COMANDO DA AERONÁUTICA
UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

III WORKSHOP DE LEITURAS EXPLORATÓRIAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Editores:
Helder Guerra de Resende
Gilberto Pivetta Pires

2021

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Parceria institucional: Marinha do Brasil – Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes

ANAIS DO
III WORKSHOP DE LEITURAS EXPLORATÓRIAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

13 de outubro de 2021
Rio de Janeiro, RJ

Editores:
Helder Guerra de Resende
Gilberto Pivetta Pires

Realização:

Apoio:

Editora
UNIFA

ANAIS DO

III WORKSHOP DE LEITURAS EXPLORATÓRIAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

W926 Workshop de leituras exploratórias em Desempenho Humano Operacional (3. : 2021 : Rio de Janeiro, RJ).

Anais do III Workshop de leituras exploratórias em Desempenho Humano Operacional, 13 de outubro de 2021 / editores dos anais de evento, Helder Guerra de Resende e Gilberto Pivetta Pires. - Rio de Janeiro, RJ: Ed. UNIFA, 2022.

83 f.: il.

ISBN 978-65-89535-08-9

Disponível em: www2.fab.mil.br/unifa/ppgdho/index.php /workshop

1. Aspectos biopsicossociais. 2. Variáveis biodinâmicas. 3. Variáveis comportamentais. 4. Desempenho Humano Operacional. 5. Forças Armadas. I. Resende, Helder Guerra de. II. Pires, Gilberto Pivetta. III. Universidade da Força Aérea. IV. Título

CDU: 60:355.1

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

Reitor:

Brig Av Lélio Walter Pinheiro da Silva Júnior

Pró-Reitor Pós-Graduação e Pesquisa

Cel Av R1 Nelson Augusto Bacellar Gonçalves

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Coordenador Acadêmico:

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim

Comissão de Apoio Acadêmico:

Dr. Adriano Percival Calderaro Calvo

Dr. Gilberto Pivetta Pires

Dr. Helder Guerra de Resende

Dra. Leonice Aparecida Doimo

1º Ten QOCon PED Isabel de Araújo Rabello

III WORKSHOP DE LEITURAS EXPLORATÓRIAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Comissão Organizadora

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim

Dr. Helder Guerra de Resende

1º Ten QOCon PED Isabel de Araújo Rabello

Comissão Científica

Dr. Adriano Percival Calderaro Calvo - UNIFA/RJ

Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim - UNIFA/RJ

Dra. Andréa Jansen da Silva - 2º Ten QOCon MDM, CBNB/RJ

Dra. Daniele Mariano Seda - 1º Ten (T), CEFAN/RJ

Comissão Científica (Cont.)

Dr. Daniel de Souza Alves - 1º Ten (RM2-T), CEFAN/RJ

Dra. Daniele Bintencourt Ferreira - 1º Ten QOCon FIS, HCA/RJ

Dra. Daniele Gabriel Costa - 1º Ten QOCon EFI, CDA/RJ

Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos - AFA/SP

Dra. Fabrícia Geralda Ferreira - EPCAR/MG

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dra. Leonice Aparecida Doimo - UNIFA/RJ

Dr. Marcelo Baldanza Ribeiro - 1º Ten QOCon EFI, CDA/RJ

Dra. Paula Morisco de Sá Peleteiro - 1º Ten QOCon FIS, BASC/ES-SC/RJ

Dra. Priscila dos Santos Bunn - CT (S), CEFAN/RJ

Dr. Renato de Oliveira Massaferri - 1º Ten QOCon EFI, IMAE/RJ

Dr. Thiago Jambo Alves Lopes - CC (S), CEFAN/RJ

ANAIS DO III WORKSHOP DE LEITURAS EXPLORATÓRIAS EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

Editores:

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Equipe Técnica de Editoração e Diagramação

Dr. Helder Guerra de Resende - UNIFA/RJ

Dr. Gilberto Pivetta Pires - UNIFA/RJ

Cb Sgs Lessandro Augusto Queluci - UNIFA/RJ

SUMÁRIO

Página

Apresentação 8

Linha de Atuação: Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional 9

A fadiga cognitiva no contexto da aviação 10

Diogo Milioli Ferreira (1° GDA – FAB)
Paula Morisco de Sá (BASC – FAB)
Daniele Bittencourt Ferreira (HCA – FAB)

Linha de Atuação: Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional 17

Caracterização da performance física e demanda psicofisiológica de militares submetidos aos Cursos de Formação Operacional do Esquadrão Aeroterrestre de Salvamento 18

Adriano Joaquim dos Santos (EAS – FAB)
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)
Renato Massaferri (IMAE – FAB)

O ultrassom portátil na avaliação da composição corporal 26

André Justino de Carvalho (EsEFEx – EB)
Samir Ezequiel da Rosa (IPCFEx – EB)
Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA – FAB)

Efeitos de diferentes métodos de treinamento na adiposidade visceral 31

André Luiz Campos Martins dos Santos (CMRJ – EB)
Samir Ezequiel da Rosa (IPCFEx – EB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)

Validação de questionário de cinetose para aviadores da Força Aérea Brasileira ... 40

Camila Caldas Vaz de Lima (AFA – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

Página

Estudos longitudinais em cadetes de diferentes Forças Armadas: uma síntese a cerca dos testes físicos e antropométricos 45

Carla Cristina Evangelisti Moreira da Silva (AFA – FAB)
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA – FAB)

Leituras exploratórias sobre desempenho operacional de aeronavegantes submetidos a treinamentos sucessivos em hipóxia 55

Danielle Filippo de Lemos (HCA – FAB)
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)

Grau de desidratação e suas consequências para pilotos militares durante voos 61

Esther Oliveira Xavier de Brito (HCA – FAB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

Qualidade de sono e obesidade em militares 68

Guillermo Brito Portugal (FFE – MB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA – FAB)

Impacto psicoficiológicos gerados pelo voo: uma revisão da literatura 75

Marcelo Furtado de Almeida (AFA – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

Leituras exploratórias sobre fatores de influência da lombalgia em pilotos de helicóptero: focalizando a resistência muscular lombopélvica 81

Viviane Conceição Zanini Tauil Valente (CDA – FAB)
Daniele Gabriel Costa (CDA – FAB)
Adriano Percival Caldeiraro Calvo (UNIFA – FAB)

APRESENTAÇÃO

O Workshop de Leituras Exploratórias em Desempenho Humano Operacional (WLEDHO) é um evento acadêmico de culminância da atividade de formação denominada Leituras Exploratórias em Desempenho Humano Operacional, do Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional, em nível de mestrado.

O objetivo da referida atividade de formação, desenvolvida no primeiro semestre do curso de mestrado, é instrumentalizar cada aluno para a realização de uma criteriosa revisão bibliográfica exploratória sobre o tema/objeto inicialmente proposto para a realização do seu trabalho de conclusão de curso (TCC), seja um trabalho de investigação ou uma produção técnica de aplicação profissional. Ao final da referida atividade de formação, cada aluno deverá produzir um texto acadêmico e um material didático de apoio para a comunicação oral do estudo de revisão realizado.

O WLEDHO é o momento que cada aluno será avaliado em relação à adequação e consistência do texto, bem como em relação à qualidade da apresentação e da defesa do trabalho produzido.

Considerando o contexto aqui delineado, os Anais do WLEDHO, na sua terceira edição, cumpre a função de tornar público para as comunidades acadêmica e profissional interessadas os trabalhos desenvolvidos, apresentados e aprovados, tendo como eixo motivador temas alusivos à avaliação e intervenção biopsicossocial do desempenho operacional de militares das Forças Armadas.

Comissão Organizadora
Comissão Científica
III WLEDHO

Linha de Atuação:

Avaliação e intervenção comportamental aplicada ao desempenho humano operacional

Ementa:

A produção intelectual vinculada a esta Linha de Pesquisa/Atuação Acadêmico-profissional decorre da realização de estudos sobre o diagnóstico de necessidades, a análise, o desenvolvimento, a proposição e a avaliação de intervenções psicossociais em consonância com as teorias da motivação e do estresse, processos mentais, relações interpessoais, consciência situacional, interação homem-máquina-ambiente, por meio do entendimento das limitações e habilidades do elemento humano na realização das atividades de emprego do poder militar. Busca investigar também os fatores determinantes relacionados que facilitam ou não à adesão aos programas de capacitação biopsicossocial de militares das Forças Armadas Brasileiras.

A FADIGA COGNITIVA NO CONTEXTO DA AVIAÇÃO

Diogo Milioli Ferreira (1º GDA – FAB)
Paula Morisco de Sá (BASC – FAB)
Daniele Bittencourt Ferreira (HCA – FAB)

RESUMO

O presente estudo visa contextualizar a fadiga cognitiva, evidenciar os seus impactos para o desempenho da atividade aérea e identificar os principais métodos utilizados para a sua detecção e avaliação.

Palavras-chave: Fadiga cognitiva; Escala; Aviação; Piloto; Militar.

INTRODUÇÃO

O que é fadiga cognitiva?

A fadiga apresenta diversas definições na literatura, sendo, portanto, complexa, multidimensional, multifatorial e incerta. Pode ser classificada dentro dos aspectos físicos, mentais e objetivos, em aguda ou crônica[1], ativa ou passiva[2].

De acordo com a definição da ISO 10075-1/2017 citada por Celestino, Bucher-Maluschke e Marqueze (2020) a fadiga mental é um prejuízo temporário da eficiência mental e física, que depende da intensidade, duração e padrão temporal da tensão psicológica precedente[3]. É uma sensação subjetiva e persistente de cansaço e exaustão física, emocional e ou cognitiva com percepção de diminuição da capacidade física ou mental de trabalho[4], resultante de um processo gradual e cumulativo[5].

O desconforto é desproporcional ao nível de atividade física habitualmente realizado[4], e costuma ser acompanhado de perda de força ou da capacidade de responder a estímulo[6], além de sensação de inibição, desempenho mental prejudicado e eficiência e alerta reduzidos[5]. Pode resultar de um esforço excessivo de se alcançar objetivos e assegurar níveis de performance[3], sendo uma queixa frequente entre os trabalhadores[7].

Na indústria de transporte é frequentemente abordada como sinônimo de sonolência, contudo, estar fatigado não é simplesmente o mesmo que estar sonolento[2] sendo o conceito de fadiga muito mais amplo e complexo.

Enquanto o débito de sono, o ritmo circadiano e o tempo acordado contribuem diretamente para a regulação da sonolência, o tempo na tarefa e a carga de trabalho cognitivo influenciam no acúmulo de fadiga mental[2]. Esse sentimento pode ser um resultado direto do esforço excessivo de se alcançar objetivos e assegurar níveis de performance durante os períodos de trabalho[3].

Bartlet (1942) citado por Preston (1967) apresenta três tipos de fadiga em pilotos: muscular, mental e de habilidades, sendo essa última mais comumente instalada em estágios mais avançados. Ele aponta como seus principais impactos o esquecimento de 'coisas importantes' nos exercícios de *cockpit*, a má interpretação das sensações corporais dos movimentos da aeronave, e a maior irritabilidade da tripulação, apesar de não reconhecerem que estavam naquele estado. Esse mesmo autor ressalta que a maioria dos pilotos só identificam seu comportamento fadigado muitas horas após o evento[8].

Apesar dos diversos estudos relacionados a fadiga, a sua detecção torna-se dificultada pelo fato de seus mecanismos ainda não serem completamente compreendidos no campo do transporte, tendo em vista a complexidade do meio em que o ser humano vive, com diversos fatores endógenos e exógenos que contribuem para o seu desenvolvimento[2]. Pode ser resultante de dias de trabalho irregulares, cruzamentos de fusos horários e oportunidades insuficientes de dormir[3].

A fadiga ativa deriva do ajuste perceptivo-motor, contínuo e prolongado, relacionado a tarefas, enquanto a passiva resulta das condições em que o operador é obrigado a monitorar uma tela, mas realiza um raro esforço para responder[2].

Dentro do contexto da aviação, os pilotos estão sujeitos a fadiga ativa quando expostos a demanda de alto esforço mental derivada de todos os problemas relacionados ao meio ambiente interno e externo, tais como o manejo dos complexos instrumentos do *cockpit* e as condições meteorológicas. Por outro lado, estão sujeitos a fadiga passiva durante os voos de longa duração, quando parecem não realizar nenhuma atividade[2].

Dessa forma, tanto a ativa quanto a passiva apresentam um efeito deletério sobre a vigilância, podendo levar a queda da performance sob certas circunstâncias, que representam riscos significativos de colisões, lesões e fatalidades[2]. Contudo o sofrimento mental está mais relacionado a forma ativa, enquanto a perda de motivação e a redução no engajamento de tarefas são mais comuns nas situações de fadiga passiva[9].

Quais os impactos operacionais da fadiga cognitiva?

Frequentemente associada a erros e acidentes[10], a fadiga em pilotos é um problema significativo nos dias de hoje. Seus impactos são subestimados, mas muitos dos seus efeitos deletérios há muito já são conhecidos[11].

Lauber e Kayten (1988) citado por Caldwell (2005), ressaltam que os custos de um único acidente na aviação civil podem ultrapassar 500 milhões de dólares em perdas financeiras, mas os custos em termos de sofrimento pessoal são inestimáveis[11].

De acordo com revisão da literatura realizada por Caldwell (2005), a fadiga parece estar envolvida em cerca de 4 a 7% dos acidentes da aviação civil e 4 a 7,8% dos acidentes da aviação militar. O estudo ressalta também que esse estado mental foi atribuído a 25% dos acidentes noturnos de caça tático Classe A da Força Aérea e 12,2% do total de acidentes Classe A da Marinha nos períodos de 1974 a 1992 e 1977 a 1990, respectivamente.

Russell Davies (1942) citado por Preston (1967) aponta que a fadiga em pilotos pode se mostrar como restrição do nível de atenção; alteração da resposta a sinais, mudanças de humor, frequentemente havendo impaciência; redução da acurácia do senso de direção dos pilotos; lapsos frequentes nos testes de habilidades; e deterioração final específica naquele piloto relaxado quando a tarefa estava quase terminada.

Em estudos realizados na década de 90, durante a Operação Tempestade do Deserto, com pilotos norte-americanos de aeronaves de caça e de transporte, até 82% dos avaliados indicaram que havia condições fatigantes que resultavam em dores de cabeça, perda de atenção, cochilos durante os briefings e degradação da performance geral[11]. Em alguns momentos a fadiga da tripulação era tão severa que era acompanhada do sentimento de incapacidade de funcionar[12].

De acordo com Neville e colaboradores (1994), a avaliação de 11 pilotos de 05 tripulações de C-141, um bombardeiro da Força Aérea Americana, durante a mesma operação, evidenciou que a perda recente do tempo de sono e a carga elevada de voos, estiveram diretamente relacionados com os níveis de fadiga subjetiva relatadas, e que os desvios de desempenho em voo tendem a aumentar proporcionalmente ao aumento dos níveis percebidos desse estado mental.

Como a fadiga pode ser avaliada?

Apesar de internacionalmente haver algumas escalas disponíveis, não existe ferramenta padrão ouro para a avaliação da fadiga[1,4]. Os métodos objetivos que consistem na avaliação das variações da pressão arterial, na força das mãos e frequência cardíaca, acessados através de eletroencefalografia são, apesar de válidos e acurados, métodos intrusivos e sem aplicação no mundo real[1].

Lohani, Payne e Strayer (2019) classificaram os métodos não invasivos para análise da fadiga de pilotos e motoristas em medidas subjetivas, comportamentais e fisiológicas. As evidências apontam que os métodos subjetivos podem funcionar como uma ferramenta efetiva, eficiente e custo-efetiva no manejo de pilotos fatigados[3]. Contudo, a confiança nos métodos subjetivos depende de uma cultura justa em que os indivíduos são encorajados e estimulados a reportar a fadiga e os elevados impedimentos[14].

Para o uso eficaz de escalas subjetivas e questionários, é necessário primeiro compreender a resposta particular à fadiga provocada pelo cenário[2], tendo em vista a complexidade do ambiente em que o ser humano está inserido. Dentro da cabine alguns dos principais problemas ambientais enfrentados pelos pilotos são: o calor, a humidade, a variação nos níveis de ozônio, a radiação, as mudanças climáticas e de fusos horários, a hipóxia, o ruído e a vibração[8]. Ruffell Smith (1964) citado por Preston (1967) ressalta que há evidências de que o calor excessivo e o barulho podem levar a deterioração mental. Pequenas variações de hipóxia podem levar a aumento no tempo de resposta. E que a privação de sono e o uso de medicamentos para induzir o sono podem afetar a performance mental.

Em estudo realizado por Di Stasi (2012) no qual foram utilizadas quatro escalas subjetivas para avaliar sonolência, fadiga e sobrecarga de trabalho (Stanford Sleepness Scale, Sleep Quality Scale, Chalder Fatigue Scale e o Mental Workload Test), os resultados evidenciaram que a utilização de escalas multidimensionais é mais confiável e compreensível do que a utilização de escalas unidimensionais.

No contexto da aviação o *Fatigue Risk Management Systems* (FRMS) tem representado uma abordagem que combina avanços no entendimento da fadiga de trabalho e fatores contribuintes para acidentes[16]. Contudo, ainda há pouco consenso sobre qual o constructo e qual o indicador de segurança de voo deve ser medido[17].

A escala de sentimento de fadiga

Dos instrumentos disponíveis, a Escala de Sentimento de Fadiga[18], desenvolvida em 1969, se destaca para a aferição subjetiva dessa emoção[3]. Essa escala consiste em um *checklist* de 30 itens que exploram a presença de sintomas classificados em três grupos de sintomas: (A) sonolência e embotamento, (B) falta de capacidade para se concentrar e (C) projeção de desconforto físico[19]. Onde, 'A' representa sintomas físicos gerais, 'C' sintomas sensoriais e neuronais e 'B' sintomas puramente mentais, sendo que esse último grupo representa a maior correlação com o sentimento de fadiga[3].

Inicialmente a escala foi aplicada em 170 trabalhadores japoneses, com cada sintoma avaliado através da escala Lickert, contudo, mais tarde a ferramenta foi aplicada sobre um grupo de 17.789 trabalhadores, utilizando-se 'sim' e 'não' como resposta para cada sintoma avaliado. Esse último modelo foi validado em língua japonesa em 1982 e posteriormente passou a ser validado em outras línguas. No Brasil, o instrumento foi primeiramente traduzido para o português nos anos 90, pela professora Dra. Frida Fisher[3] e em 2020 foi validado pelo Dr. Victor Rafael Rezende Celestino para utilização em pilotos de linhas aéreas[20].

Yoshitake (1978) inclui os pilotos de helicópteros, motoristas, controladores de tráfego aéreo no grupo que ele classifica como de 'trabalhadores mentais', cujo padrão de respostas tende a ser 'A' > 'B' > 'C'.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão da literatura evidencia-se a diversidade de definições de fadiga e os seus impactos sobre a segurança de voo e o desempenho de pilotos. Contudo, a ausência de uma ferramenta padrão-ouro para a sua detecção, somada a complexidade dos seus fatores desencadeantes, dificultam a sua avaliação e manejo adequado.

Para o estudo em pilotos de caça da Força Aérea Brasileira partiremos do conceito de Carvalho e colaboradores (2018) que definem a fadiga cognitiva como uma sensação subjetiva e persistente de cansaço e exaustão física, emocional e ou cognitiva com percepção de diminuição da capacidade física ou mental de trabalho, cujos impactos na aviação podem culminar em redução do desempenho operacional e aumento da ocorrência de incidentes e acidentes aeronáuticos.

Assim, passaremos a focar na validação da escala do sentimento de fadiga de Yoshitake (1971), já previamente testada em pilotos de aviação comercial por Celestino, Bucher-Maluschke e Marqueze (2020), para a utilização do método como ferramenta de avaliação de fadiga em pilotos de caça da FAB.

REFERÊNCIAS

[1] RAHIMIAN, A.S.; ALIZADEH, S.S.; RASOULZADEH, Y. Fatigue Assessment Scales: A comprehensive literature review. **Archives of Hygiene Sciences**, v. 8, n. 3, p. 145-53, 2019.

[2] HU, X.; LODEWIJKS, G. Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue. **Journal of Safety Research**, v. 72, p.173-87, 2020.

[3] CELESTINO, V.R.R.; BUCHER-MALUSCHKE J.S.N.F.; MARQUEZE, E.C. Fatigue at Work: Scale Validation with Airline Pilots. BAR – **Brazilian Administration Review**, v. 17, n. 3, 2020.

[4] CARVALHO, R. T. *et al*. **Manual da residência de cuidados paliativos**. Barueri: Manole; 2018.

[5] BORGHINI, G. *et al*. Measuring neurophysiological signals in aircraft pilots and car drivers for the assessment of mental workload, fatigue and drowsiness. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**. v. 44, p. 58-75, 2014.

[6] RUDARI, L. *et al.* Pilot Perceptions on Impact of Crew Rest Regulations on Safety and Fatigue. **International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace**. 2016. Disponível em: http://commons.erau.edu/ijaaa/vol3/iss1/4/> Acesso em: 21 set. 2021.

[7] VAN DRONGELEN, A. *et al.* Cumulative exposure to shift work and sickness absence: associations in a five-year historic cohort. **BMC Public Health**, v. 17, n. 1, p. 67, 2017.

[8] PRESTON, F.S. Measurement of pilot fatigue. **Occupational Medicine**, v. 17, n. 2, p.52-6, 1967.

[9] MATTHEWS, G.; DESMOND, P.A. Task-induced fatigue states and simulated driving performance. **Quarterly Journal of Experimental Psychology Section**, v. 55, n. 2, p. 659-86, 2002.

[10] CALDWELL, J.A. *et al.* Fatigue Countermeasures in **Aviation. Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 80, n. 1, p. 29–59, 2009.

[11] CALDWELL, J.A. Fatigue in aviation. **Travel Medicine and Infectious Disease**. v. 3, n. 2, p. 85-96, 2005.

[12] NEVILLE, K.J. *et al*. Subjective fatigue of C-141 aircrews during operation desert storm. Human Factors The **Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v. 36, n. 2, p. 339-49, 1994.

[13] LOHANI, M.; PAYNE, B.R.; STRAYER, D.L. A review of psychophysiological measures to assess cognitive states in Real-World Driving. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 13, p. 57, 2019.

[14] DARWENT, D. *et al*. Managing fatigue: It really is about sleep. **Accident Analysis & Prevention**,v. 82, p. 20-6, 2015.

[15] DI STASI, L.L., *et al*. Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 21, n. 1, p. 122–33, 2012.

[16] GANDER, P. *et al.* Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level. **Accident; Analysis and Prevention**, v. 43, n. 2, p. 573–90, 2011.

[17] GANDER, P.H. *et al.* Crew Fatigue Safety Performance Indicators for Fatigue Risk Management Systems. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 85, n. 2, p. 139-47, 2014.

[18] YOSHITAKE, H. Relations between the Symptoms and the Feeling of Fatigue. **Ergonomics**, v.14, n. 1, p. 175-86, 1971.

[19] YOSHITAKE, H. Three Characteristic Patterns of Subjective Fatigue Symptoms. **Ergonomics**, v. 21, n. 3, p. 231-3, 1978.

[20] CELESTINO, V.R.R. **Fadiga no trabalho de pilotos: uma psicologia sistêmica de aviação civil**.2017. 145f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Programa de Pós-graduação em Psicologia, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2017.

Linha de Atuação:

Avaliação e intervenção biodinâmica aplicada ao desempenho humano operacional

Ementa:

A produção intelectual vinculada a esta Linha de Pesquisa/Atuação Acadêmico-profissional resultam de estudos que buscam avaliar, análisar, desenvolver e/ou propor intervenções de caráter ergonômico e/ou biomecânico, com o fito de melhorar a compatibilidade e a interação do sistema homem-máquina-ambiente, promovendo a melhoria do desempenho humano, assim como tentando evitar e diminuir possíveis distúrbios osteomioarticulares decorrentes das atividades operacionais. Abrange também a proposição de métodos e testes de avaliação das variáveis neuromotoras, cardiorrespiratórias e de composição corporal com os propósitos de identificar e definir a carga de trabalho demandada por cada atividade operacional, os valores de referência de testes (pontos de corte) e de nortear a prescrição de exercícios físicos. Pressupõe também a avaliação dos efeitos agudos e crônicos do treinamento, de acordo com a missão fim de cada atividade operacional, de maneira a permitir que o elemento humano possa suportar as exigências biofísicas de sua respectiva atividade operacional.

CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE FÍSICA E DEMANDA PSICOFISIOLÓGICA DE MILITARES SUBMETIDOS AOS CURSOS DE FORMAÇÃO OPERACIONAL DO ESQUADRÃO AEROTERRESTRE DE SALVAMENTO

Adriano Joaquim dos Santos (EAS – FAB)
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)
Renato Massaferri (IMAE – FAB)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo identificar as principais características relacionadas ao desempenho físico e demanda psicofisiológica de militares envolvidos em operações extenuantes de emprego real ou de treinamento, e a sua relação com o desempenho operacional.

Palavras-chaves: Atividades militares; Desempenho humano operacional; Curso de Operações Especiais.

INTRODUÇÃO

Conflitos recentes demonstram que as formas clássicas de fazer face às crises e aos conflitos armados do século passado não são mais pertinentes, oportunas e adequadas para prevenir e combater as atuais ameaças. Terrorismo, guerrilha, insurreição, movimento de resistência, combate não convencional, conflito de baixa intensidade e conflito assimétrico, por exemplo, são alguns dos conceitos ou práticas abarcados pelo conjunto de ideais, mais amplo e muito pouco compreendido, denominado guerra irregular[1]. Nesse contexto, constata-se de forma intensiva a crescente importância que governos nacionais, em todos os continentes, estão dando às suas Forças de Operações Especiais (FOpEsp), que ganham cada vez mais relevância[1].

A Força Aérea Brasileira (FAB) conceitua Operações Especiais (OpEsp) como

> aquelas conduzidas por forças militares, rigidamente selecionadas e especialmente organizadas, adestradas e equipadas, visando alcançar objetivos políticos, econômicos, psicossociais ou militares por intermédio do emprego de meios militares não convencionais, em áreas hostis e/ou sob controle do inimigo, nas situações de crise, de conflito armado ou de guerra (p. 13)[2].

A condução bem-sucedida das OpEsp está fundamentalmente baseada no elevado nível de proficiência técnico-profissional de pequenas unidades, dotadas de uma gama de capacitações operacionais especializadas, predominantemente não convencionais,

assegurando aos mais elevados escalões envolvidos respostas militares adequadas, oportunas, flexíveis e que, em situações críticas, evitam o risco de escaladas das crises e/ou conflitos, normalmente associado ao emprego de forças convencionais de maior vulto e visibilidade[2].

Na FAB, o Esquadrão Aeroterrestre de Salvamento (PARA-SAR), sediado na Base Aérea de Campo Grande, é a Organização Militar que possui como missão institucional *"manter o preparo técnico-profissional a fim de ser empregado para o cumprimento das Ações Diretas, Reconhecimento Especial, Contraterrorismo, Guiamento Aéreo Avançado, Busca e Salvamento e Busca e Salvamento em Combate"*. O PARA-SAR também é responsável por coordenar e ministrar os cursos de formação operacional destinados à capacitação dos militares voluntários em servir na Unidade. Dentre esses cursos, o Curso de Comandos de Força Aérea (CCFA) possui como objetivo proporcionar aos instruendos conhecimentos que os capacitem a desempenhar funções de operadores especiais, abrangendo as seguintes Ações de Força Aérea: Ações Diretas, Contraterrorismo e Reconhecimento Especial.

Embora os cursos de formação operacional, especialmente o de Operações Especiais, tenham o objetivo de preparar e melhorar o desempenho técnico do militar quanto a fatores biopsicossociais e físicos, eles exercem forte papel seletivo, pois simulam condições extremas as quais os militares estão sujeitos a enfrentar em missões reais. Portanto, algumas fases do curso são exaustivas e compreendem longos períodos de atividade, privação de descanso e de sono, e grande carga de tarefas físicas, cognitivas e/ou emocionais. Indesejavelmente, essa combinação de fatores é favorável (i) à perda do desempenho do combatente em tarefas que exijam grandes gastos energéticos[3], (ii) à perda de resistência a condições ambientais severas, como o calor intenso[4]; (iii) à perda de força muscular[5]; (iv) à perda de potência muscular[6]; (iv) à perda de massa corporal e massa magra[6;7]; e (v) a lesões musculares[8].

Como consequência, além dos desafios impostos pelos cursos, os indivíduos podem sofrer adaptações constantes em virtude de a preparação física não ser apropriada às demandas específicas dos cursos de Operações Especiais. Essa problemática pode gerar prejuízos ao desempenho e saúde do militar ao longo do curso, e até mesmo a interrupção precoceimpedindo-o de concluir a capacitação. Portanto, é necessário que os desempenhos e a carga de trabalho físico e psicológico dos militares voluntários durante o curso, e possíveis relacionamentos com a taxa de sucesso de conclusão dos cursos de formação operacional do PARA-SAR, sejam investigados. Desta forma, estratégias de preparação prévia ao curso e o planejamento da carga física imposta poderiam ser mais bem planejadas a fim de melhorar aproveitamento dos recursos humanos capacitados a comporem o efetivo operacional do PARA-

SAR, aumentando sua capacidade de pronta-resposta, possibilitando um emprego seguro, eficiente e eficaz da FAB.

Objetivos específicos norteadores da revisão da literatura

Esta revisão tem como objetivo identificar as principais características relacionadas ao desempenho físico e demanda psicofisiológica de militares envolvidos em operações extenuantes de emprego real ou de treinamento e a sua relação com o desempenho operacional.

MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DA LITERATURA

Descritores de busca (palavras-chave)

Foram utilizados os seguintes descritores e seus respectivos sinônimos nas estratégias de buscas utilizadas: Atividades Militares; Desempenho Humano Operacional; Curso de Operações Especiais.

Bases de dados consultadas

As bases de dados consultadas foram: Cochrane Library, LILACS, PubMed, SciELO. Também foram utilizadas outras fontes como manuais, dissertações e teses relacionadas ao tema de pesquisa.

Equação de busca nas diferentes bases de dados

Nas equações os descritores foram separados de seus sinônimos pelo operador booleano OR e dos demais descritores pelo operador booleano AND.

Número de registro resgatados em cada base de dados

Na busca inicial nas bases de dados foram identificados 958 estudos no PubMed, 2 artigos na Cochrane Library, 15 trabalhos na LILACS e 3 foram resgatados no SciELO.

Critérios de inclusão e exclusão dos estudos resgatados nas bases de dados

A seleção primária dos artigos foi realizada a partir da leitura do título e do resumo, seguindo os critérios de elegibilidade: foram inclusos artigos nos idiomas inglês, português e espanhol; sem restrição de ano de publicação; que responderam à pergunta da pesquisa, e que disponibilizaram textos completos nas bases de dados. Foram excluídas publicações indisponíveis em textos na íntegra, cujo tema não possuía relação com o objeto de estudo. Os artigos duplicados nas bases de dados foram excluídos.

Número de registros selecionados em cada base de dados

Após a seleção dos estudos, identificou-se um resultado que contemplava 25 artigos no PubMed.

SÍNTESE DOS RESULTADOS OU INFORMAÇÕES MAIS RELEVANTES EXTRAÍDAS DOS ESTUDOS SELECIONADOS

As Forças de Operações Especiais se engajam em uma ampla gama de missões especializadas que requerem habilidades críticas e físicas que são variáveis e imprevisíveis, exigindo altos níveis de força, potência e resistência. As operações especiais podem variar de tarefas aeróbicas de baixa intensidade e longa duração a tarefas anaeróbicas de alta intensidade e curta duração. O desempenho abaixo do ideal neste ambiente não afeta apenas o desempenho tático, mas também aumenta o risco de lesões musculoesqueléticas. O Comando de Operações Especiais das Forças da Marinha dos EUA (MARSOC) emprega operadores especiais, referidos como *marine raiders*, que são altamente treinados em habilidades e táticas de combate para realizar operações militares complexas[9].

Operadores especiais têm uma profissão particularmente exigente, onde as capacidades físicas e psicológicas podem ser desafiadas ao extremo. A diversidade de capacidades físicas necessárias é dependente do tipo de missão. Consequentemente, os testes usados para monitorar a aptidão física dos operadores especiais devem abranger uma ampla gama de capacidades físicas[10].

As atividades operacionais contínuas ou constantes são geralmente realizadas por forças especiais e são uma das formas específicas de implementação das operações especiais. Essas operações, que variam de alguns dias a várias semanas, acontecem em uma área politicamente sensível ou inimiga durante a realização de tarefas como a ação direta, que inclui atividades

físicas extenuantes e períodos sem dormir. Os militares são rotineiramente expostos a esforços como caminhar com carga que pode atingir até 40% do peso corporal a uma distância de até 90 km. Esse treinamento gera altos níveis de estresse com o objetivo de simulação das condições de combate e os candidatos são mantidos fisicamente ativos por 16 a 22 horas por dia[11].

Os militares empregados no campo são frequentemente expostos a longos períodos (7–30 dias) de déficit calórico, alto gasto de energia e sono limitado/interrompido. Militares de elite (ou seja, *Rangers* do Exército dos EUA, Forças Especiais, etc.) relataram anteriormente déficits de calorias na faixa de 2500–4500 $kcal.d^{-1}$ durante situações operacionais. Dependendo da gravidade desse déficit de energia, o desempenho físico também pode ser prejudicado. Com os decréscimos no desempenho físico esperados durante os períodos de um déficit de energia prolongado, os combatentes devem dar ênfase especial à obtenção de altos níveis de força, potência e musculatura por meio de programas de treinamento físico e alimentação ideais[6].

O treinamento militar necessita de uma variação maior nos estímulos de treinamento para induzir adaptações de treinamento mais eficazes, principalmente, quando se considera o desenvolvimento da força máxima ou explosiva e da capacidade aeróbia máxima. Os programas de treinamento devem ser bem periodizados para que a carga total de treinamento aumente progressivamente, mas também inclua períodos de recuperação suficientes. Além disso, alguma programação individualizada é necessária para evitar lesões desnecessárias e sobrecarga, porque as diferenças na aptidão física inicial dos militares podem ser muito altas[12].

Um alto nível de aptidão física é um fator importante para o desempenho ideal nas Forças de Operações Especiais. Ainda assim, informações sobre treinamento físico para operadores especiais não são facilmente acessíveis. Os resultados do estudo de Soldberg e colaboradores (2015)[13] com os operadores especiais da Marinha da Noruega apoiam os benefícios da programação periodizada combinada e sessões de treinamento individualizado.

As abordagens de treinamento para integração da força com outras capacidades físicas necessárias demonstraram exigir um modelo de periodização que tenha flexibilidade para mudanças e seja capaz de se adaptar às circunstâncias em constante mudança que afetam a qualidade dos exercícios. Além disso, o sequenciamento dos treinos para limitar o alcance e o desenvolvimento de síndromes de *overtraining* são fundamentais para o sucesso a longo prazo. Segundo Kraemer e Tunde (2012)[14], uma análise de necessidades, o desenvolvimento de módulos de treinamento periodizados e a individualização de programas são necessários para otimizar a força do combatente moderno.

A sobrecarga é um princípio fundamental do treinamento físico necessário para o desempenho máximo, mas o *overtraining* pode resultar em decréscimos de desempenho e fadiga profunda. Embora a fadiga crônica, o esgotamento e o envelhecimento frequentemente sejam usados para descrever o *overtraining*, eles na verdade são produtos do *overtraining*, que refletem uma carga fisiológica e psicológica avassaladora sobre o atleta. Síndrome do *overtraining* é caracterizada por decréscimos de desempenho, fadiga e outros sintomas semelhantes. O treinamento intenso e de alto volume na ausência de recuperação adequada impõe uma carga biológica cumulativa e eventual desequilíbrio que ativa os sistemas responsivos ao estresse do corpo, resultando em sinais e sintomas que refletem a má adaptação prolongada, ou síndrome de *overtraining*[15].

As demandas colocadas em um militar podem resultar em um estresse crônico, levando à diminuição do desempenho da missão, aumento do risco de ferimentos e aumento da suscetibilidade a doenças. Esses fatores são exacerbados por estratégias de treinamento inadequadas, como ênfase excessiva em exercícios de resistência combinados com outros fatores de estresse, como falta de sono ou nutrição inadequada. Indivíduos com melhor aptidão física não só se beneficiam do melhor desempenho da missão, mas também são mais resistentes aos estressores operacionais enfrentados durante o combate. Em última análise, os militares resilientes são mais capazes de lidar com as demandas físicas e mentais da profissão militar e, a longo prazo, terão um desempenho melhor, mantendo a saúde e o bem-estar[16].

Nindl e colaboradores (1997)[17] examinaram a recuperação de curto prazo da força e potência muscular e a relação com marcadores hormonais e mudanças na composição corporal entre militares após severa perda de peso durante 8 semanas de treinamento dos *Rangers* do Exército dos EUA que combinou restrição calórica e treinamento físico intenso. Como consequência dessas mudanças fisiológicas, o desempenho físico também foi prejudicado na conclusão do curso.

Tornero-Aguilera e colaboradores (2019)[18] mostraram como um programa de treinamento específico para um curso de seleção de Operações Especiais do Exército da Finlândia aumentou a força muscular, o desempenho aeróbio e anaeróbio, a resiliência, a tolerância ao estresse, a flexibilidade psicológica, e a proporção de candidatos aceitos aumentou em comparação com os anos anteriores.

O Exército dos EUA está planejando revolucionar o desempenho dos militares com o início de uma estratégia intitulada *Objective Force Warrior* (OFW). O objetivo do OFW é modernizar o combatente empregando agressivamente os esforços de ciência e tecnologia que aumentam a

capacidade de sobrevivência, letalidade, sustentação e mobilidade do guerreiro no campo de batalha moderno. O objetivo do estudo de Nindl e colaboradores (2002)[19] foi caracterizar melhor o impacto do trabalho prolongado, da subalimentação e da privação de sono no desempenho físico e ocupacional relacionado durante o estresse operacional militar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a seleção e análise dos artigos, foi possível identificar que o estresse do combate é prejudicial ao desempenho humano operacional, mas que estratégias de preparação anteriores ao emprego real ou treinamento podem minimizar esse impacto.

A partir desta revisão, identificou-se, também, a escassez de estudos que contemplem a realidade dos militares da Forças Armadas do Brasil relacionados ao desempenho físico e demanda psicofisiológica e sua relação com o desempenho operacional.

Diante deste cenário, observa-se a necessidade de produzir uma resposta à questão norteadora de forma estruturada, com metodologia específica, para que possamos compreender o perfil dos militares envolvidos em operações extenuantes de treinamento ou emprego real, bem como o seu impacto no decorrer dos cursos operacionais.

REFERÊNCIAS

[1] DUNNIGAN, J.F. **Ações de Comandos. Operações especiais, comandos e o futuro da arte da guerra norte-americana**. Tradução de Solution Consult Idiomas Ltda. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2008.

[2] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. **Manual de Operações Especiais** - MCA 55-42. Brasília, DF, 2009.

[3] ENGLE-FRIEDMAN, M. The effects of sleep loss on capacity and effort. **Sleep Science**, v. 7, n. 4, p. 213-24, 2014.

[4] CHENNAOUI, M. *et al.* Sleep and exercise: a reciprocal issue? **Sleep Medicine Reviews**, v. 20,p. 59-72, 2015.

[5] TOMCZAK, A.; RÓZANSKI, P.; JÓWKO, E. Selected coordination motor abilities of students of the university of physical education during survival training. **Polish Journal of Sport and Tourism**,v. 24, n. 2, p. 102-5, 2017.

[6] NINDL, B.C. *et al.* Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1380-7, 2007.

[7] MALAVOLTI, M. *et al.* Effect of intense military training on body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 503-8, 2008.

[8] JÓWKO, E. *et al.* Effects of a 36-h survival training with sleep deprivation on oxidative stress and muscle damage biomarkers in young healthy men. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2066, 2018.

[9] ROYER, S.D. *et al.* Training strategies maintain performance characteristics in marines selected for marine forces special operations individualized training course. **Military Medicine**, usab 124, 2021.

[10] ANGELTVEIT, A. *et al.* Validity, reliability, and performance determinants of a new job-specific anaerobic work capacity test for the Norwegian Navy Special Operations Command. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 2, p. 487-496, 2016.

[11] SPORIŠ, G. *et al.* Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2872-82, 2012.

[12] KYROLAINEN, H. *et al.* Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131-8, 2018.

[13] SOLDBERG, P.A. *et al.* Development and implementation of a new physical training concept in the Norwegian Navy Special Operations Command. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 204-10, 2015.

[14] KRAEMER, W.J.; TUNDE, K.S. Strength training for the warfighter. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 2, p. 107-18, 2012.

[15] PURVIS, D. *et al.* Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: overtraining and elite athletes. **PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation**, v. 2, n. 5, p. 442- 50, 2010.

[16] SZIVAK, T.K.; WILLIAM, J.K. Physiological readiness and resilience: pillars of military preparedness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 34-39, 2015.

[17] NINDL, B.C. *et al.* Physical performance and metabolic recovery among lean, healthy men following a prolonged energy deficit. **International Journal of Sports Medicine**, v. 18, n. 5, p. 317-24, 1997.

[18] TORNERO-AGUILERA, J.F. *et al.* Psychophysiological intervention to improve preparedness in military special operations forces. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 11,p. 953-8, 2019.

[19] NINDL, B.C. *et al.* Physical performance responses during 72 h of military operationalstress. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1814-22, 2002.

O ULTRASSOM PORTÁTIL NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

André Justino de Carvalho (EsEFEx – EB)
Samir Ezequiel da Rosa (IPCFEx – EB)
Alexander Barreiros Cardoso Bomfim (UNIFA – FAB)

RESUMO

As Forças Armadas do Brasil e de diversos outros países se utilizam do índice de massa corporal (IMC) como ponto de corte para ingresso em suas fileiras. Embora eficiente para abordagens epidemiológicas, este protocolo não parece ser seguro para diagnosticar se o indivíduo realmente é obeso. De outra forma, o uso de protocolos considerados padrão ouro são inviáveis para a grande maioria das organizações militares. O uso do ultrassom portátil (US-P) foi estudado como uma opção mais viável para a tropa, apresentando baixo custo e praticidade. O presente trabalho teve por objetivo verificar o potencial do US-P como ferramenta de avaliação da composição corporal.

Palavras-chaves: Índice de massa corporal; Ultrassom portátil; Forças Armadas; Obesidade.

INTRODUÇÃO

Por suas características de emprego, as tropas militares requerem indivíduos com boa resistência muscular e cardiorrespiratória, o que pode não ocorrer quando se tem excesso de gordura corporal[1]. Um melhor condicionamento físico contribui para a melhora na prontidão dos militares, os tornam mais resistentes a doenças e com melhor recuperação de lesões[2].

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o avanço do número de obesos é um dos problemas mais preocupantes a se enfrentar. A projeção é que em 2025 cerca de 2,3 bilhões de adultos estejam acima do peso, destes 700 milhões com obesidade[1].

Naturalmente, as Forças Armadas de todo o mundo seguem a tendência mundial e enfrentam os mesmos problemas relativos ao sobrepeso e obesidade que atingem a população civil, conforme mostra a recente meta-análise realizada. De 22 estudos analisados em uma amostra de 3.211.654 militares, 14% se encontravam no quadro de obesidade e 35% em sobrepeso[3].

A obesidade não influência negativamente apenas na saúde e no desempenho operacional da tropa, também alavanca os gastos médicos hospitalares para o tratamento das doenças associadas a ela[4]. Ainda, pode causar prejuízos econômicos com a perda dos investimentos nos treinamentos de novos militares para substituir os dispensados por conta das doenças ligadas a obesidade[5].

Um realizado acompanhou durante seis anos os gastos gerais com pacientes internados

para o tratamento de doenças relacionadas a obesidade na Marinha dos EUA, onde foram estimados gastos de cerca de 5 milhões e 800 mil dólares[5].

No Brasil, de acordo com um estudo realizado na 1ª Região Militar do Exército (1ª RM), o Sistema de Saúde do Exército (SSEx) atendeu cerca de 740 mil beneficiários. No período entre 2017 e 2019, verificou-se um aumento cada vez maior no número de atendimentos, sendo 2,5 % entre 2017 e 2018 e de 6,64% no ano seguinte. O ano de 2020 foi desconsiderado por ter sido um período atípico por conta da pandemia de Coronavírus[6]. Este aumento pode ser observado em todo território nacional, gerando um custo cada vez maior para a tratamento dos militares.

Para mitigar estes problemas causados pela obesidade, os militares adotam medidas de prevenção e acompanhamento impondo padrões antropométricos para os aspirantes a tornarem-se militares e para os que estão efetivados.

Como medida de prevenção e visando atenuar futuros problemas de saúde entre os candidatos ao serviço militar, as Forças Armadas do Brasil exigem diversos tipos de exames para admissão: exames de imagem, exame médico geral e outros[7, 8, 9, 10].

Na Força Aérea Brasileira e na Marinha do Brasil, são realizados testes de IMC, estando estes enquadrados em um dos exames médicos gerais, "*nas Inspeções de Saúde Iniciais serão considerados como 'incapazes para o fim a que se destinam', os candidatos, que obtiverem IMC < 18,5, caracterizando magreza, e IMC > 29,9 caracterizando obesidade*"[7].

Como medida de acompanhamento, nas Inspeções de saúde dos militares da ativa da Aeronáutica, por exemplo, os indivíduos com IMC entre 18,5 e 24,9 serão considerados APTOS. Os que estivem com peso baixo ou sobrepeso receberão acompanhamento especializado. Para obesidade grau I e II, serão inspecionados em prazos menores e receberão tratamento especializado. Os militares com IMC ≤ 40 (obesidade grau III) poderão ter restrições temporárias. Caso não tenha possibilidade de recuperação poderão receber restrições definitivas[11].

Embora utilizado como ponto de corte, o IMC pode não ser o melhor protocolo para este fim. Ele é falho e ignora a composição corporal, podendo excluir obesos e também indivíduos musculosos, neste último caso, voluntários desejáveis para tornarem-se militar[4]. O uso deste critério também tem levado a embates jurídicos com candidatos insatisfeitos por serem considerados inaptos nos exames de seleção[12, 13, 14]. Estes problemas jurídicos relacionados ao uso do IMC, além dos custos de defesa dos processos, geram desgaste para as Forças Armadas.

O IMC não aparece ser um indicador de gordura corporal igualmente preciso para homens e mulheres. Pesquisadores precisam estar atentos para a imprecisão no uso deste protocolo na atribuição de um fator de risco de gordura aos investigados, especialmente no público feminino[15].

Estudos chegaram em conclusões contrastantes com relação a validade do IMC para a medição de obesidade[16].

Visando a diminuição de erros de medidas, tanto na admissão de militares quando nos exames de rotina que eles são submetidos com frequência, faz-se necessário conhecer os métodos alternativos, mais precisos e eficientes de avaliação da composição corporal.

A ultrassonografia é um método de diagnóstico por imagem que fornece informações em tempo real sobre a arquitetura e características dos órgãos. A utilização do ultrassom portátil (US-P) não é uma técnica evasiva e por este motivo pode ser empregada em laboratórios ou em campo, tendo boa portabilidade e baixo valor[17]. Suas vantagens de utilização em comparação com outras técnicas têm despertado o interesse de pesquisadores em todo mundo[18].

Os diferentes estudos listados no Quadro 1 realizaram a validade e a confiabilidade do US-P.

Quadro 1 – Resultado dos estudos de validade e confiabilidade do US-P mais relevantes encontrados

AUTOR	VALIDAE / CONFIABILIDADE	AMOSTRA	TESTE ESTATÍSTICO	DESFECHO
Marissa N. Baranauskas1. et al. (2015)	Validade	n = 76 (33 H e 34 M) IDADE 18 a 35 (22.08 ± 2.50) anos	- Teste t de amostra pareada - Correlação de Pearson	r = 0,816, p=0,001 (JP7 x DXA) r = 0,808, p=0,001 (P3 x DXA) r = 0,778, p=0,001 (JP3 x DXA)
Dale R. Wagner (2016)	Validade e confiabilidade	n = 45 (22H e 23 M)/ IMC 24.1± 2.4 / Idade 20.1 ± 1.6 atletas	- ICC - Correlação de Pearson - ANOVA - Sidak post-hoc - Bland-Altman	R^2 = 0,849, SEE = 2,6% BF e TE = 4,4% BF.
Kelly E. Johnson (2014)	Validade e confiabilidade	n = 84 (35 H e 49 M) / IMC = 23.6 ± 3.6m² / Idade 23 ± 4.7 anos	- Testes t (de amostra emparelhada) - Bland-Altman - Correlação de Pearson	d = 4.4 ± 0.8%, t-statistic = 7.27, P<0.001
Abbie E. Smith-Ryan (2014)	Validade e confiabilidade	n = 47 (20 H e 27 M) / IMC 31.5 ± 5.2 / Idade 37.6 ± 11.6 (pessoas com sobrepeso e obesas)	- ICC - Testes t (de amostra emparelhada) - Bland-Altman - Correlação de Pearson	%BF BM (29,1 ± 6.5%, 27.4 ± 8.1 Kg) BODPOD (33.7 ± 7.6, 31.8 ± 9.8 Kg) p = 0.0005 FFM BM (66.7 ± 13 Kg) BODPOD (62.2 ± 12.6Kg) p = 0.001 ICC 0.84 - 0.98 SEM 2.2 %BF, 1.9 kg FM e FFM
Wagner Luis Ripka (2016)	Validade e confiabilidade	n = 143 / Idade 14.77 ± 1.49 anos (jovens)	- Teste t de amostra dependente - Correlação de Pearson - Análise de regressão multivariada - Brand-Altman	R^2 = 0,853 (SEE = 1,49) e R^2 = 0,819 (SEE = 2,00)
Renata M. Bielemann (2016)	Validade e confiabilidade	n = 20 (102 H e 104 M) / 51 H e 49 M com IMC > 25	- Tente t - Equação de regressão linear múltipla (stepwise)	R^2 = 0.522 (homens) e 0.664 (mulheres)
Wagner Luis Ripka (2016)	Validade e confiabilidade	n = 105 (71 H e 34 M) / Idade 14 ± 2 anos	- Teste T de amostras independentes - Regressão linear multivariada - Correlação de Pearson - Bland-Altman	Após equações de regressão linear Homens: BM,20,3% ± 4,6%; r = 0,848; P = 0,503; DXA, 20,0% ± 7,2%; R = 0,848; P <0,05 Mulheres: BM, 29,0% ± 5,7%; r = 0,712; P = 0,993. DXA r = 0,495; P <0,05
Brad J. Schoenfeld (2016)	Validade e confiabilidade	n = 20 / Idade 22.4 ± 2.8 anos / Altura 163.4 ± 4.7 / peso 62.2 ± 6.5	- Testes t pareados - Brand-Altman	%GC: PRÉ 1.08 PÓS 1.09 FFM: PRE 1.07 PÓS 1.04
ALAN C. UTTER (2008)	Validade e confiabilidade	n = 70, H, Idade 15.5 ± 1.5	- Correlação de Pearson - Brand-Altman	r = 0,97, P < 0,001 (HW e ULTRA) r = 0,96, P < 0,001 (PODBOD e DC)
KELLY E. JOHNSON (2012)	Validade	n = 26, 18 H e 18 M, Idade 22,9 ± 1.35, %GC 15.3 ± 8.43 amostras jovem e saudável	- ANOVA de 1 fator - Post-hoc de Tukey - Correlação de Pearson	r = 0.862 (BIA x BM) r = 0.072 (BODPOD x BIA) r= 0.879 (BODPOD x BM)
Jeremy P. Loenneke (2014)	Validade	n = 30, Idade 20 ± 1 (Jovens atletas)	- ANOVA - Testes t de amostra pareada - Bonferroni - Correlação de Pearson	r = 0.786 e r+ 0;753 erros padrão 3.6% e 3.9%

Fonte: atores

Grande parte destes estudos apontaram uma boa reprodutibilidade e repetibilidade (confiabilidade) nos testes interavaliadores e intra-avaliadores, respectivamente[19, 20, 21, 22]. Estes

estudos apontam que o ultrassom portátil pode ser útil em ambientes clínicos para a acompanhamento de mudanças na composição corporal ao longo do tempo[19,23].

Por outro lado, o protocolo do ultrassom portátil não apresentou boa exatidão entre os valores de %GC obtidos quando comparados com os métodos de referência (acurácia). Eles mostraram que a medição da %GC tende a ter resultados subestimados[24, 25, 26, 27].

Ainda, estudos revelaram que a acurácia pode ser melhorada com o desenvolvimento de novas equações por meio de aplicação de regressão linear, este ajuste visa minimizar os erros de medição em comparação com métodos padrão de referência[26, 27].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Forças Armadas de todo o mundo acompanham esta tendência de elevação do número de obesos em seus quadros, afetando diretamente os padrões de trabalho nas diversas missões administrativas e operacionais. Desta forma, é imperativo a criação de mecanismos de identificação precisa da obesidade e o US-P parece ser uma alternativa viável para a avaliação da composição corporal de militares.

REFERÊNCIAS

[1] NESTO, R.W. Obesity: a major component of the metabolic syndrome. **Texas Heart Institute Journal**, v. 32, n. 3, p. 387-9, 2005.

[2] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. **Treinamento físico-profissional militar no Comando da Aeronáutica**: NSCA 54-5, Brasília. 2020.

[3] BAYGI, F. *et al.* Global prevalence of cardiometabolic risk factors in the military population: a systematic review and meta-analysis. **BMC Endocrine Disorders**, v. 20, n. 1, p. 8, 2020.

[4] BORA, L.A obesidade em militares: prevenção e consequências. **Escola de Saúde do Exército**,2020.

[5] BRADHAM, D. D. *et al.* Obesity-related hospitalization costs to the U.S. Navy, 1993 to 1998. **Military Medicine**, v. 166, n. 1, p. 1-10, 2001.

[6] ARAUJO, E.A.C. DE. **A promoção de saúde e a prevenção de doenças em apoio à sustentabilidade financeira do sistema de saúde do Exército, considerando as vertentes operacional e assistencial**. 2021 p. 14 (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) Exército Brasileiro. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2021.

[7] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Saúde da Aeronáutica. **Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde na Aeronáutica:** ICA 160-6, Brasília. 2016.

[8] BRASIL. Marinha do Brasil. **Concurso público de admissão às Escolas de Aprendizes Marinheiro**: CPAEAM. Brasília, 2021.

[9] BRASIL. Exército Brasileiro. **Concurso público para admissão e matrícula na Escola de Sargentos das Armas**. Brasília. 2020.

[10] BRASIL. Exército Brasileiro. **Concurso de admissão à Escola Preparatória de Cadetes do Exército.** Brasília. 2021.

EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO NA ADIPOSIDADE VISCERAL

André Luiz Campos Martins dos Santos (CMRJ - EB)
Samir Ezequiel da Rosa (IPCFEx - EB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR - FAB)

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes métodos de treino no tecido adiposo visceral (TAV). Treinamentos aeróbios tem maiores efeitos sobre o TAV. Os métodos intervalados são mais eficientes com relação à duração da sessão e os treinamentos neuromusculares apresentam resultados inconclusivos.

Palavras-Chave: Gordura intra-abdominal; Exercício físico; Doenças crônicas não transmissíveis.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica não transmssivel (DCNT), caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, e está associada ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer[1, 2]. Está, ainda, diretamente associada ao aumento da mortalidade e redução da expectativa de vida[3].

Projeta-se que o número de mortes por DCNT possa chegar a 52 milhões de pessoas em 2030[4], sendo que este aumento pode ser consequência de fatores sociais e comportamentais. Entre estes fatores destaca-se o processo de globalização e a vida sedentária, que impactam nos principais fatores de risco metabólicos[5].

A obesidade é comumente identificada por meio do indice de massa corporal (IMC) em estudos populacionais[6]. No entanto, esse índice não diferencia massa muscular de massa de gordura e, tampouco, indica a distribuição desta. Além disso, as comorbidades relacionadas à obesidade estão mais associadas à obesidade abdominal, em particular ao tecido adiposo visceral (TAV), do que à quantidade de gordura corporal total[7, 8].

Destaca-se que a obesidade abdominal, assim como a hipertensão, resistência à insulina e a dislipidemia são anomalias metabólicas que, de forma geral, quando associadas, caracterizam a síndrome metabólica (SM)[9]. Vários critérios de diagnóstico foram propostos no início do século XXI por organizações como a *International Diabetes Federation* (IDF) e *American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute* (AHA/NHLBI)[10].

A prevalência de SM pode variar amplamente dependendo das características da

população estudada e dos critérios utilizados. Em estudo recente na população adulta brasileira, a prevalência foi estimada em 38,4%[11]. No que se refere ao ambiente militar, verifica-se um crescimento das doenças metabólicas, principalmente a obesidade. Em um **e**studo recente com 270 militares do Exército Brasileiro, com idade média de 38 anos, a prevalência estimada de SM foi de 27,4%[12].

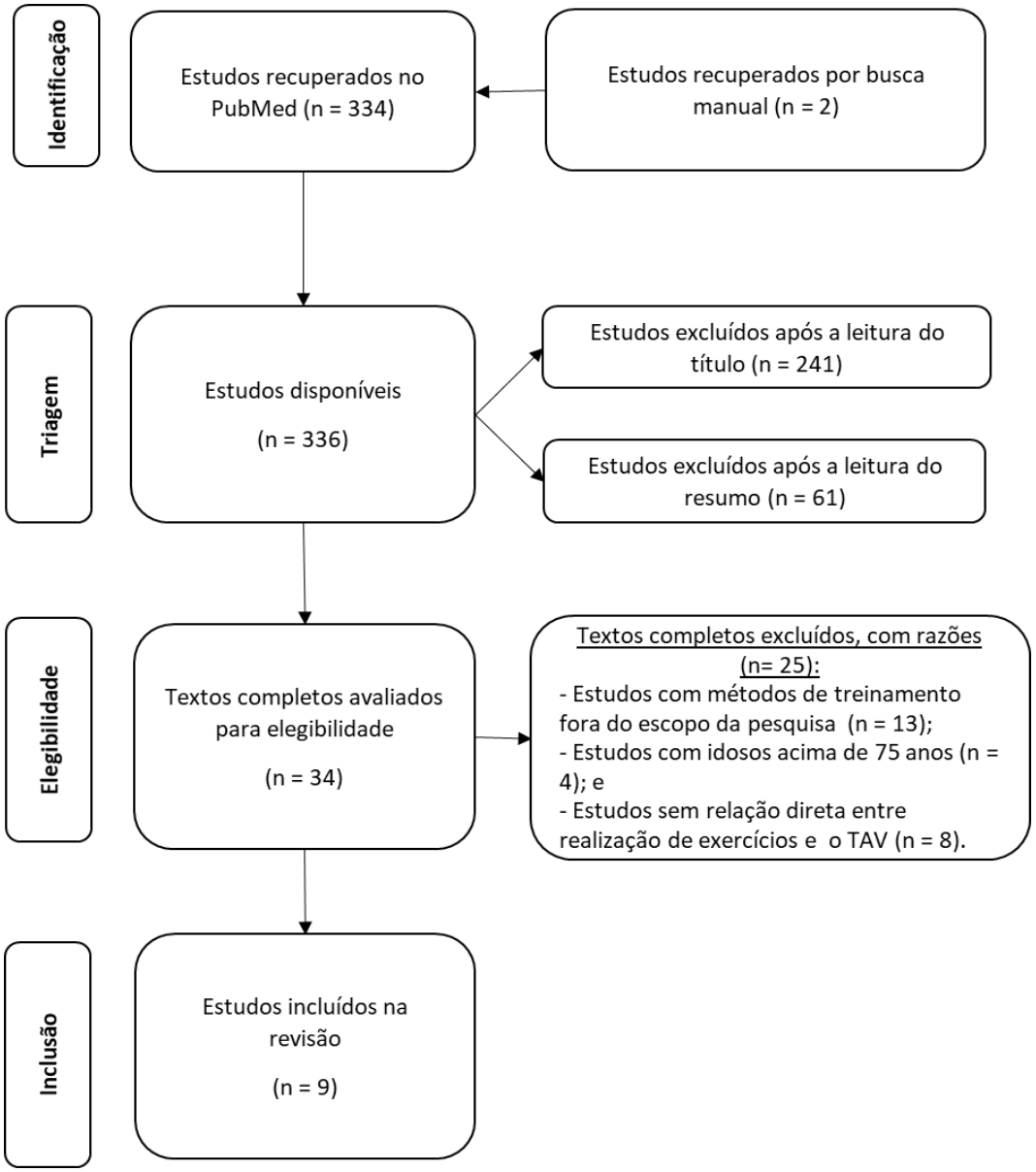
O controle do sobrepeso e da obesidade é considerado uma importante questão de saúde pública, que tem como uma das ferramentas o fomento à prática de atividade física. Em 2009, o *American College of Sports and Medicine* (ACSM) apontou que são necessários de 150 a 250 minutos de atividade física, com equivalência de 1200 a 2000 Kcal de gasto calórico por semana, para redução significativa dos fatores de risco das doenças crônicas associadas à obesidade e na prevenção desta. Já para maior redução de gordura corporal, seria necessário tempo superior a 250 minutos de atividades físicas, com gasto superior a 2000 Kcal semanais[13]. Sabendo que a redução da gordura visceral é o ponto principal para a diminuição dos fatores de risco da SM[14], e que há evidências na literatura sobre o efeito positivo do exercício no tratamento da mesma[15], e na redução da adiposidade visceral, pesquisas vêm sendo direcionadas para avaliar os melhores protocolos de exercícios para redução do TAV[16].

No entanto, informações como tipo de exercício, intensidade, duração e frequência precisam ser mais bem estudadas. Dessa forma, o objetivo desta revisão narrativa foi realizar um levantamento na literatura sobre os efeitos de diferentes métodos de treinamento no TAV.

MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DA LITERATURA

Realizou-se uma busca na base de dado do PubMed, utilizando os descritores combinados na seguinte equação: ((*adult*) AND (*exercise* OR '*endurance training*' OR '*high-intensity interval training*' OR '*resistance training*' OR *running* OR *jogging*)) AND ('*intra-abdominal fat*' OR '*abdominal fat*' OR '*Obesity, Abdominal*'). O número de estudos encontrados e selecionados está descrito na Figura 1. Foram usados como filtros ser um ensaio clínico randomizado e ser desenvolvido com indivíduos de 19 anos ou mais.

Figura 1 – Fluxograma da estratégia de busca.



Fonte: Autores

SÍNTESE DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA COM BASE NOS ESTUDOS SELECIONADOS

As características de intervenção dos nove estudos incluídos nesta revisão estão descritas na Tabela 1. Os estudos selecionados estruturaram suas pesquisas dividindo suas amostras em subgrupos de intervenção, de forma que uma mesma pesquisa utilizou mais de um método de treino, obtendo resultados para cada subgrupo, além de comparar os resultdos entre eles. Dessa forma, sete trabalhos conduziram intervenções com Exercício Aeróbio (EA)[16-22], três utilizaram Exercício de Resistência (ER)[19, 23, 24], seis enquadraram-se como *High Intensity Interval Training* (HIIT)[17, 18, 22], um estudo abordou o *Sprint interval Training* (SIT)[18], um estudo combinou EA e ER[19] como estratégia de intervenção e um conduziu método de treinamento em circuito com exercícios calistênicos[17].

Tabela 1 - Características dos estudos de intervenção de exercício incluídos que investigam alterações no tecido adiposo visceral (N = 9).

Característica de estudo				Intervenção						Resultado
Referência	**N (M / F)**	**População**	**Idade**	**Modalidade**	**Grupo**	**Intensidade**	**Frequência**	**Duração / sessão**	**Duração (sem)**	**Mudanças de TAV (média ± DP)**
Brennan et al. 2019	(1) 24 (10/14)	Sedentário, obesidade	(1) 52,5 ± 8,0	Esteira	(1) EA: baixo volume (50% VO2pico)	(1) Mod	5 × / sem	(1) 30 min	24	(1) Δ − 0,6 ± 1,16 kg
	(2) 31 (11/20)		(2) 51,8 ± 8,3		(2) EA: alto volume (50% VO2pico)	(2) Mod		(2) 60 min		(2) Δ − 0,5 ± 1,25 kg
	(3) 30 (11/19)		(3) 52,8 ± 7,4		(3) EA: alto volume (75% VO2pico)	(3) Vig		(3) 60 min		(3) Δ − 0,6 ± 1,36 kg
	(4) 20 (10/10)		(4) 55,1 ± 6,6		(4) CON (sem exercício)	-		-		(4) Δ − 0,1 ± 1,50 kg
Keating et al. 2015	(1) 11 (5/6)	Sedentário, IMC > 25	(1) 45,5 ± 2,3	Ciclismo, caminhada rápida	(1) EA: alto volume (50% VO2pico)	(1) Mod	(1) 3 × / sem e 1 × / sem em casa	(1) 180–240 min / sem	8	(1) Δ − 387 ± 332,69 cm3
	(2) 12 (6/6)		(2) 44,2 ± 2,8		(2) EA: baixo volume (60–70% VO2pico)	(2) Vig	(2) 2 × / sem e 1 × / sem em casa	(2) 90–135 min / sem		(2) Δ − 258 ± 382,91 cm3
	(3) 12 (3/9)		(3) 45,6 ± 3,6		(3) EA: baixo volume (50% VO2pico)	(3) Mod	(3) 2 × / sem e 1 × / sem em casa	(3) 90–135 min / sem		(3) Δ − 213 ± 682,26 cm3
	(4) 12 (3/9)		(4) 39,1 ± 2,9		(4) CON (exercício simulado)	-	(4) 3 × / sem em casa	-		(4) Δ 93 ± 532,98 cm3
Irving et al. 2008	(1) 11 (0/11)	SM / Sedentários	51 ± 9 (grupo inteiro)	Esteira	(1) EA: baixa intensidade (abaixo de LT, PSE 10–12)	(1) Leve	5 × / sem	Dependente do gasto de energia	16	(1) Δ − 7 ± 50,01cm2
	(2) 9 (0/9)				(2) AE: alta intensidade (entre LT e VO2pico, PSE 15–17)	(2) Vig				(2) Δ − 25 ± 66,37cm2
	(3) 7 (0/7)				(3) CON (sem exercício)	-				(3) Δ − 2 ± 71,00 cm2
Gerosa-Neto et al. 2019	(1) 13 (0/13)	IMC ≧ 30, Sedentário	-	Esteira	(1) HIIT (10 × 1: 1 min 100% VO2max)	(1) Vig	3 × / sem	(1) 19,0 ± 0 min	6	(1) Δ − 0,2 ± 1,36 cm
	(2) 13 (0/13)				(2) EA (65% VO2max)	(2) Mod		(2) 34,0 ± 4,8 min		(2) Δ − 0,1 ± 2,00 cm
Tong et al. 2018	(1) 16 (0/16)	% gordura Corporal ≧ 30%	(1) 21.3 ± 1.0	Ciclismo	(1) SIT (80 × 6 s esforço máx com 9 s de descanso)	(1) Vig	1–4 sem: 3×/sem; 5–12 sem: 4×/sem	(1) 20 min	12	(1) Δ−6.4 ± 22,66 cm2
	(2) 16 (0/16)		(2) 21.3 ± 1.0		(2) HIIT (4 minutos exercício, seguido por 3 min de descanso, 90% VO2max)	(2) Vig		(2) 1ª – 4ª sem: 27,6 ± 2,9 min; 5ª – 8ª sem: 48,2 ± 6,2 min; e 9ª – 12ª sem: 46,3 ± 6,3 min.		(2) Δ−9,8 ± 28,70 cm2
	(3) 14 (0/14)		(3) 20.7 ± 1.5		(3) CON (sem exercício)	-	-	-		(3) Δ − 0,2 ± 20,+A1:L2741 cm2

Continuação da Tabela 1.

Característica de estudo				Intervenção						Resultado
Referência	**N (M / F)**	**População**	**Idade**	**Modalidade**	**Grupo**	**Intensidade**	**Frequência**	**Duração / sessão**	**Duração (sem)**	**Mudanças de TAV (média ± DP)**
Keating et al. 2017	(1) 15 (2/13) (2) 14 (2/12)	Sedentário, IMC ≧ 25	(1) 45,4 ± 1,9 (2) 44,2 ± 2,8	Ciclismo	(1) ER (3 séries de 8–12 repetições a 80–85% 1 RM com 1–2 min de descanso) (2) CON (alongamento, light fitball e automassagem)	(1) Vig	3 × / sem	30-60 min	8	(1) Δ − 175 ± 352,58 cm3 (2) Δ 10 ± 344 cm3
Slentz et al. 2011	(1) 52 (22/30)	Sedentário, IMC 26-35	(1) 49,7 ± 11,4	(1) Máquinas de levantamento de peso	(1) ER (3 séries / dia, 8-12 repetições / série, 8 exercícios)	(1) -	3 × / sem	(1) 112–149 min / sem	16	(1) Δ 0,8 ± 19 cm2
	(2) 48 (22/26)		(2) 49,5 ± 9,8	(2) Esteira, aparelhos elípticos, ciclismo	(2) EA (75% VO2pico)	(2) Vig		(2) 117 min / sem		(2) Δ − 15,9 ± 34 cm2
	(3) 44 (19/25)		(3) 46,9 ± 10,0	(3) Combinação dos 2 métodos	(3) EA + ER	(3) -		(3) 219–258 min / sem		(3) Δ − 10,9 ± 33 cm2
Ibañez et al 2005	9 (9/0)	DM tipo 2	66,6 ± 3,1	Máquinas de levantamento de peso	(1) ER 1ª – 8ª semana: 3 a 4 séries x 10 a 15 repetições de 50 a 70% de 1 RM; 9ª – 16ª semana; 3 a 5 séries x 5 a 6 repetições de 70 a 80% de 1 RM + Supino e extensão do joelho: 3 a 4 séries x 6 a 8 repetições de 30 a 50% de 1 RM Velocidade máxima de execução	-	2 × / sem	(1) 45 - 60 min	16	(1) Δ - 10,3%
Ballin et al. 2019	(1) 38 (20/18) (2) 39 (17/22)	CC ≧ 88 cm para mulheres; ≧ 102 cm para	(1) 70,7 ± 0,25 (2) 70,7 ± 0,24	TRX, polichinelos, flexões, step ups, sprints, agachamentos	(1) HIIT (40 × 40 s, separados por 20 s) (2) CON (sem exercício)	(1) Vig	3 × / sem	33-51 min	10	(1) Δ − 163 ± 783,91 g (2) Δ − 79 ± 1008,55 g

M, masculino; F, feminino; IMC, índice de massa corporal ; DP, desvio padrão; LT, limiar de lactato; PSE, percepção subjetiva de esforço; VO2pico, pico de consumo de oxigênio; VO2max, consumo máximo de oxigênio; sem, semana; h, hora; s, segundo; x, vezes; ER, exercício de resistência; EA, exercício aeróbio; min, minuto; FCmáx, frequência cardíaca máxima; RM, repetição máxima; HIIT, treinamento intervalado de alta intensidade; CC, circunferência da cintura; SIT, treinamento intervalado de sprint; CON, grupo de controle; TRX, faixa de exercício de resistência calistênico; DM, diabetes mellitus; TAV, tecido adiposo visceral; Vig, vigoroso; e Mod, moderado.

A análise dos estudos encontrados identificou que a modalidade, assim como sua intensidade e o seu volume, são variáveis que interferem diretamente no efeito sobre o TAV, potencializando ou não a redução deste. A rotina de treinamento mais empregada foi de três vezes por semana (55%), com duração de oito a 16 semanas de intervenção.

Exercícios aeróbios

Verificou-se variação na condução das intervenções, com os individuos dividos emgrupos. Parte do grupo foi submetida ao treinamento aeróbio contínuo com alto volume e baixa intensidade, outra ao treinamento com alto volume e alta intensidade e outra ao treinamento de baixo volume e alta intensidade. As intervenções acima descritas resultaram em mudanças significativas no TAV, mas sem diferença significativa nos resultados entre os grupos[16, 20, 21]. No entanto, estudo conduzido por Gerosa-Neto e colaboradores[22] não encontrou diferença significativa entre os momentos de avaliação na gordura visceral, tanto com treinamento moderado ou de alta intensidade. Provavelmente, esse resultado foi dependente da curta duração da pesquisa, uma vez que o protocolo utilizado foi de apenas seis semanas.

O emprego do HIIT, apesar de demandar menos tempo de sessão (19-51 min) que o Treinamento Contínuo (TC) (30-60 min), apresentou-se como alternativa eficaz na redução do TAV.

Exercícios Anaeróbios

O SIT é um exercício anaeróbio que consiste na execução de exercícios em máximo esforço por curta duração, atuando no metabolismo de carboidratos. Uma pesquisa dividiu sua amostra em dois grupos e, ao longo de 12 semanas, enquanto um grupo executa um programa de HIIT, o outro realizou o SIT. Ambos mostraram redução significativa da gordura visceral, sem diferença significativa dos resultados entre os grupos[18].

Entre os trabalhos que pesquisaram o efeito do ER no TAV, os resultados foram inconsistentes. Ibanez e colaboradores[24] observaram significativa redução do volume de gordura visceral em sua pesquisa, analisando um grupo de nove indivíduos em um treinamento de 16 semanas.

Em contrapartida, o estudo analisado que investigou o emprego do ER, concluiu não haver efetividade deste método para redução da gordura visceral, possivelmente precisando de mais do que as oito semanas do protocolo utilizado, para que houvesse resultados significativos[23]. Dessa forma, o EA é mais adequado para esse fim. Mesmo quando combinados o EA com ER, não houve diferença nos resultados obtidos com o EA exclusivamente[19].

Treinamento em Circuito

Um estudo[17] analisou um programa de treinamento de 10 semanas, com três sessões de treinos semanais, empregando exercícios de alta intensidade, em circuito, dinâmicos e calistênicos. Embora tenha ocorrido uma diminuição de 6,4% no TAV do grupo de intervenção, não houve diferença significativa em comparação com o grupo de controle. Os autores atribuem os resultados a erros e imprecisões metodológicas, sendo inconclusiva a pesquisa sobre a eficiência desse método de treino que combina características do HIIT com ER.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos selecionados, verificou-se que a prescrição do treinamento de efeito aeróbio, seja no método contínuo, com intensidade moderada, HIIT ou SIT, é a melhor estratégia no intuito de diminuição do TAV. No entanto, os treinamentos intervalados proporcionam uma maior eficiência em relação ao treinamento contínuo, em função do tempo total empregado para obtenção de resultados similares. É razoável que o programa escolhido tenha uma frequência de, pelo menos, três vezes por semana, por um período maior do que seis semanas. Já a duração das sessões deve ser adequada ao método empregado.

Quanto aos métodos de perfil neuromuscular, tanto os exercícios de resistência, quanto os treinamentos em circuito em alta intensidade, ainda têm resultados inconclusivos, necessitando novas pesquisas para elucidar sobre a forma de emprego e sua efetividade.

REFERÊNCIAS

[1] NORAT, T. *et al*. European Code against Cancer 4th Edition: diet and cancer. **Cancer Epidemiology**, v. 39, p. S56–S66, 2015.

[2] ROMIEU, I. *et al*. Energy balance and obesity: what are the main drivers? **Cancer Causes and Control**, v. 28, n. 3, p. 247–58, 2017.

[3] CAPEHORN, M.S.; HASLAM, D.W.; WELBOURN, R. Obesity treatment in the UK Health System. **Current obesity reports**, v. 5, n. 3, p. 320–6, 2016.

[4] AROKIASAMY, P. *et al*. Chronic noncommunicable diseases in 6 low- and middle-income countries: Findings from wave 1 of the world health organization's Study on Global Ageing and Adult Health (SAGE). **American Journal of Epidemiology**, v. 185, n. 6, p. 414–28, 2017.

[5] MALTA, D.C.; SILVA JR, J.B. da. O plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil e a definição das metas globais para o enfrentamento dessas doenças até 2025: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 151–64, 2013.

[6] LU, Y. *et al*. Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: A pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1·8 million participants. **The Lancet**, v. 383, n. 9921, p. 970–983, 2014.

[7] BLÜHER, S. *et al*. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 98, n. 8, p. 3384–3393, 2013.

[8] IBRAHIM, M. M. Subcutaneous and visceral adipose tissue: Structural and functional differences. **Obesity Reviews**, v. 11, n. 1, p. 11–8, 2010.

[9] ROCHLANI, Y. *et al*. Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. **Therapeutic Advances in Neurological Disorders**, v. 23, n. 2s, p. 153–6, 2017.

[10] GRUNDY, S. M. *et al*. Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute. **American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition**.Circulation, v. 109, n. 3, p. 433–8, 2004.

[11] OLIVEIRA, L.V.A. *et al*. Prevalência da síndrome metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 11, p. 4269–80, 2020.

[12] DA ROSA, S.E. *et al*. Cut-off points of visceral adipose tissue associated with metabolic syndrome in military men. **Healthcare**, v. 9, n. 7, p. 886, 2021.

[13] DONNELLY, J.E. *et al*. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459–71, 2009.

[14] DESPRÉS, J.P. *et al*. Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 28, n. 6, p. 1039–49,2008.

[15] YOU, T.; NICKLAS, B.J. Effects of exercise on adipokines and the metabolic syndrome. **Current Diabetes Reports**, v. 8, n. 1, p. 7–11, 2008.

[16] BRENNAN, A. M. *et al*. Individual response to standardized exercise: total and abdominal adipose tissue. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 52, n. 2, p. 490–497, 2020.

[17] BALLIN, M. *et al*. Effects of interval training on visceral adipose tissue in centrally obese 70-year-old individuals: a randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 67, n. 8, p. 1625–31, 2019.

[18] TONG, T.K. *et al*. Comparing time efficiency of sprint vs. High-intensity interval training in reducing abdominal visceral fat in obese young women: A randomized, controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. p. 1–9, 2018.

[19] SLENTZ, C.A. *et al*. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 301, n. 5, p. E1033–E1039, 2011.

[20] KEATING, S.E. *et al*. Effect of aerobic exercise training dose on liver fat and visceral adiposity. **Journal of Hepatology**, v. 63, n. 1, p. 174–82, 2015.

[21] IRVING, B.A. *et al*. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 11, p. 1863–72, 2008.

[22] GEROSA-NETO, J. *et al*. High- or moderate-intensity training promotes change in cardiorespiratory fitness, but not visceral fat, in obese men: A randomised trial of equal energy expenditure exercise. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 266, p. 150–5, 2019.

[23] KEATING, S.E. *et al*. Effect of resistance training on liver fat and visceral adiposity in adults with obesity: A randomized controlled trial. **Hepatology Research**, v. 47, n. 7, p. 622–31, 2017.

[24] IBANEZ, J. *et al*. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 28, n. 3, p. 662-7, 2005.

VALIDAÇÃO DE QUESTIONÁRIO DE CINETOSE PARA AVIADORES DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

Camila Caldas Vaz de Lima (ES-YS/AFA – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

RESUMO

O estudo da aerocinetose, sintomas desconfortáveis em voo, cuja exposição pode impedir militares de precisa execução da tarefa, principalmente em tarefas críticas, é altamente valoroso. Logo, traduzir e adaptar um questionário para a nossa realidade propiciará base para manejar tal condição.

Palavras-chaves: Cinetose; Desempenho Humano Operacional; Fator Humano; Aviador.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que o voo desencadeia diversas alterações no organismo como, por exemplo, desidratação, sudorese, náuseas, vômitos e tonturas, devido as variações de temperatura, pressão atmosférica, umidade, vibrações, acelerações e desacelerações, as últimas caracterizadas em angulares (mudança de direção) e lineares (mudanças verticais e horizontais)[1].

Em virtude dessas características, durante os voos, alguns pilotos apresentam sintomas de aerocinetose relacionados aos deslocamentos da aeronave, cujos movimentos atuam sobre os sistemas responsáveis por manter o equilíbrio do corpo humano (sistema visual, vestibular e proprioceptivo). Em muitos casos, esses sintomas implicam em prejuízos na instrução aérea, podendo pôr em risco até a segurança de voo[2].

Destarte, a cinetose é uma síndrome complexa cujos sintomas variam de bocejos e sonolência até mesmo náuseas, vômitos e tontura[3]. É uma intolerância ao movimento, uma resposta fisiológica normal em resposta a percepção de um movimento não usual com sua patogênese não completamente compreendida. A hipótese mais aceita é a teoria do conflito sensorial - sistema visual, labiríntico e proprioceptivo mandando informações conflitantes ao cérebro[4].

Do mesmo modo, a aerocinetose é uma resposta fisiológica a um estímulo sensorial relacionado ao voo, real ou aparente, conflitante com os padrões armazenados no cérebro[5]. A síndrome foi documentada na Segunda Guerra Mundial, onde as forças armadas transportadas por via aérea foram ‘neutralizadas’ e incapazes de cumprir sua missão, apesar de alcançar o seu

destino[6]. De acordo com Gupta e colaboradores[7] em tarefas militares críticas, o enjoo causado pelo mar pode impedir a efetividade da missão em militares da marinha envolvidos com operações importantes a bordo que experimentem os indesejáveis sintomas de cinetose, podendo extrapolar a todos os enjoos do movimento, como é o caso da aerocinetose.

Desse modo, aplicar um questionário para constatar os sintomas de aerocinetose presentes em voo e direcionar os militares para o melhor e mais eficaz tratamento se faz necessário. Todavia, os únicos questionários traduzidos e adaptados para o português: o *Motion Sickness Susceptibility Questionnaire- Short Form,* MSSQ-short) e o *Simulator Sickness Questionnaire, SSQ,* não englobam a síndrome de sopite, uma sonolência induzida por movimento cujos sintomas principais são bocejos e apatia. O *Motion Sickness Assessment Questionnaire* (MSAQ), é um questionário desenvolvido para avaliar a cinetose de maneira multidimensional, que engloba quatro grupos de sintomas: o gastroinstestinal, sistema nervoso central, periférico e relacionado a síndrome de sopite[8]. No entanto, o desenvolvimento de um questionário que englobe os diversos fatores da aerocinetose demanda esforço e grande tempo de trabalho, sendo assim, aplicar um questionário já validado em outras línguas, utilizando-se da adaptação e validação transcultural, poupa esforços, economiza tempo de trabalho e agrega valor aos futuros estudos sobre a população brasileira, em especial aos pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB).

MÉTODOS DE REVISÃO DE LITERATURA

Descritores

Foram utilizados os seguintes descritores conforme o DeCS: Motion Sickness e Questionnaire. Foram analisados outros sinônimos conforme o MeSH: *Air Sickness, Airsickness, Car Sickness, Carsickness, Sea Sickness, Seasickness, Space Motion Sickness, Survey* e *Surveys*. As bases de dados consultadas foram PubMed, Science Direct, SciELO e LILACS. As equações elaboradas foram:

Equação 1: *'Motion Sickness'* AND *Questionnaire*

Equação 2: *'Motion Sickness'* OR *Airsickness* AND *Questionnaire*

Equação 3: *'Motion Sickness'* OR *Airsickness* AND *Questionnaire* OR *Surveys*

O quantitativo de registros obtidos nas bases de dados, a partir das equações, bem como o número de registros selecionados em cada uma delas estão discriminados na Tabela 1. Excluídos artigos duplicados (13), capítulos de livro (um) e artigos não localizados (28).

Tabela 1 - Quantitativo de registros obtidos (RO) e registros selecionados (RS) em cada base de dados.

	PubMed		Science Direct		Scielo		Lilacs	
Registros	**RO**	**RS**	**RO**	**RS**	**RO**	**RS**	**RO**	**RS**
Equação 1	466	114	1082	104	2	0	0	0
Equação 2	-----	-----	-----	----	0	0	0	0
Equação 3	----	----	----	----	0	0	0	0

Fonte: o autor.

Além da busca às bases de dados por meio das equações mencionadas, foramutilizados, ainda, quatro livros-texto como referências bibliográficas: *Fundamentals of Aerospace Medicine*[1], Medicina Aerospacial[5], *Motion Sickness*[4], e *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*[3].

Critérios de inclusão

Foram incluídos estudos em seres humanos de ambos os gêneros cujas idades variassem entre 17 a 50 anos e sem comorbidades.

Critérios de exclusão

Pesquisas em animais, humanos com comorbidades e/ou doenças, utilização de medicamentos e ambientes simulados de microgravidade ou *space sickness* ou *space motion sickness*, além de questionários não validados.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com a inclusão dos artigos no embasamento teórico, são apresentados como destaque os principais que apresentam informações e achados relevantes para a pesquisa. No quadro 1 são apresentados três estudos desenvolvidos em três diferentes países com a perspectiva de analisar a temática da presente revisão. Em especial, a síntese destes achados nos fornece informações importantes no entendimento da cinetose por meio da aplicação de questionários.

Quadro 1 - Síntese dos resultados

Autor	País	Principais Achados
GIANAROS *et al.*[8]	EUA	Descreve o desenvolvimento de um questionário para a cinetose, confirmandoos principais sintomas e subdividindo-os em quatro categorias: Sistema Nervoso Central, Periférico, Gastrointestinal e Relacionado a Síndrome de Sopite.
KOUSOULIS *et al.*[9]	Grécia	Descreve a tradução e validação do *Motion Sickness Assessment Questionnaire* (MSAQ) para o grego.
GUPTA *et al.*[7]	Índia	MSAQ aplicado confirmando que a maioria da população do estudo apresenta sintomas leves e demonstrando que através do questionário supracitado é possível reconhecer sintomas precoces de cinetose.

Fonte: o autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento, está sendo realizada a revisão bibliográfica sobre validação de questionários, tradução e adaptação transcultural, pois é de grande valia que exista um instrumento adaptado de maneira satisfatória para que haja equivalência, independente do contexto utilizado, garantindo que o instrumento traduzido e adaptado esteja em condições de aplicabilidade e, com isso, sirva de ferramenta para diagnosticar os sintomas de aerocinetose de forma estatística e assim, desenvolver um protocolo para tratamento, elevando o desempenho humano operacional.

REFERÊNCIAS

[1] DAVIS, J.R. *et al.* **Fundamentals of aerospace medicine: Fourth edition**. Philadelphia: LWW, 2008.

[2] COMITÊ NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Manual do instrutor de voo**. 2016. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/Anexos/MIV-rev-2016.pdf . Acesso em: 20 set. 2021.

[3] LACKNER, J.R. **Reference module in neuroscience and biobehavioral psychology**. Waltham: Elsevier. 2019.

[4] REASON, J.T.; BRAND J. J. **Motion sickness**. London: Academic Press; 1975.

[5]TEMPORAL, W.F. (Org.). **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.

[6] ESTRADA, A. *et al.* Airsickness prevention in helicopter passengers. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 78, n. 4, p. 408-413, 2007.

[7] GUPTA, A.K. *et al.* Assessment of Sea Sickness in Naval Personnel: Incidence and Management. **Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 25, n. 2, p. 119- 124, 2021.

[8] GIANAROS, P.J. *et al*. A questionnaire for the assessment of the multiple dimensions of motion sickness. **Aviation, Space and Environmental Medicine**. v. 72, n. 2, p. 115-119, 2001.

[9] KOUSOULIS, P. *et al*. Psychometric properties of the greek version of the Gianaros Motion Sickness Assessment Questionnaire. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 87, n. 11, p. 954-957, 2016.

ESTUDOS LONGITUDINAIS EM CADETES DE DIFERENTES FORÇAS ARMADAS: UMA SÍNTESE A CERCA DOS TESTES FÍSICOS E ANTROPOMÉTRICOS

Carla Cristina Evangelisti Moreira da Silva (AFA – FAB)
Gilberto Pivetta Pires (UNIFA – FAB)

RESUMO

A presente texto é o resultado de uma revisão da literatura de estudos que versam sobre testes do condicionamento físicos e antropométricos, ressaltando seus resultados ao longo dos anos de formação de cadetes das Forças Armadas. Estudos mostram melhoria nos componentes de resistência e potência muscular, porém, indicam estabilidade ou queda nas demais capacidades.

Palavras-chaves: Cadetes; Testes Físicos; Antropometria.

INTRODUÇÃO

O condicionamento físico proporciona o desenvolvimento corporal, usando diferentes músculos para fortalecer, modelar e tonificar todo o corpo. Combinados a diversos tipos de exercícios, como treinamento de flexibilidade, força e resistência, o condicionamento físico estabelece um físico equilibrado e estável.

Muitos autores enfatizam a importância do condicionamento físico para a área militar, independente da especialidade observada. Seja em âmbito geral dos requisitos básicos para se exercer a função militar, quanto no debate da necessidade da especificidade no treinamento, o condicionamento físico é tido como uma das premissas para a capacitação do militar em suas funções essenciais[1; 2; 3; 4; 5; 6; 7].

De acordo com Oliveira[1] o fator humano e a aptidão física dos integrantes das Forças Armadas são um dos objetivos e qualidades mais importantes da defesa nacional em todo o mundo, independentemente do alto desempenho e desenvolvimento da tecnologia de armas. Desta forma, levando em consideração as condições específicas de vida e trabalho dos cadetes e enfatizando assim a importância da educação física nas academias militares.

O cumprimento dos deveres operacionais na guarnição e em ambientes diversos por militares depende da manutenção da saúde e condicionamento físico, segundo Dada[3], que também coloca que todos os membros das Forças Norte Americanas devem manter os padrões de composição corporal e um mínimo nível de aptidão física em termos de resistência

cardiorrespiratória, força e resistência muscular específicos para sua especialidade militar e missão.

Ainda sobre a concepção de condicionamento físico mínimo suficiente para manter a saúde e cumprir as demandas básicas militares, tanto Aamstad[6] quanto Mackey[2] colocam como capacidades importantes de tal condicionamento físico a força e resistência muscular, resistência cardiorrespiratória, e composição corporal, corroborando com o colocado por Dada[3] e complementando que a importância de cada uma dessas capacidades varia de acordo com a especificidade da especialidade.

Já Cuddy[7], coloca o condicionamento físico como importante para a sociedade em geral. Porém, para o militar, atingir um alto nível de condicionamento físico pode ser decisivo para seu sucesso no trabalho. Cuddy[7] complementa afirmando que um recruta que obtém sucesso em campos específicos ao trabalho reduz a perda de tempo e dinheiro da instituição.

Outro aspecto importante da atividade física levantado por Gibala[5] é que o treinamento, para além do condicionamento físico necessário para as demandas do serviço, também desenvolve espírito de corpo, trabalho em equipe, camaradagem e resiliência. Oliveira[1] corrobora com tal ideia colocando como pontos centrais a saúde, desenvolvimento integral da personalidade e a prática educacional do cadete.

Levando em consideração a importância da atividade física para o bom e necessário condicionamento físico do militar, é imprescindível que haja um treinamento pautado em testes físicos específicos a tantas demandas básicas previamente descritas. Os testes de aptidão física são essenciais para mensurar as capacidades físicas daqueles que servem às forças[3] e o ideal é que cada área das Forças Armadas determine quais testes do condicionamento físico são melhores para definir o condicionamento mínimo necessário correspondente às demandas de seu quadro e membros[1].

A ausência de estudos acerca da evolução dos resultados do TACF dos Cadetes na Academia da Força Aérea Brasileira enfatiza a importância desse trabalho, no sentido de perceber como outras forças pelo mundo estão avaliando e medindo a eficácia de seus testes, bem como de seu treinamento, para que se possa reproduzir esse tipo de pesquisa dentro da Força Aérea Brasileira.

Assim a presente síntese tem por objetivo revisar sistematicamente na literatura os estudos acerca dos testes do condicionamento físicos e antropométricos, e seus resultados ao longo dos anos de formação dos cadetes de diferentes forças armadas.

MÉTODO

Tipo de estudo

O presente estudo trata de uma revisão sistemática na qual foram analisados os estudos longitudinais acerca da avaliação física dos cadetes das forças armadas pelo mundo.

Critério de elegibilidade dos estudos

Utilizou-se a estratégia PICOS para elaboração dos critérios de inclusão dos estudos. O critério de elegibilidade para a seleção dos estudos tomou como base estudos que analisaram longitudinalmente os resultados dos testes físicos e/ou antropométricos durante o período de formação dos cadetes. Desta forma, os seguintes critérios foram considerados para seleção de estudos:

Participantes: cadetes das forças armadas que participaram dos testes físicos e antropométricos em sua força durante todo o seu período de formação;

Intervenção: Testes físicos e antropométricos;

Comparação: ao longo dos anos de formação, dentro do mesmo grupo;

Desfecho: analisar o comportamento dos resultados dos testes do condicionamento físico e o resultado do treinamento no decorrer dos anos de formação dos Cadetes;

Desenho do estudo: Estudos longitudinais.

Critério de inclusão

Foram incluídos na presente revisão estudos que observam o comportamento dos resultados dos testes físicos e antropométricos desenhados pelas forças armadas de diversos países. Desta forma, os seguintes critérios foram considerados para seleção de estudos: i) ser com cadetes; ii) estudo longitudinal; e iii) testes do condicionamento físico e antropométricos que avaliam o Treinamento Físico Militar.

Critérios de exclusão

Estudos que, apesar de selecionados por ter relação com o treinamento físico militar e os testes de avaliação do condicionamento físico, foram descartados obedecendo os seguintes critérios: i) analisam o treinamento físico que não o da grade curricular dos cadetes; ii) ser transversal; iii) não cobrir ou cobrir apenas parte do período de formação da turma de Cadetes; iv) trabalhos que tratam do treinamento ou avaliação relacionados com doenças ou lesões.

Estratégia de busca

Uma busca de literatura foi realizada entre junho e julho de 2021 nas bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e Web of Science. Os descritores utilizados foram ‘Cadet’ e ‘Cadets’ com o operador booleano OR entre eles. Não houve nenhum filtro de idiomas e o limite de tempo foi de 10 anos.

Processo de coleta de dados

Na presente revisão, foram extraídos os seguintes dados dos estudos selecionados: País, Força Armada a qual se remete, anos de formação do Cadete, objetivo do estudo, número da amostra, tipo de testes realizados, predominância do teste, tipo de treinamento físico executado, resultados obtidos.

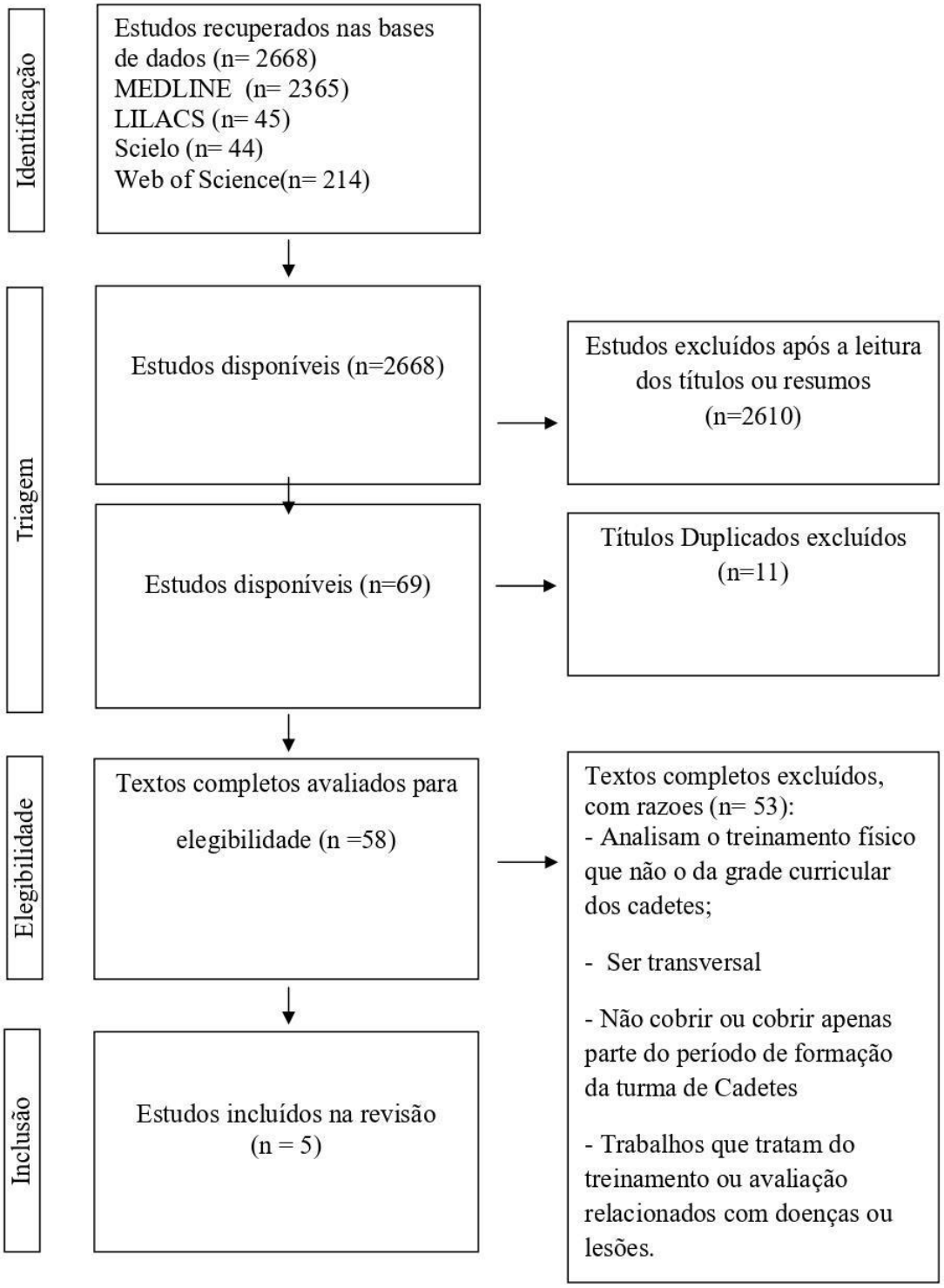
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A revisão sistemática levantou informações importantes acerca da progressão dos resultados dos testes físicos e antropométricos em diferentes forças de diferentes países, tais como: (i) apesar de apresentarem forças, países e testes diferentes, o comportamento dos resultados das capacidades comuns observadas entre os estudos é bastante parecido; (ii) A especificidade do treinamento e do teste, bem como o ajuste das intensidades e cargas são de suma importância para a melhora das capacidades físicas e antropométricas inerentes ao militar.

É importante destacar que, durante a busca nas bases de dados, verificou-se que há diversos artigos acerca de métodos de treinamento com cadetes, muitos deles associados a lesões ou doenças. Porém, poucos diagnosticam o desempenho longitudinal, acompanhando sua formação.

Conforme a Figura 1, dos 2668 artigos relacionados condicionamento e testes físicos feitos com cadetes (MEDLINE= 2365; LILACS= 45; Scielo= 44; Web of Science= 214), 2610 foram excluídos após a leitura dos títulos, sobrando assim 69 estudos disponíveis. Destes, foram excluídos 11 estudos duplicados. Feita a leitura dos resumos, após os critérios de elegibilidade, somente cinco tinham caráter longitudinal, acompanhando o desempenho dos cadetes no decorrer dos anos de formação de suas respectivas academias.

Figura 1. Diagrama de fluxo de estudos incluídos na revisão de literatura



Fonte: os autores

Conforme a Tabela 1, os cinco estudos analisados tiveram por objetivo avaliar as mudanças nos resultados dos testes físicos e/ou antropométricos no decorrer do tempo de formação dos cadetes. Além desse objetivo, o estudo de Mackey[2] também se propõem a avaliar

a sensibilidade da classificação dos testes em termos de resultados absolutos e composição da pontuação.

Os cinco artigos analisados apresentam dados de testes físicos e/ou antropométricos. O período de formação dos cadetes nas academias estudadas por cada artigo se mostra diferente conforme a força armada e o país, variando entre três e quatro anos.

Tabela 1. Estudos incluídos na revisão com descrições técnicas e metodológicas e seus respectivos resultados.

ARTIGO	PAÍS	FORÇA ARMADA	TEMPO (ANOS)	NÚMERO DA AMOSTRA	TIPO DE TESTE	MOMENTOS DE TESTE	TIPO DE TREINAMENTO
Mackey, C. S. et al (2019)[2]	EUA	Força Aérea	4	48 Homens de 19.8 +- 1.2 anos	Físicos: Resistência Mucular MMSS, resistência localizada de abdominais, capacidade aeróbia; Antropométrico: circunferência abdominal	1 vez por ano durante 4 anos (4 testes): a turma que entrou na primavera faz os testes na primavera e os que entraram no outono, fazem no outono.	Aquecimento e alongamentos calistenicos de membros supriores e inferiores, exercícios de força e corrida, em especial, flexão de braço, abdominal, barra e corrida.
Aandstad, A. et al (2012)[6]	Noruega	Força Aérea	3	30 cadetes homens; 23+-4 anos;	Medidas antropométricas; VO2Max absoluto, VO2Max relativo ao peso, Fcmax, Lactato	4 momentos de teste: 1. Agosto de 2006, entrada dos cadetes (30 cadetes); maio de 2007 (30 cadetes); Maio de 2008 (16 cadetes); Maio 2009 (16 cadetes)	Treino prioritariamente aeróbico como corrida, ski cross-country, pista de obstaculos.
Aandstad, A. et al (2020)[8]	Noruega	Marinha, exército e Força Aérea	3	260 homens (23.1+- 2.7 anos) e 20 mulheres (22.5 +- 2.3 anos)	medidas antropométricas, potenca aeróbia, potencia muscular, resistencia muscular de MMSS.	4 momentos: o primeiro na chegada na academia; os seguintes foram nos 2 ultimos meses de cada ano	não mencionado
Napradit, P. Hatthachote, P. (2016)[9]	Tailandia	Escola de medicina militar	4	73 homens e 20 mulheres, 19.2 +- 0.6	Medidas antropométricas; Força de MMII, força localizada nas mãos, resistência de MMSS e localizada de abdomen; Capacidade aeróbia.	3 momentos: level inicial do condicionamento físico, em abril de 2008; ao final do ano pre-clínico, em maio de 2010 ; e durante o ano clínico, em julho de 2012.	não há um treinamento sistematizado
Marić, L. et al (2013)[10]	Servia	academia militar (não diz a força)	4	120 militares	Resistência de MMSS, resistência localizada de abd; específico situacional, potência de MMII e capacidade aeróbia.	ao final de cada ano, durante 4 anos	desenvolver potencia, força e resistência

Quatro[8, 2, 9, 6] dos cinco estudos que apresentam dados de testes antropométricos, enquanto outros quatro[8, 2, 10, 6] dos cinco estudos apresentam dados de testes físicos. Apenas um estudo[10] coloca um teste específico situacional, que consiste em um teste direcionado para funções específicas militares. Neste caso, o teste utilizado é a pista de obstáculos.

Todos os artigos que apresentaram dados antropométricos demonstraram agravo nos referidos dados na comparação entre médias do primeiro e do último teste. A exceção do Aandstad[6] que apresentou redução na gordura corporal, tendo esta diminuído 2,23% do primeiro para o último teste. A massa corporal aumentou em 2,75% do teste inicial para o final, o que está relacionado com o ganho de massa magra, tendo em vista a queda na porcentagem de gordura corporal estimada.

É importante ressaltar que Aandstad[6] aponta diminuição nos índices de VO2máx o que pode ser explicado com a mudança do tipo e frequência do treinamento feito na respectiva escola de formação: o artigo descreve que durante o primeiro ano, os cadetes tiveram dois horários de 90 minutos de educação física obrigatórios por semana, nos quais os treinos são prioritariamente aeróbios. A partir do segundo ano, tais treinos se reduzem para uma vez na semana. A redução do treino obrigatório, prioritariamente de capacidade aeróbia, justifica a diminuição nesses índices.

Apesar de todos os artigos que apresentam dados antropométricos, com exceção de Aandstad[6], apresentarem agravamento nos dados antropométricos, a redução na média, em geral, foi de no máximo cinco por cento, com exceção de Napradit, Hatthachote[9]. No referido artigo, este comportamento se acentua, chegando a 10,91% de aumento na circunferência abdominal no grupo feminino.

Tais indicativos, aliados ao fato a academia não disponibilizar um treinamento sistematizado obrigatório ou sugerido aos cadetes, gera a hipótese da importância de um treinamento previsto para a melhora dos cadetes. Tal dado, corrobora com Tingelstad[4] que comparou o resultado dos testes com as características morfológicas dos indivíduos e seu nível de condicionamento físico e concluiu que, para capacidades básicas ao militar não há influência das características morfológicas, mas sim, do treinamento, deixando clara a importância da atividade física sistematizada e orientada e teste adequados à atividade fim, mesmo que esta sejam de caráter básico e geral.

Ao observar o teste de corrida do grupo ‘outono’ no artigo de Mackey[2], bem como o teste de VO2máx do grupo feminino de Aandstad[6], percebe-se melhora de 1,24% e 0,66% respectivamente. Esse pequeno aumento pode estar relacionado ao nível de treinamento inicial dos indivíduos, tendo em vista que todos os outros grupos mantiveram ou diminuíram a qualidade

de seus resultados, a carga inadequadamente baixa para os mais treinados pode ser suficiente para a melhora dos menos treinados.

Para as capacidades força, potência ou resistência de membros superiores (MMSS), membros inferiores (MMII) e/ou abdominais, três artigos[6, 2, 10] apresentaram melhora em todos os testes no decorrer dos anos de formação.

Na capacidade específica situacional, apenas Maric[10] apresentou resultados, no teste da pista de obstáculos. Não houve melhora nessa capacidade, o que provavelmente tenha correlação com o tipo de treinamento desenvolvido com os cadetes. Segundo o descrito por Maric[10], o plano semanal de treinamento da academia possui duas aulas com o objetivo de desenvolver potência, força e resistência, além de mais duas horas de esportes variados. Não houve melhora estatística na avaliação específica proposta, o que demonstra que o treinamento não é específico à tarefa ou as cargas e intensidades não estão adequadas para que haja progressão.

Na concepção de condicionamento físico mínimo suficiente para manter a saúde e cumprir as demandas básicas militares, tanto Aamstad[6] quanto Mackey[2] colocam como capacidades importantes deste a força e resistência muscular, resistência cardiorrespiratória, e composição corporal. Nesse quesito os cinco estudos corroboram com esta perspectiva, pelo menos parcialmente, no que diz respeito ao treinamento ou a avaliação.

Com exceção da resistência e potência muscular, em geral, as capacidades avaliadas nesta síntese não apresentam melhoras. A redução das médias ao longo dos anos pode estar relacionada ao treinamento ser específico ao teste. Para Aamstad[6] e Mackey[2] a importância de cada uma das capacidades previamente citadas (força e resistência muscular, resistência cardiorrespiratória, e composição corporal) varia de acordo com a especificidade da especialidade militar. Porém, nenhum dos estudos avalia ou menciona a especificidade de treinamento ou avaliação por especialidade militar. Somente Marić[10] que coloca a pista de obstáculos como específico situacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente síntese apresentou as referências disponíveis na literatura com o objetivo de revisar sistematicamente na literatura os estudos acerca dos testes do condicionamento físicos e de seus resultados ao longo dos anos de formação dos cadetes de diversas forças armadas.

Até o presente momento, a literatura mostra como aspectos importantes a serem avaliados a resistência e potência muscular, capacidade aeróbia e composição corporal.

Os estudos mostram melhoria nos componentes de resistência e potência muscular, porém, indicam estabilidade ou queda nas demais capacidades previamente citadas.

Sugere-se a realização de estudos com essa temática na Força Aérea Brasileira, afim de embasar ou sugerir mudanças aos métodos de treinamento e avaliação hoje instaurados

REFERÊNCIAS

[1] OLIVEIRA, I.M. *et al*. Physical fitness in Spanish cadets. A four-year study. **International Maritime Health**, v. 72, n. 1, p. 10-17, 2021.

[2] MACKEY, C.S.; DEFREITAS, J.M. A longitudinal analysis of the U.S. Air Force reserve officers' training corps physical fitness assessment. **Military Medical Research**, v. 6, n. 1, p. 30, 2019.

[3] DADA, E.O. *et al*. Sex and age differences in physical performance: A comparison of Army basic training and operational populations, **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 2, p. 68-73, 2017.

[4] TINGELSTAD, H.C. *et al*. Explaining performance on military tasks in the Canadian Armed Forces: the importance of morphological and physical fitness characteristics. **Military Medicine**, v.181, n. 8, p. e1623-e1629, 2016.

[5] GIBALA, M. J.; GAGNON, P. J.; NINDL, B. C. Military applicability of interval training for health and performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 40-45, 2015.

[6] AANDSTAD, A. *et al*. Change in anthropometrics and aerobic fitness in Air Force Cadets during 3 years of academy studies. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 83, n. 1, p. 35-41,2012.

[7] CUDDY, J.S. *et al*. Factors of trainability and predictability associated with military physical fitness test success. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 12, p. 3486-3494, 2011.

[8] AANDSTAD, A. *et al*. Change in anthropometrics and physical fitness in Norwegian Cadets during 3 years of Military Academy Education. **Military Medicine**, v. 185, n. 7-8, p. e1112-e1119, 2020.

[9] NAPRADIT, P.; HATTHACHOTE, P. Changes in physical fitness and anthropometric of medical cadets over their study period in Phramongkutklao College of Medicine. **Journal of the Medical Association of Thailand**, v. 99, n. 12, p. 1360-6, 2016.

[10] MARIC, L. et al. The effectiveness of physical education of the Military Academy cadets during a 4-year study. **Vojnosanitetski Pregled**, v. 70, n. 1, p. 16–20, 2013.

LEITURAS EXPLORATÓRIAS SOBRE DESEMPENHO OPERACIONAL DE AERONAVEGANTES SUBMETIDOS A TREINAMENTOS SUCESSIVOS EM HIPÓXIA

Danielle Filippo de Lemos (HCA – FAB)
Adriano Percival Calderaro Calvo (UNIFA – FAB)

RESUMO

Considera-se a hipóxia condição extremamente perigosa na aviação. Aeronavegantes são submetidos a treinamentos fisiológicos sob essa condição. Para avaliar se há alteração dos sintomas e da tolerância à hipóxia em treinamentos sucessivos foi realizada uma revisão da literatura.

Palavras-chaves: Hipóxia; Câmaras de Exposição Atmosférica; Aviador; Militar; Treinamento por Simulação

INTRODUÇÃO

Sob condições insuficientes de suprimento de oxigênio para os tecidos do corpo, o organismo apresenta uma condição denominada hipóxia. A hipóxia é considerada um dos mais graves perigos durante o voo. Sabe-se que a exposição a níveis reduzidos de oxigênio respirável causa uma série de efeitos deletérios no desempenho humano[1].

A hipóxia de altitude é a mais significativa no âmbito da aviação. Trata-se de um tipo de hipóxia hipóxica, que resulta da queda da pressão parcial de oxigênio no ar inspirado, devido à redução da pressão atmosférica ao se ascender no voo[2; 3].

A hipóxia pode afetar o desempenho dos pilotos diretamente devido à falta de oxigênio cerebral e indiretamente por causa dos sinais e sintomas associados a ela como dispneia, pulso rápido, síncope, disfunção visual, perturbações mentais como o delírio ou euforia, e até mesmo a morte[1].

Muitos aeronavegantes experimentarão episódios de hipóxia ao longo de suas carreiras[4; 5]. Embora mais prevalente em altitudes acima de 20.000 pés (6096 m), a hipóxia pode ocorrer em altitudes tão baixas quanto 5.000 pés (1524 m). É uma situação grave não só para quem voa em cabines pressurizadas, mas também para aqueles que voam abaixo de 10.000 pés (3048 m) em aeronaves não pressurizadas[2].

A partir do início da hipóxia, existe uma janela de tempo chamada tempo de consciência útil (TUC), que depende da altitude de voo, durante a qual os pilotos podem tomar medidas para corrigir a hipóxia. Este tempo permite aos pilotos iniciarem procedimentos de recuperação antes

de ficarem incapacitados. O valor médio do TUC em estado de repouso é de 3 a 5 minutos a 25.000 pés[6]. O TUC diminui drasticamente para apenas alguns segundos em altitudes mais elevadas[7].

A prevenção da hipóxia envolve a educação em duas áreas: instruir a tripulação sobre como usar o equipamento de oxigênio adequadamente e fornecer treinamento de reconhecimento de hipóxia para que possam reconhecer seus sintomas de hipóxia assim que eles aparecerem[2; 8].

Uma das formas de treinar aeronavegantes para reagir à hipóxia é submetê-los a condições de baixa pressão atmosférica e baixa densidade de oxigênio como, por exemplo, os exercícios de adaptação fisiológica realizados em câmaras hipobáricas para humanos. Nestes exercícios, o objetivo é proporcionar ao aeronavegante baixas pressões atmosféricas de modo que ele tenha oportunidade de experienciar as reações de seu corpo nestas condições, em especial, de conhecer os sintomas inicias de hipóxia hipobárica que seu corpo demonstrará.

A princípio, a tripulação treinada em hipóxia deve ser capaz de reconhecer sua 'assinatura de hipóxia' rapidamente se ela ocorrer durante o voo, permitindo-lhe tomar as ações corretivas apropriadas dentro de seu tempo de consciência útil.

A memória dos sintomas de hipóxia pode ser fortalecida por repetidas sessões de treinamento[9]. Um intervalo de tempo de 3-6 anos é geralmente considerado adequado para atualizar o conhecimento dos sintomas mais sutis e iniciais[10; 11].

No Brasil, o treinamento em hipóxia ocorre no Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE), da Força Aérea Brasileira (FAB), realizado em câmara hipobárica a cada 5 anos[12].

A suscetibilidade à hipóxia é influenciada por uma série de fatores, incluindo fadiga, atividade física, doenças, temperatura ambiente, taxa de subida, altitude de destino, medicamentos e álcool[13]. No entanto, existem fatores que não podem ser evitados como idade e gênero[14]. Além disso, apesar dos sintomas de hipóxia serem conhecidos, pouco se sabe se ao longo dos anos tais sintomas e a tolerância a eles sofrem alterações.

Objetivo

Verificar os efeitos biológicos e a tolerância de indivíduos expostos sucessivas vezes à hipóxia simulada através de câmara humana de baixa pressão (câmara hipobárica) ou câmara normobárica que estão divulgados no meio científico.

METODOLOGIA

Com planejamento de realizar uma revisão de literatura sobre o desempenho de aeronavegantes em condições de hipóxia, pela análise de seus sintomas e da sua tolerância em treinamentos sucessivos, iniciou-se um processo de busca preliminar de artigos em bases de dados.

Estratégia de busca

Para a elaboração da questão de pesquisa e a construção da pergunta para a busca bibliográfica utilizou-se a estratégia PECO: (p) aeronavegantes (militares, aviadores, pilotos); (e) exposição à hipóxia em treinamentos, (c) intraindivíduos; e (o) desempenho, sintomas e características físicas e fisiológicas.

Termos de busca

Após análises dos descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e seus sinônimos obtidos através do Medical Subject Headings (MeSH), foram selecionados os seguintes termos: *hypoxia, oxygen deficiency, hypoxemia, anoxia, anoxemia, time of useful consciousness, hypoxic tolerance, performance, effective performance time, hypoxia awereness training, atmosphere exposure chamber, hypobaric chamber, military, air force personnel, military personnel, aviator, pilot, hyperbaric, decompression, altitude sickness.*

Foram aplicados os operadores boleanos ‘OR’ entre sinônimos, ‘AND’ e ‘AND NOT’ entre os termos.

Bases de dados

As pesquisas foram realizadas de abril a setembro de 2021, usando as bases BVS, Scielo, Scopus, Science Direct, Cochrane, Medline, Web of Science e Google Scholar. Para cada base de dados, foi montada uma equação com a melhor combinação dos termos de busca.

Foram encontrados os seguintes números de resultados em cada base: BVS - 7, Scielo - 5, Scopus - 15, Science Direct - 146, Cochrane - 10, Medline - 105, Web of Science - 177 e Google Scholar - 35. O resultado da base Scielo não foi considerado por não ter gerado nenhum resultado com os desfechos procurados.

SELEÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos resultados, foi utilizada a ferramenta Rayyan, criada primariamente para auxílio em pesquisas do tipo revisão sistemática e metanálise.

Como exemplos de critérios de exclusão, citam-se desfechos apenas médicos ou odontológicos, pesquisas em ratos, relatos de caso e, como critérios de inclusão, cognição em hipóxia, performance, militares, câmaras.

Inicialmente, foram encontrados 482 resultados. Após exclusão de duplicatas e leituras dos títulos, foram selecionados 96 artigos, dos quais 7 resultados serão destacados nesta revisão.

RESULTADOS PRELIMINARES

Leinonen e colaboradores[15] buscaram validar o efeito de treinamento em hipóxia normobárica em um simulador de voo em pilotos da Força Aérea Finlandesa submetidos a dois treinamentos com intervalo de 2,4 anos (n= 89). Como resultado, o treinamento seriado em hipóxia normobárica ajudou os pilotos a reconhecerem seus sintomas de hipóxia mais cedo o que pode, assim, aumentar a segurança de voo.

Tu e colaboradores[9] avaliaram a associação entre os sintomas de hipóxia experimentados durante duas sessões de treinamento com 4 anos de intervalo por tripulantes militares de Taiwan que fizeram um curso de reciclagem a 25.000 pés em 2018 (n= 341). Os sintomas de hipóxia recordados e os relatados imediatamente após uma sessão de treinamento foram semelhantes. Este achado foi claramente afetado pela duração da experiência de voo (horas de voo).

Alagha e colaboradores[13] buscaram esclarecer a possível relação entre idade e suscetibilidade à hipóxia, utilizando dados de 30 pilotos de caça experientes da Força Aérea Iraniana submetidos a cinco treinamentos sucessivos de rotina em câmara hipobárica de 1972 a 1984 (com intervalo de 3 anos entre eles). Embora a experiência anterior de hipóxia possa ajudar os pilotos a reconhecer os seus sintomas mais rapidamente, o seu efeito nesse trabalho não foi estatisticamente significativo ($P < .18$). O aumento da idade reduziu a quantidade de tempo antes do aparecimento do primeiro sintoma individual de hipóxia ($P < 0,000002$). Análises estatísticas demonstraram que o fator experiência foi muito menos significante que o fator idade.

Johnston e colaboradores[10] investigaram a eficácia do treinamento de hipóxia, comparando a recordação dos sintomas de hipóxia em tripulações militares da Nova Zelândia (n= 26) submetidas a dois treinamentos consecutivos em câmara hipobárica conduzidos, em média, com 4,5 anos de intervalo (altitudes: 18000 e 25000 pés). Um elevado nível de semelhança entre a recordação dos sintomas de hipóxia experimentados previamente e a experiência recente apoiam a eficácia do treino de hipóxia. Estes resultados replicam a descoberta de uma ‘assinatura de hipóxia’ relatada por Smith[7].

Woodrow; Webb; Wier[8] avaliaram os sintomas de hipóxia relatados por tripulações militares da Força Aérea dos Estados Unidos durante a exposição aguda a 25.000 pés (7.620 m) e exploraram se os sintomas foram os mesmos do treinamento realizado 5 anos antes (n= 1123). A semelhança dos sintomas lembrados nos diferentes eventos fornece evidências de que o treinamento de hipóxia é um método eficaz para estabelecer o reconhecimento de alterações que podem influenciar o desempenho em voo.

Smith[7] explorou a semelhança dos sintomas relatados por tripulantes aéreos militares da Arábia Saudita após exposição aguda a 25.000 pés (7620 m) com aqueles lembrados de um treinamento anterior, ocorrido 3 anos antes (n= 49). O treinamento em hipóxia foi um método eficaz para permitir que a tripulação aérea reconhecesse sua manifestação pessoal de hipóxia ('assinatura de hipóxia'). Especificamente, o comprometimento da função cognitiva predominou tanto nos sintomas da hipóxia aguda, quanto nos lembrados do treinamento anterior.

Izraeli e colaboradores[16] tiveram como objetivo avaliar um método de determinação do TUC em cadetes de Israel submetidos à hipóxia a 25.000 pés (7620 m) em câmara de altitude com intervalo de uma semana entre os treinamentos (n= 17). Não houve diferença estatística significante entre os valores de TUC em ambas as exposições, questionando-se o efeito de aprendizagem dos sintomas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados preliminares indicam que os treinamentos sucessivos de adaptação fisiológica e suas relações com a tolerância à hipóxia são pouco reportados na literatura disponível, e apresentam metodologias de avaliação diferenciadas entre si, impossibilitando conclusões contundentes a respeito do tema. Além disso, não foi encontrado nenhum resultado referente à experiência em treinamentos sucessivos por tripulações brasileiras.

Portanto, sugerimos que investigações sobre a exposição de indivíduos à adaptação fisiológica em câmaras hipobáricas sucessivas vezes e suas consequências para tolerância à hipóxia sejam realizadas, devido a sua pertinência científica e aplicação clínica.

REFERÊNCIAS

[1] BLACKER, K.J.; MCHAIL, D.G. Time course of recovery from acute hypoxia exposure as measured by vigilance and event-related potentials. **Physiology & Behavior**, v. 239, p. 113508, 2021.

[2] PATRÃO, L. *et al*. Flight physiology training experiences and perspectives: survey of 117 pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 84, n. 6, p. 620-624, 2013.

[3] HIPÓXIA. *In*: TEMPORAL, W. *et al*, (org.). **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes - Comunicação, Arte & Cultura, 2005. cap. V, p. 91-102.

[4] FILES, D.S.; WEBB, J.T.; PILMANIS, A.A. Depressurization in military aircraft: rates, rapidity, and health effects for 1055 incidents. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 76, n. 6, p. 523-529, 2005.

[5] ARTINO, A.R.; FOLGA, Richard V.; SWAN, Brian D. Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators: evaluation of an alternate instructional paradigm. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 77, n. 8, p. 857-863, 2006.

[6] DAVIS, J.R.; JOHNSON, R.; STEPANEK, J. (Ed.). **Fundamentals of Aerospace Medicine. Philadelphia**: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

[7] SMITH, A.M. Hypoxia symptoms in military aircrew: long-term recall vs. acute experience in training. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 79, n. 1, p. 54-57, 2008.

[8] WOODROW, Andrew D.; WEBB, James T.; WIER, Grady S. Recollection of hypoxia symptoms between training events. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 82, n. 12, p. 1143-1147, 2011.

[9] TU, M. *et al*. Comparison of hypobaric hypoxia symptoms between a recalled exposure and a current exposure. **Plos One**, v. 15, n. 9, p. e0239194, 2020.

[10] JOHNSTON, B.J. *et al*. Hypoxia training: symptom replication in experienced military aircrew. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 83, n. 10, p. 962-967, 2012.

[11] NEUHAUS, C.; HINKELBEIN, J. Cognitive responses to hypobaric hypoxia: implications for aviation training. **Psychology Research and Behavior Management**, v. 7, p. 297, 2014.

[12] BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-geral do Pessoal. Portaria nº 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017. Aprova a reedição do **Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF)**, ICA 37-650. Boletim do Comando da Aeronáutica. Brasília: n. 182, 24 out. 2017.

[13] ALAGHA, B. *et al*. Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots. **Air Medical Journal**, v. 31, n. 1, p. 28-32, 2012.

[14] YONEDA, I. *et al*. Time of useful consciousness determination in aircrew members with reference to prior altitude chamber experience and age. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 71, n. 1, p. 72-76, 2000.

[15] LEINONEN, A. *et al*. Normobaric hypoxia training in military aviation and subsequent hypoxia symptom recognition. **Ergonomics**, v. 64, n. 4, p. 545-552, 2021.

[16] IZRAELI, S. *et al*. Determination of the 'time of useful consciousness'(TUC) in repeated exposures to simulated altitude of 25,000 ft (7,620 m). **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, 1988.

GRAU DE DESIDRATAÇÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA PILOTOS MILITARES DURANTE VOOS

Esther Oliveira Xavier de Brito (HCA – FAB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

RESUMO

Há poucos trabalhos na literatura sobre a perda hídrica dos pilotos militares durante o voo. O objetivo desta revisão de literatura é avaliar o grau de desidratação dos pilotos durante voos militares e suas repercussões.

Palavras-chave: Hidratação; Aviador; Piloto militar.

INTRODUÇÃO

A hidratação adequada é essencial para a homeostase do organismo, incluindo a manutenção da função cerebral[1]. O nível de hidratação é definido como o equilíbrio entre água consumida e perdida. Esse equilíbrio pode ser afetado por diversos fatores como ingestão e perda de líquidos por respiração, transpiração, exposição ao calor e atividade física intensa[2].

Desidratação é um estado de déficit de água corporal devido a perdas primárias ou à ingestão inadequada de água[3]. O grau da desidratação pode ser mensurado pelo percentual de perda de massa corporal[2]. A literatura define desidratação leve como perda de 1 a 2% da massa corporal; desidratação moderada perda de 2 a 5% e desidratação severa a perda de mais de 5% da massa corporal[3]. Exercícios físicos intensos, algumas atividades laborais e exposição à altas temperaturas podem propiciar a desidratação do indivíduo. Desse modo, atletas e militares podem ser comumente afetados[2].

A atividade militar e, sobretudo do piloto militar, requer uma performance diferenciada e exigência de condicionamento físico superior à observada na população geral. Tal preparo se deve ao fato de que os militares desempenham atividades operacionais em ambientes hostis, muitas vezes com restrição hídrica e alimentar e, em alguns momentos, submetidos a exercícios físicos extenuantes, seja durante cursos de treinamento ou missões. Além disso, muitas vezes, esses militares experimentam mudanças rápidas na temperatura ambiente, sem tempo de aclimatação ideal[4].

Diante disso, a adequada hidratação do piloto militar é necessária e, sem dúvida, é uma preocupação, pois esses militares são submetidos às condições extremas que podem comprometer os níveis de fluidos corporais[3].

A desidratação voluntária é um termo utilizado quando há uma redução inconsciente do consumo da quantidade mínima de fluidos, especialmente quando não se leve em consideração o tipo de atividade física desenvolvida ao longo do dia[2]. Essa desidratação pode ocorrer também de modo consciente, quando pilotos evitam a ingestão de líquidos antes e durante os voos para não ter vontade de urinar no percurso[5]. Há poucos trabalhos na literatura, sobre as quantidades de perda de fluidos dos pilotos militares durante o voo[2]. O objetivo desta revisão de literatura é avaliar o grau de desidratação sofrido pelos pilotos durante voos militares e suas repercussões.

METODOLOGIA

Estratégia de busca

Esse trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS no período entre 1960 a 2021. Foram empregados os descritores, conforme os DeCS: *dehydration* e *aviator*, assim como seus sinônimos, de acordo com o MeSH: *'water stress', 'hydration status', hypohydration, aviators, 'military pilots', 'military aviators'* e *'fighter pilots'*.

Equações de busca

As equações de busca elaboradas foram:

- Equação 1 (PubMed): (*dehydration* OR *'water stress'* OR *'hydration status'* OR *hypohydration* AND *aviators* OR *aviator* OR *'military pilots'* OR *'military aviators'* OR *'fighter pilots')*

- Equação 2 (LILACS): (*dehydration* AND *pilots*)

- Equação 3 (SciELO): (*dehydration* OR '*water stress*' OR *hypohydration* OR *'hydration status'* AND *military* OR *'military personnel')*

Os registros encontrados nas diferentes bases de busca, conforme cada equação, são descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Quantitativo de registros obtidos (RO) e registros selecionados (RS) em cada base de dados.

	PubMed		Lilacs		SciELO	
Registros	RO	RS	RO	RS	RO	RS
Equação 1	964	22	-	-	-	-
Equação 2	-	-	17	12	-	-
Equação 3	-	-	-	-	80	0

Fonte: o autor.

Critérios de inclusão

Foram selecionados todos os estudos de revisão de literatura ou pesquisa científica original que mostrassem o grau de desidratação sofrido pelos pilotos durante voos militares.

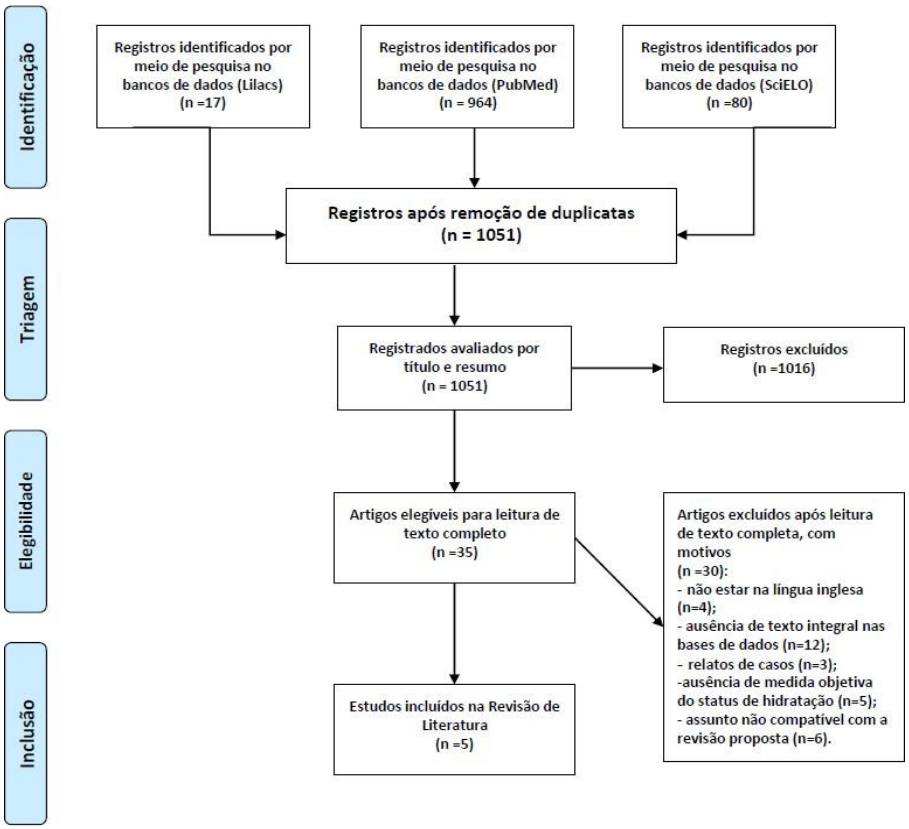
Critérios de exclusão

Foram excluídos relatos de casos e artigos que não estivessem na língua inglesa.

Seleção de estudos

Os estudos foram selecionados de acordo com a metodologia demonstrada no fluxograma apresentado na Figura 1:

Figura1: Fluxograma da seleção de artigos incluídos na revisão de literatura



Fonte: o autor

RESULTADOS

O objetivo deste estudo foi apresentar e discutir os resultados dos trabalhos descritos na literatura referentes ao grau de desidratação sofrido pelos pilotos durante voos militares e suas consequenciais. Neste contexto, os artigos foram lidos e selecionados de acordo com sua proposta. Segue abaixo o Quadro 1 com a síntese dos resultados.

Quadro 1: Síntese dos resultados da revisão de literatura

Estudo	País	Principais Achados
LEVKOVSKY *et al.*[2]	Israel	- A perda de fluidos de pilotos variou nos diferentes tipos de aeronaves e duração do voo; - 58% das tripulações de voos estavam desidratadas antes do voo; - 11% da tripulação completou o trecho com uma perda de fluido maior que 1% de massa corporal; - A perda de 1% ou mais da massa corporal tem um efeito negativo no desempenho cognitivo, o que pode afetar criticamente a segurança de voo.
LINDSETH *et al.*[3]	USA	- O desempenho de voo e a cognição espacial foram piores em pilotos desidratados (1-3% de perda de massa corporal) em comparação com os pilotos hidratados; - Os efeitos da desidratação na performance cognitiva são ampliados quando combinados com condições de alta altitude.
BRESCON, C. *et al*.[5]	França	- Pilotos podem adotar uma estratégia de desidratação voluntária para evitar urinar durante o voo; - Em 52% dos voos os pilotos entraram na cabine de comando em estado de desidratação avançado; - A desidratação pode afetar o desempenho cognitivo do piloto, o que pode favorecer erros de voo.
REARDON *et al*.[7]	USA	- Estudo feito em simulador de helicópteros UH-60 mostrou taxa de sudorese de até 1.523 ml/hora, podendo levar à perda de 2,5% da massa corporal, sob temperaturas elevadas (39,2º); - Além do importante grau de desidratação, houve estresse e sensação de desconforto aumentado para o piloto.
OLIVEIRA-SILVA *et al*.[8]	Brasil	- Índices de Variação da Frequência Cardíaca (VFC) estão associados com alterações na performance dos pilotos; - Menores índices de VFC indicam indivíduos menos adaptados à situações estressoras, enquanto maiores índices, indicam indivíduos mais preparados; - A desidratação do piloto altera suas habilidades físicas e cognitivas, comprometendo a segurança do voo, uma vez que diminui os índices de VFC.

Fonte: os autores

As habilidades do piloto militar advêm de conhecimentos técnicos, intensos treinamentos, capacidade de visualização espacial e processo decisório. A execução de um voo seguro, garantindo a integridade do piloto e da tripulação, é resultado de um conjunto de fatores que devem ser verificados. Dentre esses fatores, podem ser citados: condições ambientais favoráveis, jornadas de trabalho adequadas e cockpits climatizados[5]. Entretanto, nem sempre essas condições estão disponíveis. Dessa forma, condições ambientais com elevadas temperaturas, longas horas de trabalho e voos com horários irregulares, podem refletir de modo

negativo no desempenho do piloto. Além disso, condições inadequadas de hidratação, tornam a situação ainda mais problemática.

Embora alguns estudos na área da aviação reconheçam a importância da hidratação adequada, visando contribuir para o desempenho favorável dos pilotos[6], há pouca menção na literatura sobre as quantidades de perda de fluidos dos pilotos durante o voo[2].

Levkovsky e colaboradores[2] realizaram um estudo visando quantificar a perda de fluidos de pilotos durante o voo militar. Massa corporal, gravidade específica da urina e tensão de calor ambiental foram avaliados antes e depois de cada voo. A perda de fluido foi calculada como a diferença da massa corporal do militar antes e após o voo. Um total de 48 aviadores participaram do estudo, que incluiu 104 voos de treinamento em várias plataformas. A taxa de perda de fluidos foi calculada por ml/hora, visando homogeneizar os resultados. Dessa forma, a taxa média foi 462 ml/h. Os resultados variaram entre diferentes tipos de aeronaves e duração do voo. Os pilotos de helicóptero Blackhawk perderam a maior quantidade de fluidos por voo, embora tivessem voos mais longos (108 minutos em comparação a 35,5 em jatos de combate). Já os pilotos de caça tiveram a maior taxa de perda de fluido por hora de voo (até 692 ml). Desse modo, os voos militares podem estar associados a uma quantidade importante de perda de fluido entre a tripulação[2].

É importante destacar que o piloto pode adotar uma restrição hídrica antes e durante o voo, diante da impossibilidade de micção no percurso. Ainda, pode haver uma ingesta insuficiente de líquidos ao longo do dia, após uma programação densa de atividades de trabalho e exercício físicos. A esse fenômeno dá-se o nome de desidratação voluntária[2].

Além disso, os processos de caminhar até a aeronave, conduzir a inspeção pré-voo e entrar na cabine podem ser demorados. Durante este período, o aumento da sudorese devido à exposição ao calor pode aumentar. Assim, os pilotos, muitas vezes, entram na cabine de comando em estado de desidratação avançado[2,5] ou iminente. O processo de desidratação continua no voo e pode ser agravada pela ausência de um sistema de resfriamento de ar[5]. Em um estudo feito em simulador de helicópteros UH-60, com pilotos performando sob temperaturas elevadas, houve taxa de sudorese de até 1.523 ml/hora, podendo levar à perda de 2,5% da massa corporal, gerando desidratação[7].

A sede é o primeiro sintoma da desidratação. Ela pode não ser aparente até que uma perda de 2% da massa corporal tenha ocorrido. Com a progressão da desidratação, outras alterações podem surgir como: diminuição da VFC[8], aumento da frequência respiratória e temperatura corporal[9].

Estudos indicam que uma perda de 1% ou mais da massa corporal devido à desidratação tem um efeito negativo no desempenho cognitivo. As funções específicas prejudicadas são: orientação e coordenação visual-espacial, memória de curto prazo, discriminação perceptiva e tempo de reação[2], que podem comprometer a segurança de voo.

Lindseth e colaboradores[3] avaliaram o efeito da ingestão de líquidos, e possível desidratação, no sistema cognitivo e desempenho de voo de 40 pilotos saudáveis. Destes, 12 (30%) tiveram perda de 1-3% da massa corporal, sendo considerados desidratados. O desempenho de voo e a cognição espacial foram piores em pilotos que tiveram baixa ingestão de fluidos e experimentaram desidratação em comparação com os pilotos hidratados. Além disso, os efeitos da desidratação na performance cognitiva são ampliados quando combinados com alta altitude[3].

Outros estudos avaliaram o desempenho cognitivo dos pilotos e sua associação com o grau de desidratação[2, 5, 8] e reforçam que a performance cognitiva pode ser influenciada pelos níveis de hidratação**.** Além do comprometimento cognitivo já mencionado, a desidratação pode ser crítica para pilotos de caça devido à redução na tolerância da força gravitacional (G)[2, 5].

Desse modo, uma vez que quanto maior a desidratação há uma piora na performance cognitiva dos pilotos, isso pode refletir-se como um efeito crítico na segurança de voo, podendo favorecer acidentes por falha humana[2, 8].

Assim, a hidratação adequada é fundamental para garantir a eficiência das atividades mentais e físicas[4, 8] do piloto militar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados encontrados, conclui-se que a avaliação do estado de hidratação dos pilotos deve ser empregada. Uma vez que os estudos indicam que a perda superior a 1% da massa corporal tem um efeito negativo no desempenho cognitivo, podendo afetar criticamente a segurança de voo. A preparação de voo deve incluir um plano para manutenção de ingesta hídrica adequada antes, durante e após os voos, levando-se em consideração também o tipo de aeronave.

REFERÊNCIAS

[1] LIEBERMAN, H.R. Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. **Journal of the American College of Nutrition**, Florida, v. 26, n. sup5, p. 555S-561S, 2007.

[2] LEVKOVSKY, A. *et al*. Aviator's fluid balance during military flight. Aerospace Medicine and **Human Performance**, Virginia, v. 89, n. 2, p. 94-98, 2018.

[3] LINDSETH, P.D. *et al*. Effects of hydration on cognitive function of pilots. **Military Medicine**, Oxford, v. 178, n. 7, p. 792-798, 2013.

[4] CARRETERO-KRUG, A. *et al*. Hydration status, body composition, and anxiety status in aeronautical military personnel from Spain: a cross-sectional study. **Military Medical Research**, London, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2021.

[5] BRESCON, C. *et al*. Effect of Urinary Sheath Use on Hydration Status of Fighter Pilots Under Severe Thermal Stress: An Observational Study**. Military Medicine**, Oxford, v. 184, n. 3-4, p. e217-e222, 2019.

[6] PARRY, D. *et al*. Impact of hydration and nutrition on personal performance in the clinical workplace. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, London, v. 55, n. 10, p. 995-998, 2017.

[7] REARDON, M.; FRASER, B.; OMER, J. Physiological effects of thermal stress on aviators flying a UH-60 helicopter simulator. **Military Medicine**, Oxford, v. 163, n. 5, p. 298-303, 1998.

[8] OLIVEIRA-SILVA, I.; BOULLOSA, D.A. Physical fitness and dehydration influences on the cardiac autonomic control of fighter pilots. **Aerospace Medicine and Human Performance**, Virginia, v. 86, n. 10, p. 875-880, 2015.

[9] FLIGHT SAFETY FOUNDATION. Dehydration presents unique risks for pilots. **Human Factors & Aviation Medicine**, Virginia, v. 48, n. 4, 2001. Disponível em: https://www.flightsafety.org/hf/hf_jul-aug01.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

QUALIDADE DE SONO E OBESIDADE EM MILITARES

Guillermo Brito Portugal (FFE – MB)
Fabrícia Geralda Ferreira (EPCAR – FAB)
Leonice Aparecida Doimo (UNIFA – FAB)

RESUMO

Este trabalho objetivou descrever a relação entre a qualidade de sono e a obesidade em militares. Foi realizada uma pesquisa em cinco bases de dados. Os resultados indicam que o sono se relaciona à obesidade e a diversas patologias, como a hipertensão, o diabetes, doença coronariana e depressão.

Palavras-chave: Sono; Obesidade; Performance; Forças Armadas; Doenças.

INTRODUÇÃO

Define-se como sono o rebaixamento do nível de consciência, caracterizado pela redução da atividade motora e diminuição da resposta à estimulação[1]. Ele tem função importante na homeostase do organismo, exercendo influência em diversos sistemas corporais[2].

Como o sono é uma das principais necessidades fisiológicas, alterações em sua quantidade ou qualidade podem prejudicar o desempenho ocupacional do indivíduo, assim como seu bem-estar[3]. Destaca-se que a ocorrência de diminuição do tempo de sono em nossa sociedade é uma realidade, com literatura atual demonstrando associações entre prejuízo no padrão habitual de sono e ocorrência de agravos à saúde, em especial a obesidade[4; 5].

A privação de sono, entendida aqui como dormir menos do que o necessário, e a obesidade podem ser, atualmente, consideradas duas epidemias presentes em diversos países, visto que suas taxas aumentaram consideravelmente no mundo todo. A compreensão dos mecanismos envolvidos entre ambas é fundamental para se propor intervenções eficazes para minimizar seus efeitos negativos, dada a ligação bidirecional entre elas. Assim, para o enfrentamento do problema, conhecer as inter-relações entre privação de sono e obesidade, bem como os mecanismos envolvidos é fundamental.

Quando se avalia o contexto militar, observa-se que militares, muitas vezes, são expostos a longos períodos de sono inadequado devido ao combate real, ao treinamento[6] ou mesmo à rotina de trabalho inerente ao militarismo nas suas Unidades. Além disso, semelhante ao meio civil, observa-se crescimento dos índices de obesidade no meio militar, pois estes profissionais não estão imunes ao ganho de peso excessivo[7].

Neste contexto, o encurtamento do tempo de sono tem demonstrado ser um fator predisponente para o aparecimento da obesidade, pois sua diminuição pode interferir no padrão endócrino que sinaliza fome e saciedade, e até mesmo alterar as escolhas alimentares. Sendo assim, torna-se importante levantar o estado da arte sobre o perfil da qualidade de sono e sua relação com a obesidade em militares. Conhecer as inter-relações entre privação do sono e obesidade, bem como os mecanismos envolvidos, contribui para o enfrentamento do problema, possibilitando diminuir os efeitos deletérios dessa associação. Portanto, o objetivo desse trabalho foi descrever a relação entre qualidade de sono e obesidade em militares.

MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DA LITERATURA

Para a realização desta revisão narrativa, sistematizou-se a estratégia de busca conforme preconiza a *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis, PRISMA*[8].

A pesquisa foi realizada nas seguintes bases científicas eletrônicas: National Library of Medicine (MEDLINE), SCOPUS, Cochrane, Web of Science e Science Direct. Os descritores foram utilizados de forma combinada ou isolada, na língua inglesa, nas diferentes bases pesquisadas. Houve adaptações nas equações de busca de acordo com a base pesquisada. Utilizou-se os operadores booleanos AND entre os descritores e OR entre os sinônimos (Quadro 1). Não houve delimitação de tempo ou de idiomas e somente foram incluídos estudos originais que relacionavam a qualidade de sono à obesidade, em militares. Não foram considerados estudos do tipo relato de caso. Foram acrescentados quatro artigos devido às explicações dos fenômenos que envolvem o sono e a obesidade.

A principal equação de busca utilizada foi: *Military OR Marines OR 'Army Personnel' OR 'Navy Personnel' OR 'Air Force Personnel' OR 'Military Deployment' OR 'Armed Forces Personnel' AND Sleep OR 'Sleep Deprivation' OR 'Sleep Insufficiency' OR 'Inadequate Sleep' OR 'Sleep Fragmentation' OR 'Sleep Fragmentation' OR 'Sleep Debt' OR 'Sleep Hygiene' AND Obesity OR 'Body Weight' OR 'Abdominal Obesity' OR 'Central Obesity' OR 'Visceral Obesity'.*

Quadro 1: Descritores utilizados na busca nas bases de dados.

Descritor 1	Descritor 2	Descritor 3
Military *OR* *Marines* *OR* *Army Personnel* *OR* *Navy Personnel* *OR*	*Sleep* *OR* *Sleep deprivation* *OR* *Sleep Insufficiency* *OR* *Inadequate Sleep* *OR*	*Obesity* *OR* *Body Weight* *OR* *Abdominal Obesity* *OR* *Central Obesity* *OR*

Descritor 1	Descritor 2	Descritor 3
Air Force Personnel *OR* *Military Deployment* *OR* *Armed Forces Personnel*	*Sleep Fragmentation* *OR* *Sleep Debt* *OR* *Sleep Hygiene*	*Visceral Obesity*

Fonte: o autor.

RESULTADOS

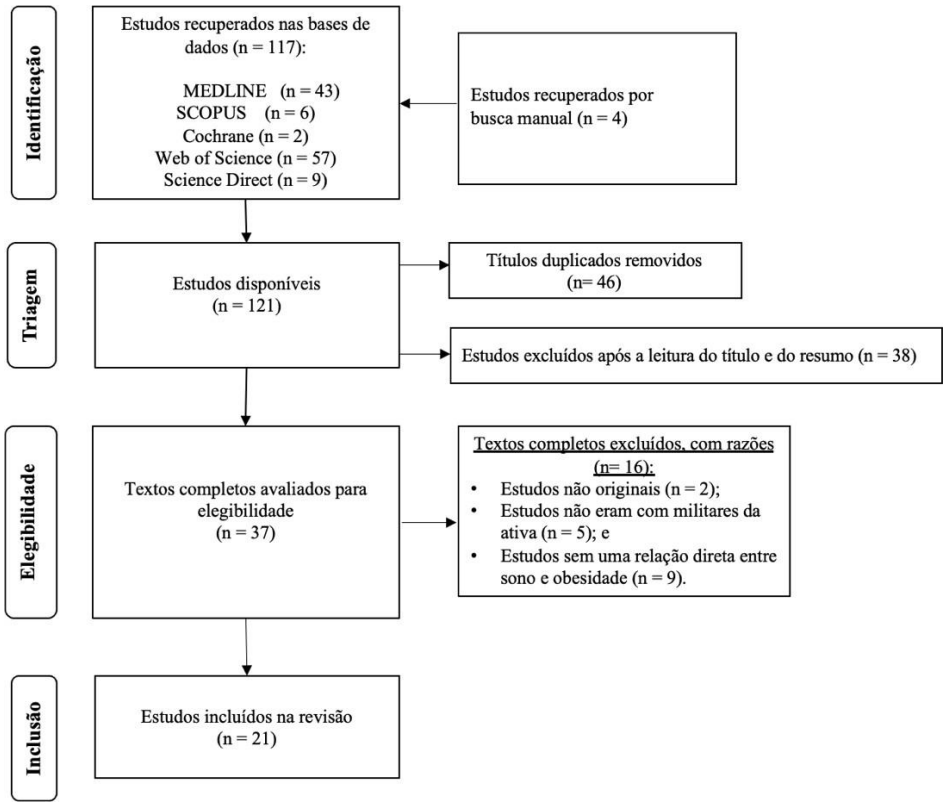
O fluxograma da triagem e elegibilidade dos estudos, conforme o modelo PRISMA, é descrito na Figura 1.

SÍNTESE DOS RESULTADOS RELEVANTES DOS ESTUDOS SELECIONADOS

A obesidade é uma doença crônica não transmissível, caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, possuindo causas multifatoriais. Sua prevalência é crescente em todo o mundo, tendo triplicado desde 1975[9], e o público militar não está imune à sua ocorrência.

A literatura aponta que os distúrbios do sono apresentam relação com doenças, dentre elas a obesidade. Brager e colaboradores[4], analisando dados secundários de 417 mil soldados, evidenciaram que o impacto dos distúrbios do sono na prontidão dos soldados em serviço ativo é clinicamente significativo. Os autores observaram maior prevalência de distúrbios do sono associada com maior prevalência de obesidade. Já Golenbock e colaboradores[5] estudando comportamentos de saúde relacionados com uma autoavaliação negativa de saúde, em 8.070 militares americanos, observaram que a qualidade do sono, seguida da obesidade,apresentaram as maiores correlações com uma autoavaliação de saúde ruim. Outros estudos também apontam relação deletéria entre qualidade de sono e obesidade[10 11], que podem comprometer as atividades militares.

Figura 1: Fluxograma de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos.



Fonte: o autor.

Postula-se explicações para a ocorrência de sobrepeso e obesidade associadas à privação de sono, como por exemplo, menor gasto calórico decorrente da fadiga promovida pela falta de sono, que diminui a prática de atividade física[12]; alteração no apetite, que leva ao consumo de alimentos mais calóricos[13]; e redução dos níveis de leptina e aumento dos níveis de grelina que, juntas, fazem aumentar o apetite e, consequentemente, a ingestão alimentar[14].

Já a apneia obstrutiva do sono (AOS), patologia que consiste em episódios de obstrução total ou parcial das vias aéreas superiores durante o sono, acarreta uma hipóxia intermitente que, no fígado, induz à ativação de proteínas e genes relacionados à biossíntese de triglicerídeos e fosfolipídios[15]. Esse mecanismo, somado à ativação simpática, contribui para o desenvolvimento e progressão da aterosclerose[16].

Estudo de Lee e colaboradores[17] com 665 soldados coreanos, que responderam ao Questionário de Berlin para a avaliação do risco de AOS, mostrou que, entre os 50 militares que

apresentavam esse problema, a obesidade foi considerada um fator de risco independente para essa patologia.

De maneira semelhante, Pouliot e colaboradores[18], analisando dados de 70 militares canadenses, submetidos a exames físicos e polissonográficos por 5 anos, concluíram que o diagnóstico mais comum era de problemas respiratórios de sono, associados à obesidade.

Já Mysliwiec e colaboradores[19], conduzindo um estudo observacional com 58 militares, por 90 dias, para verificar a aderência ao *Positve Airway Pressure (PAP),* relataram que o fenótipo de militares com AOS costuma ser de eutrofia. Entretanto, é relevante considerar que a maior parte da amostra era de obesos (66,1%), e que a obesidade foi uma comorbidade que contribuiu para o diagnóstico de AOS e deve ser considerada em seu tratamento.

Os mecanismos envolvidos na fisiopatologia entre a AOS e obesidade são os aumentos dos coxins gordurosos na garganta; da gordura visceral que interfere na expansão torácica, diminuindo a pressão na traqueia e faringe, e aumentando a chance de colabamento das vias aéreas e dos depósitos de gordura da língua[20].

A qualidade de sono e a obesidade se relacionam a diversas patologias como hipertensão, diabetes e doenças cardiovasculares em militares[18]. Estudo de Rush e colaboradores[21], objetivando avaliar indicadores de saúde em militares norte-americanos em uma amostra de 54.790 militares, verificou uma associação positiva entre a obesidade, AOS, hipertensão, diabetes e doenças coronarianas. Evidenciou, ainda, que o sono e a obesidade também estão relacionados à depressão em militares.

De modo semelhante, pesquisa analisando as respostas de 12.708 militares do estudo '*2015 Department of Defense Health Related Behaviors Survey*', verificou que a obesidade e a privação de sono estão relacionadas à depressão. Os mecanismos desse processo podem variar entre pré-disposição genética, desregulação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal e pressão social[22]. Ademais, as adversidades causadas pela qualidade de sono e obesidade também interferem na rotina dos quarteis. A elevada massa corporal total e o repouso insuficiente relacionam-se ao condicionamento físico insuficiente, à impossibilidade de realizar avaliação física, improdutividade e incapacidade física, podendo onerar os serviços de saúde e prejudicar o treinamento da tropa, conforme Tvaryanas e colaboradores[23], com base nos dados de 221.239 militares da Força Aérea Americana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão permitiu verificar uma associação importante entre o sono e a obesidade em militares. Os resultados permitem concluir que há uma relação positiva entre a má qualidade de

sono e o aumento da massa corporal total, e que outras patologias como AOS, doenças coronarianas, hipertensão e depressão podem estar presentes e interferir negativamente no ambiente militar. É necessário a implementação de políticas visando melhorar a qualidade de sono e diminuir as morbidades a ele associadas no ambiente militar.

REFERÊNCIAS

[1] GUIMARÃES, L.; SCHIRMER, M.; COSTA, Z. Implicações da privação do sono na qualidade de vida dos indivíduos. **Revista Perspectiva: Ciência e Saúde**, v. 3, n. 1, 2018.

[2] CHATTU, V.K. *et al*. The global problem of insufficient sleep and its serious public health implications. **Healthcare**, v. 7, p. 1, 2018.

[3] BERNARDO, V.M. *et al*. Efeitos do trabalho em turnos na qualidade do sono de policiais: uma revisão sistemática. **Revista Cubana de Medicina Militar**, v. 44, n. 3, p. 334-5, 2015.

[4] BRAGER, A. *et al*. Geographically based risk assessment of sleep disorders and disease states impacting medical readiness across active duty army installations from military medical databases in fiscal year 2017. **Sleep Health**, v. 7, n. 1, p. 31-6, 2021.

[5] GOLENBOCK, S. *et al*. General health status in army personnel: relations with health behaviors and psychosocial variables. **Quality of Life Research**, v. 26, n. 7, p. 1839-51, 2017.

[6] GRANDOU, C. *et al*. The effects of sleep loss on military physical performance. **Sports Medicine**, v. 49, p. 1159-72, 2019.

[7] REYES-GUZMAN, C.M. *et al*. Overweight and obesity trends among active duty military personnel: a 13-year perspective. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 48, n. 2, p. 145-53, 2015.

[8] MOHER, D *et al*. Preferred reporting items for systematic reviews and meta- analyses: The PRISMA statement (Reprinted from Annals of Internal Medicine). **Physical Therapy**, v. 89, n. 9, p. 873-80, 2009.

[9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**. 2018. Disponível em http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/ Acesso em: 08 set. 2021.

[10] HRUBY, A.; LIEBERMAN, H.R.; SMITH, T.J. Self-reported health behaviors, including sleep, correlate with doctor-informed medical conditions: data from the 2011 Health Related Behaviors Survey of US Active Duty Military Personnel. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 1-16, 2018.

[11] LENTINO, C.V. *et al.* Sleep as a component of the performance triad: the importance of sleep in a military population. **US Army Medical Department Journal**, n. 4, p. 98-108, 2013.

[12] PATEL, S.R. *et al*. Association between reduced sleep and weight gain in women. American **Journal of Epidemiology**, v. 164, n. 10, p. 947-54, 2006.

[3] PATEL, S.R.; HU, F.B. Short sleep duration and weight gain: a systematic review. **Obesity**, v. 16, n. 3, p. 643-53, 2008.

[14] PADEZ, C. *et al*. Long sleep duration and childhood overweight/obesity and body fat. American **Journal of Human Biology**, v. 21, n. 3, p. 371-6, 2009.

[15] DRAGER, L.F.; JUN, J.; POLOTSKY, V.Y. Obstructive sleep apnea and dyslipidemia: implications for atherosclerosis. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, v. 17,n. 2, p. 161, 2010.

[16] DRAGER, L.F. *et al*. Effects of continuous positive airway pressure on early signs of atherosclerosis in obstructive sleep apnea. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 176, n. 7, p. 706-12, 2007.

[17] LEE, Y.C. *et al*. Prevalence of snoring and high risk of obstructive sleep apnea syndrome in young male soldiers in Korea. **Journal of Korean Medical Science**, v. 28, n. 9, p. 1373-7, 2013.

[18] POULIOT, Z. *et al*. Sleep disorders in a military population. **Military Medicine**, v. 168, n. 1, p. 7-10, 2003.

[19] MYSLIWIEC, V. *et al*. Adherence to positive airway pressure therapy in US military personnel with sleep apnea improves sleepiness, sleep quality, and depressive symptoms. **Military Medicine**, v. 180, n. 4, p. 475-82, 2015.

[20] LÉVY, P. *et al*. Obstructive sleep apnoea syndrome. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 1, n.1, p. 1-21, 2015.

[21] RUSH, T.; LEARDMANN, C.A.; CRUM-CIANFLONE, N.F. Obesity and associated adverse health outcomes among US military members and veterans: findings from the millennium cohort study. **Obesity** (Silver Spring), v. 24, n. 7, p. 1582-1589, 2016.

[22] HRUBY, A.; LIEBERMAN, H.R.; SMITH, Tracey J. Symptoms of depression, anxiety, and post-traumatic stress disorder and their relationship to health-related behaviors in over 12,000 US military personnel: bi-directional associations. **Journal of Affective Disorders**, v. 283, p. 84-93, 2021.

[23] TVARYANAS, A.P. *et al*. The commander's wellness program: assessing the association between health measures and physical fitness assessment scores, fitness assessment exemptions, and duration of limited duty. **Military Medicine**, v. 183, n. 9-10, p. e612-e618, 2018.

IMPACTOS PSICOFISIOLÓGICOS GERADOS PELO VOO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Marcelo Furtado de Almeida (AFA – FAB)
Fábio Angioluci Diniz Campos (AFA – FAB)

RESUMO

O objetivo do estudo é analisar as mudanças da Variabilidade da Frequência Cardíaca diante da carga de trabalho mental de pilotos militares, avaliando-os em voo real e simulado, aferindo a proximidade de exigência mental nesses ambientes e identificando os fatores relevantes para essas alterações.

Palavras-Chave: Pilotos; Alterações psicofisiológicas; Simuladores de voo.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e da forma de utilização do avião como plataforma de guerra, existe a necessidade de atualização e aprimoramento da formação do piloto militar brasileiro e, seguindo a tendência de instituições civis e militares do Brasil e do mundo, foi vislumbrado que a utilização de simuladores de voo na AFA, servindo como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, pode contribuir de forma significativa para o aumento da eficiência do processo de formação do futuro piloto, mantendo ou até elevando a qualidade e os índices de segurança de voo relacionados à instrução.

Nesse contexto o simulador possui papel importante, pois são, geralmente, mais baratos, fáceis de operar, possuem manutenção mais simples, são independentes das condições meteorológicas e mais adequados para medições de proficiência em comparação com as aeronaves, ou seja, oferecem muitas vantagens aos operadores. Além dos benefícios relacionados com a aquisição de habilidades, por possuírem grande flexibilidade de utilização, os simuladores passam a ser uma espécie de 'laboratório' que viabiliza estudos e pesquisas que possuem o intuito de compreender melhor os aspectos relacionados ao voo[1].

Ademais das vantagens geradas pela utilização dos simuladores, é importante identificar quanto o treinamento em ambiente simulado se aproxima do treinamento em ambiente real e, para obter essa percepção, estudos anteriores como o de Dahlstrom e Nahlinder[2] e Fuentes-García e colaboradores[3] utilizaram da análise e comparação de alterações psicofisiológicas geradas pela carga de trabalho mental do piloto na realização do treinamento nesses dois cenários.

É entendido como carga de trabalho mental todo o trabalho cognitivo e processo decisório necessários a um piloto na tarefa de conduzir uma aeronave. Segundo Rolfe[4], a carga de trabalho é parte de qualquer situação em que se espera que o operador trabalhe e é uma combinação das demandas da tarefa e das capacidades do operador.

Dentre os vários aspectos psicofisiológicos que sofrem alteração em decorrência do voo, ganha destaque a frequência cardíaca (FC) e sua variabilidade (VFC), rotineiramente utilizadas para avaliar a resposta do coração às atividades especificas (exercício e recuperação), por serem medidas não invasivas e de fácil registro do trabalho cardiovascular e que, no contexto aeronáutico, torna-se uma métrica objetiva e importante para avaliar a carga de trabalho exigida do piloto[5, 6].

Além das formas de análise objetiva da carga de trabalho mental, existem instrumentos que permitem realizar uma avaliação autorrelatada e subjetiva dessa carga de trabalho que leva em consideração toda a experiência e percepção individualizada do piloto. Uma dessas ferramentas é o Questionário *National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index* (NASA-TLX), que é amplamente utilizado em estudos com pilotos para a análise da carga de trabalho mental[7, 8].

Como acontece no voo real, na tarefa de voo simulada também ocorrem alterações psicofisiológicas originadas pela demanda cognitiva exigida. Em experientes pilotos de caça da Força Aérea da Espanha, as variáveis de análise da VFC sofreram alterações análogas durante a execução de uma tarefa de voo em ambiente real e ambiente simulado[3].

Diante do exposto, o objetivo do estudo é analisar o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca nos pilotos, avaliando-os em tarefa de voo (real ou simulado) e relacionando com o nível de experiência do piloto em horas de voo, tipo de aviação em que é especializado, idade, sexo e condicionamento físico.

A relevância desse trabalho justifica-se pela necessidade de compreender as alterações psicofisiológicas geradas pelo voo (real ou simulado) nos pilotos militares com o intuito de identificar os aspectos que mais contribuem para essas alterações e trabalhá-los de forma a melhorar o desempenho humano e operacional na instrução aérea.

MÉTODOLOGIA

Estratégia de busca

Para formar as equações de busca foram utilizados os seguintes descritores registrados na plataforma de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): *Aviators, Aviator, Pilot, 'Co-Pilot', 'Co Pilot', 'Co-Pilots', Pilots, 'Flight Reaction', 'Flight Reactions', Workload, 'Task Performance',*

‘Performance Analysis’, ‘Work Performance’, ‘Simulation Training’, ‘High Fidelity Simulation Training’, ‘Heart Rate’, ‘Heart Rate Control’, ‘Physiological Phenomena’ e *‘Cardiovascular Physiological Phenomena’*. Também foram utilizados sinônimos dos descritores constantes no MeSH – *Medical Subject Headings*: *Workloads, ‘Work Load’, ‘Work Loads’, ‘Task Performance’, ‘Performances, Task’* e *‘Stress, Physiological’*. Ainda, foram utilizados outros termos como: *Flight, ‘Mental Workload’, Physiological, Psychophysiological* e ‘*Heart Rate Variability*’. As bases de dados consultadas foram PubMed, SCOPUS e LILACS.

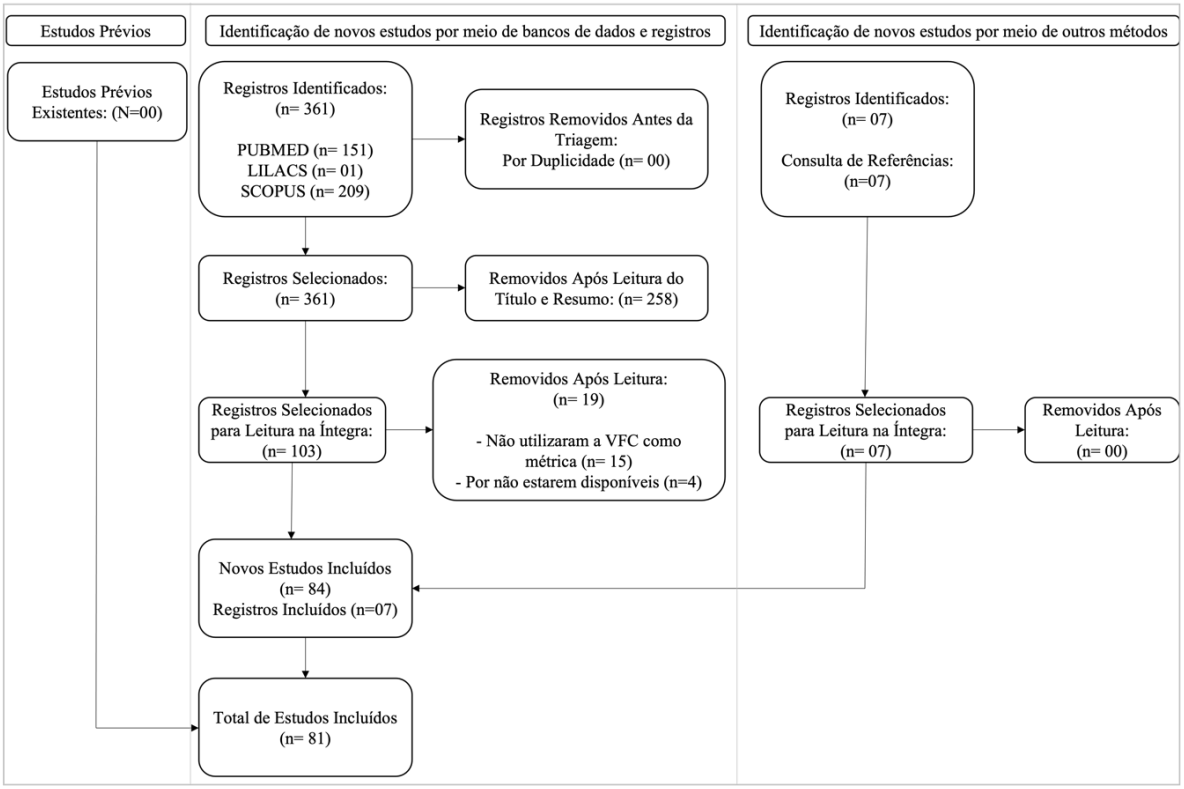
Equações de busca

Foi utilizada a seguinte equação de busca: (*Flight* OR *Aviators* OR *Aviator* OR *Pilot* OR *‘Co-Pilot’* OR *‘Co Pilot’* OR *‘Co-Pilots’* OR *Pilots* OR *‘Flight Reaction’* OR *‘Flight Reactions’*) AND (*Workloads* OR *Workload* OR *‘Mental Workload’* OR *‘Work Load’* OR *‘Work Loads’* OR *‘Task Performance’* OR *‘Performance Analysis’* OR *‘Work Performance’* OR *‘Task Performance’* OR *‘Performances, Task’* OR *‘Simulation Training’* OR *‘High Fidelity Simulation Training’*) AND (*‘Stress, Physiological’* OR *Physiological* OR *Psychophysiological* OR *‘Heart Rate’* OR *‘Heart Rate Variability’* OR *‘Heart Rate Control’* OR *‘Physiological Phenomena’* OR *‘Cardiovascular Physiological Phenomena’*). Na plataforma PubMed a pesquisa foi realizada com base nos títulos e resumos. Na plataforma SCOPUS a pesquisa foi realizada com base nos títulos, resumos e palavras-chaves de artigos e artigos de revisão, excluindo os registros da base MEDLINE.

Número de registros

O quantitativo de registros encontrados nas bases de dados assim como o número de registros selecionados está discriminado no esquema a seguir:

Figura 1 – Diagrama de Fluxo de Page *et al.*[11]



Fonte: do autor

Até o presente momento, dos 368 registros resgatados, 277 foram excluídos por não corresponderem adequadamente ao objetivo proposto do trabalho. Além dos artigos selecionados por meio das equações de busca, foram incluídos manualmente sete estudos encontrados em referências bibliográficas dos artigos selecionados, totalizando, assim, 91 incluídos como embasamento teórico do presente estudo.

Critérios de inclusão

Foram incluídos os estudos que abordavam as alterações psicofisiológicas como reflexo da carga de trabalho mental de pilotos em voos reais e simulados.

Critérios de exclusão

Foram excluídos artigos que não tinham relevância ao tema, que utilizavam outros parâmetros que não a Variabilidade da Frequência Cardíaca para avaliar a carga de trabalho mental do piloto e publicações não disponíveis.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Os 91 artigos incluídos no embasamento teórico do estudo apresentam informações e achados relevantes para a pesquisa e, por conta da limitação de espaço estabelecida para esse artigo, serão apresentados como destaque os quatro principais.

Quadro 1 – Síntese dos resultados

ESTUDO	PAÍS	PRINCIPAIS ACHADOS
HEBBAR *et al.*[9]	Índia	A carga de trabalho cognitiva do piloto tem impacto no desempenho e, por sua vez, na segurança de voo; Medidas fisiológicas fornecem informações instantâneas mais valiosas do que as medidas subjetivas; e Atividade cardíaca é uma medida útil dos processos cognitivos.
ZHENG *et al.*[8]	China	A diferenciação satisfatória de cenários de voo e ambiente de voo e uma forte correlação geral entre o simulador o teste de voo real mostra que o NASA-TLX poderia ser considerada uma medida consistente de carga de trabalho tanto no simulador quanto no teste de voo.
SCANNELLA *et al.*[10]	França	A frequência cardíaca pode ser uma métrica confiável para avaliar os níveis de carga de trabalho induzidos por fases de voo relativamente diferentes e que adicionar métricas complementares poderia traçar uma descrição mais completa da carga de trabalho do piloto em configurações realistas.
ROLFE[4]	Inglaterra	A probabilidade de sucesso de um sistema homem-máquina depende da confiabilidade do homem e da máquina e, em grande medida, a confiabilidade do homem é uma função da carga que é colocada sobre ele.

Fonte: do autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica e fundamentação teórica do estudo está em curso, sendo que o foco são as avaliações subjetivas e objetivas da carga de trabalho mental de um piloto ao executar uma tarefa de voo em ambiente simulado e real. Além disso, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo (USP) e estão sendo realizados testes com os equipamentos de coleta no intuito de familiarização e aprimoramento da técnica a ser empregada na coleta.

REFERÊNCIAS

[1] GERATHEWOHL, S.J. Fidelity of simulation and transfer of training: a review of the problem (U. D. of Transportation, Ed.). Washington, DC: **Office of Aviation Medicine**, 1969.

[2] DAHLSTROM, N.; NAHLINDER, S. Mental workload in aircraft and simulator during basic civil aviation training. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 19, n. 4, p. 309–25, 2009.

[3] FUENTES-GARCÍA, J.P. *et al*. Impact of real and simulated flights on psychophysiological response of military pilots. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, n. 2, p. 1–9, 2021.

[4] ROLFE, J.M. Whither workload? **Applied Ergonomics**, v. 4, n. 1, p. 8–10, 1973.

[5] REGULA, M. *et al*. Study of heart rate as the main stress indicator in aircraft pilots. In: Proceedings of the 16th International Conference on Mechatronics, Mechatronika 2014, Brno, Anais… **Brno, IEEE**, 2014. p. 639–43.

[6] WILSON, G.F. An Analysis of mental workload in pilots during flight using multiple psychophysiological measures. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 12, n. 1 SPEC, p.3–18, 2002.

[7] BROOKINGS, J.B.; WILSON, G.F.; SWAIN, C.R. Psychophysiological responses to changes in workload during simulated air traffic control. **Biological Psychology**, v. 42, n. 3, p. 361–77, 1996.

[8] ZHENG, Y. *et al*. Predicting workload experienced in a flight test by measuring workload in a flight simulator. **Aerospace Medicine and Human Performance**, v. 90, n. 7, p. 618–23, 2019.

[9] HEBBAR, P.A. *et al*. Correlation between physiological and performance-based metrics to estimate pilots' cognitive workload. **Frontiers in Psychology**, v. 12, p. 1–12, 2021.

[10] SCANNELLA, S. *et al*. Assessment of ocular and physiological metrics to discriminate flight phases in Real Light Aircraft. **Human Factors**, v. 60, n. 7, p. 922–35, 2018.

[11] PAGE, M.J. *et al*. PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **The BMJ**, v. 372, n. 160, 2021.

LEITURAS EXPLORATÓRIAS SOBRE FATORES DE INFLUÊNCIA DA LOMBALGIA EM PILOTOS DE HELICÓPTERO: FOCALIZANDO A RESISTÊNCIA MUSCULAR LOMBOPÉLVICA

Viviane Conceição Zanini Tauil Valente (CDA – FAB)
Daniele Gabriel Costa (CDA – FAB)
Adriano Percival Caldeiraro Calvo (UNIFA – FAB)

RESUMO

Há associação entre a função muscular lomnopélvoca debilitada e prevalência de lombalgia (LBG) em Pilotos de Helicóptero (PH). Diversos fatores influenciam a lombalgia em PH, especialmente a ergonomia do *cockpit* e controles de comandos das aeronaves, experiência acumulada de voo em helicóptero, idade, estilo de vida e condicionamento físico muscular da região lombopélvica. Neste contexto, investigações acadêmico-científicas modelados em forma de ensaio clínico com o objetivo de verificar as relações entre condição muscular da região lombopélvica e a lombalgia em PH são incentivadas

Palavras-chave: Lombalgia; Pilotos de helicóptero; Assimetria muscular.

INTRODUÇÃO

A lombalgia é altamente recorrente em pilotos de helicóptero, possivelmente, influenciando o desempenho de voo, a segurança e a prontidão operacional[1]. A prevalência de lombalgia em PH é elevada, varianfo entre 50 e 92%[2]. A LBG pode ser considerada um fator primário à saúde para tais profissionais devido às consequências da LBG sobre a operacionalidade da Força Aérea[3].

A atividade laboral em posição sentada com postura inadequada e exposição constante à vibração tem capacidade de incrementar o risco de lombalgia sobre o operador em até quatro vezes. O PH são os pilotos que apresentaram maiores associações à lombalgia, reforçando o entendimento sobre a combinação dos fatores de risco e sua incidência. Contudo, a duração da exposição a estes fatores parece ser o fator mais importante para a LBG, sugerindo um efeito cumulativo[4]. É hipotetizado que a posição mantida por períodos prolongados de voo favorece com o enfraquecimento dos músculos do tronco e da coluna lombar, provocando dor transitória secundária[5]. Além disso, idade e acúmulo de horas de voo afetam negativamente a lombalgia em pilotos de helicóptero[6].

A ergonomia do controle de voo da aeronave exige que os PH sustentem as mãos e os pés em pontos fixos distintos, adotando uma postura inclinada à frente, com ligeira inclinação lateral e rotação de tronco à esquerda, apresentando uma postura assimétrica no *cockpit*[7]. A

postura assimétrica associada à vibração e ao recrutamento muscular assimétrico do trapézio e dos eretores espinhais indica fadiga muscular, gerando a dor[8].

A estatura é fator de risco para lombalgia. Foi observado em PH mais altos da marinha americana maiores chances de sofrer com dores lombares durante o voo em comparação com os pilotos mais baixos[9].

Anteriormente, foi mencionada que o *cockpit* implica em posturas inadequadas e, consequentemente, impõe sobrecarga física sobre o PH. No entanto, existe também a carga de trabalho mental, que se refere aos aspectos subjetivos, como a cognição, o raciocínio, a tomada de decisão, o pensamento, a memória, a atenção, entre outros[10] que também pode contribuir para o aumento da dor na região lombopélvica.

A resistência e instabilidade da coluna lombar parecem estar relacionados à dor e à incapacidade de pacientes com dor lombar inespecífica. A dor persistente reduz significativamente a resistência da musculatura anterior e posterior da região lombopélvica[11]. Além disso, foi verificada em pacientes a relação entre fraqueza e fadiga da musculatura paravertebral e do quadril com a dor lombar crônica inespecífica[12]. A musculatura da região lombopélvica como uma das principais envolvidas quando desencadeia lombalgia de PH militares[13].

É consenso na literatura que a LBG transitória decorrente do voo pode ser reduzida por meio da implementação de programas de exercícios voltados para a resistência muscular do tronco e da coluna lombar[5]. No entanto, os programas de exercícios são implementados a partir de recomendações específicas ou, raramente, como forma de prevenção, tratamento e reabilitação da lesão[7].

A avaliação de musculaturas do *core* como forma de investigar a LBG de pilotos de helicóptero é útil[6] pela capacidade de prever lombalgia futura14 e em virtude da correlação significativa entre testes de resistência muscular lombopélvica e a duração da dor[11].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante destas informações, é constatado a carência de estudos sobre prevenção e predição da dor lombar, especificamente em PH. Desta forma, é importante que investigações sobre o tema sejam desenvolvidos, preferencialmente ensaios clínicos que incluam fatores de influência, a exemplo de *design* ergonômico do *cockpit*, experiência acumulada de voo, idade, estilo de vida e condicionamento físico muscular da região do core e lombopélvica.

REFERÊNCIAS

[1] KELLEY, A.M. *et al.* Reported back pain in army aircrew in relation to airframe, gender, age, and experience. **Aerospace Medicine and Human Performance**, Alexandria, v. 88, n. 2, p. 96- 103, 2017.

[2] GAYDOS, S.J. Low back pain: Considerations for rotary-wing aircrew. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v.83, n.9, p. 879-89, 2012.

[3] LOPEZ-LOPEZ, J.A. *et al.* Determination of lumbar muscular activity in helicopter pilots: a new approach. **Aviation, Space and Enviromental Medicine**, v. 72, p. 38-43, 2001.

[4] LIS, A. M. *et al.* Association between sitting and occupational LBP. **European Spine Journal**, v.16, n. 2, p. 283-98, 2007.

[5] ANDERSEN, K. *et al.* Impact of exercise programs among helicopter pilots with transient LBP. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n.1, 2017.

[6] ÇINAR-MEDENI, Ö. *et al.* The predictors of low back pain in helicopter pilots. Gazi **Medical Journal,** v. 26, n. 1, p. 15-8, 2015.

[7] SILVA, G.V. *et al.* Helicopter pilots and low back pain: how to manage the risk factors? **Ergonomics International Journal**, v. 1, n. 5, 2018.

[8] BALASUBRAMANIAN, V. *et al*. Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. **Applied Ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 913-8, 2011.

[9] ORSELLO, C.A. *et al*. Height and in-flight low back pain association among military helicopter pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 1, p. 32-7, 2013.

[10] BEZERRA, F.G.V. **Estudo da carga de trabalho do piloto durante procedimentos de emergência em operações aéreas de helicópteros**. 2012. 234f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2012.

[11] VANTI, C. *et al.* The relationship between clinical instability and endurance tests, pain, and disability in nonspecific low back pain. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v.39, n. 5, p. 359-68, 2016.

[12] MOFFROID, M.T. Endurance of trunk muscles in persons with chronic low back pain: assessment, performance, training. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 34,n. 4, p. 440-7, 1997.

[13] SILVA, G.V. *et al.* Disfunção muscular e lombalgia em pilotos de helicóptero. **Fisioterapia Brasil**, v. 6, n. 4, p. 281-9, 2018.

[14] LIU, F. *et al.* Trunk muscle endurance in Chinese adults. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 593-602, 2018.