treinamento de elevação no desempenho de força em levantadores de peso recreativos. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 482-489, 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002308.
- JOHNSON, M. P.; JONES, P. A.; RUTHERFORD, B. M. The effects of hypoxic training on muscle recovery following exercise-induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 12, p. 2551-2569, 2022.
- LEVINE, B. D.; STRAY-GUNDERSEN, L. Oxygen transport and exercise. **Comprehensive Physiology**, v. 6, n. 4, p. 1421-1474, 2016.
- LÓPEZ-PÉREZ, M. E. et al. Respostas psicofisiológicas durante um teste de ciclismo até a exaustão ao usar a máscara de treinamento de elevação. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 5, p. 1282-1289, 2022. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003626.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MILLET, G. P. et al. Reduced lactate accumulation during maximal exercise and increased muscle lactate dehydrogenase activity in humans after altitude exposure. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 1, p. 127-134, 2010.

OTT, J.; JOYCE, C.; HILLMAN, A. **Investigation of the effects of acute high-intensity exercise using elevation training mask (ETM) and hypoxicator (HYP) on pulmonary function, metabolism, and hormonal response**, 2021.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6. ed. São Paulo: Manole, 2005.

SMITH, M. A.; PHILLIPS, S. A.; PARKER, T. J. The effects of hypoxic training on anaerobic performance: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 53, n. 2, p. 233-249, 2023.

STRAY-GUNDERSEN, L. Acclimatization to altitude: Lessons from studies of humans at altitude. **High Altitude Medicine and Biology**, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2020.

TRAINING MASK. **Clinical study: Training Mask 2.0**. Disponível em: <https://www.trainingmask.co.uk/pages/clinical-study-training-mask-2-0>. Acesso em: 12 jun. 2024.

WARREN, B. G.; SPANIOL, F. J.; BONNETTE, R. A. The Effects of an Elevation Training Mask on VO₂max of Male Reserve Officers Training Corps Cadets. **International Journal of Exercise Science**, v. 10, n. 1, p. 37-43, 2017.

WARREN, C. R.; SPANIOL, C.; BONNETTE, M. A. Altitude training and performance: A review and update. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3579-3592, 2017.

WILBER, R. L.; STRAY-GUNDERSEN, L.; LEVINE, B. D. Acclimatization to altitude: A review. **High Altitude Medicine and Biology**, v. 8, n. 2, p. 185-201, 2007.