



Revisão

Review



O efeito do exercício físico na redução da dor na coluna em pilotos e tripulantes militares: uma revisão sistemática

The Effect of Physical Exercise on Reducing Back Pain in Military Pilots and Crew: A Systematic Review

Natalia Santos da Silva, Especialista^{§1,2} Esp; Frederico de Oliveira Meirelles³ MSc; Alexander Barreiros Cardoso Bomfim¹ PhD

Recebido em: 13 de agosto de 2024. Aceito em: 21 de agosto de 2025.

Publicado online em: 30 de outubro de 2025.

DOI: 10.37310/ref.v94i2.3001

Resumo

Introdução: A dor na coluna em pilotos e tripulantes militares compromete a segurança das operações. Evidências na área sugerem que o emprego de exercícios físicos pode reduzir a intensidade e/ou a prevalência de dor em diferentes regiões da coluna, porém os resultados são conflitantes.

Objetivo: Avaliar na literatura se o exercício físico é capaz de reduzir a intensidade ou a ocorrência da dor em diferentes regiões da coluna vertebral em pilotos e tripulantes militares, considerando estudos experimentais presentes na literatura.

Métodos: Estudo de revisão sistemática com busca realizada em dez bases científicas, utilizando frase de busca contendo descritores para a variável de desfecho e de exposição. Não houve restrição de idioma ou data de publicação. Foi utilizada a estratégia PICOS (*Patient; Intervention; Control; Outcome(s); Study design*), para estabelecer os critérios de elegibilidade dos estudos. As recomendações *Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020 Statement) foram seguidas para sua redação.

Resultados e Discussão: Foram encontrados 17.522 estudos. Após aplicados os critérios de exclusão, nove trabalhos integraram o presente estudo, dentre os quais quatro demonstraram resultados favoráveis ao exercício físico. Os estudos apresentaram grande variabilidade nos protocolos de exercício e outros problemas metodológicos.

Conclusão: Permanece inconclusivo se exercícios físicos são capazes de reduzir a intensidade e/ou a prevalência da dor na coluna vertebral em pilotos e tripulantes militares. Os resultados foram discutidos.

Palavras-chave: medicina aeroespacial, dor musculoesquelética, saúde ocupacional, Força Aérea, exercício físico.

Pontos Chave

- Dos 17.522 estudos encontrados, apenas nove restaram para a análise.
- Houve grande variabilidade nos protocolos de exercício entre os estudos participantes.
- Exercícios físicos podem ou não beneficiar pilotos e tripulantes militares na redução da intensidade e/ou da prevalência da dor na coluna vertebral.

Abstract

Introduction: Back pain in military pilots and crew compromises the safety of operations. Evidence in

§Autor correspondente: Natalia Santos da Silva – ORCID: 0000-0003-3386-8642; e-mail: nsfisio@gmail.com

Afiliações: ¹Universidade da Força Aérea (UNIFA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ³Hospital Central de Aeronáutica (HCA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

in the area suggests that physical exercises can reduce the intensity and/or prevalence of pain in different regions of the spine, but the results are conflicting.

Objective: To evaluate in the literature whether physical exercise can reduce the intensity or occurrence of pain in different regions of the spine in military pilots and crew members, considering experimental studies present in the literature.

Methods: This was a systematic review study with a search conducted in ten scientific databases, using a search phrase containing descriptors for the outcome and exposure variables. There was no language or publication date restriction. The PICOS strategy (*Patient; Intervention; Control; Outcome(s); Study design*), to establish the eligibility criteria of the studies. The recommendations *Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020 Statement) were followed for their writing.

Results and Discussion: A total of 17,522 studies were found. After applying the exclusion criteria, nine studies were part of the present study, four of which demonstrated favorable results for physical exercise. The studies showed great variability in exercise protocols and other methodological problems.

Conclusion: It remains inconclusive whether physical exercises can reduce the intensity and/or prevalence of spinal pain in military pilots and crew. Results were discussed

Keywords: aerospace medicine, musculoskeletal pain, occupational health, Air Force, physical exercise.

Key Points

- Of the 17,522 studies found, only nine remained for analysis.
- There was great variability in exercise protocols among the participating studies.
- Physical exercise may or may not benefit military pilots and crew members in reducing the intensity and/or prevalence of spinal pain.

O efeito do exercício físico na redução da dor na coluna em pilotos e tripulantes militares: uma revisão sistemática

Introdução

A dor na coluna é a desordem musculoesquelética mais frequente mundialmente, atingindo cerca de 792 milhões de pessoas em 2019, somando-se os números da dor lombar e a dor cervical(1). A dor lombar e a dor cervical produziram juntas o maior impacto nos custos em saúde nos Estados Unidos no ano de 2016, estimando-se um total de US\$134.5 bilhões de dólares (IC95%, US\$122.4-US\$146.9 bilhões), à frente de outras condições musculoesqueléticas e diabetes mellitus, consecutivamente(2).

A prevalência de dor cervical pode alcançar 93% em pilotos de caça, em um período de um ano(3). Entre pilotos de helicóptero, pode alcançar 57% em três meses, com 32% apresentando recorrências e é considerada mais alta neste grupo ocupacional, em

comparação à população geral(4). Está associada a perda de concentração e de controle motor(5), redução da amplitude de movimento (ADM), da tolerância de permanecer sentado e distúrbios do sono, podendo representar perda de qualidade de vida, absenteísmo(6) e prejudicar a segurança das operações(3).

Quanto à dor lombar, dados apontam uma prevalência entre 61 e 80% em pilotos de helicóptero, conforme o país analisado(3). Dentre pilotos de aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira, 68% relataram dor lombar, com intensidade média de 3,7 pontos na escala numérica de dor de 0 a 10 pontos, e pior desempenho em teste de resistência muscular(7). Na maioria dos casos, na população geral, é classificada como inespecífica, pois não é possível estabelecer associação entre a patologia na coluna e a presença da dor(8).

A dor na coluna torácica acomete 32% dos pilotos de caça finlandeses, com maior risco

§Autor correspondente: Natalia Santos da Silva – ORCID: 0000-0003-3386-8642; e-mail: nsfisio@gmail.com

Afiliações: ¹Universidade da Força Aérea (UNIFA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ²Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG), Rio de Janeiro, RJ, Brasil; ³Hospital Central de Aeronáutica (HCA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

naqueles com mais horas de voo sob força +Gz (OR 6,1; IC95%=1,6-23,1; $p=0,0007$)(9). Observa-se mais frequentemente dor em múltiplas regiões da coluna em pilotos de caça (25%) comparados aos da aviação de transporte (9%)(9).

A partir da década de 1980 o interesse no estudo da dor cervical em pilotos aumentou, dada a introdução de aeronaves capazes de alcançar maiores níveis de força G (10). Vibração de corpo inteiro, níveis e variações de força G aumentados, peso de equipamentos como capacetes, óculos de visão noturna(3,9,11), posição “*check-six*” na aviação de caça(3), postura sentada prolongada e fatores ergonômicos(1,3), são frequentemente associados à dor na coluna nesta população.

Exercícios físicos são considerados estratégias de primeira linha para o tratamento da dor por serem acessíveis e de baixo custo(12). Diferentes modalidades de exercícios já foram analisadas no tratamento da dor lombar na população geral, como Pilates, exercícios de força, aeróbicos e de controle do movimento. Na população geral, a literatura já demonstra grau de recomendação “A” para dor lombar crônica sem dor generalizada e “B” para dor lombar aguda com presença de dor na perna(13).

Na aviação militar, Murray et al.(4) sugeriram que exercícios físicos poderiam reduzir a ocorrência de dor na coluna em pilotos, através do aumento da capacidade muscular em suportar a sobrecarga imposta pelo voo. Contudo, ao avaliarem a eficácia de um programa de 20 semanas de exercícios de força, resistência e coordenação para a coluna cervical em pilotos de helicóptero, não encontraram diferença na redução da dor cervical, quando comparado ao grupo controle que não recebeu nenhuma intervenção ($p=0,724$)(4).

Contrariamente, no estudo conduzido por Lange et al.(13), um protocolo similar com 24 semanas de duração aplicado a pilotos de caça obteve

resultados estatisticamente significativos na redução da dor na cervical ($p=0,04$) comparado a nenhum tratamento.

Foi identificada uma revisão sistemática sobre o assunto, publicada em 2022(14), na qual os autores examinaram efeitos de exercícios sobre a força muscular de cervical e ombros de pilotos militares como desfecho primário, e sobre a prevalência e intensidade da dor na coluna cervical e ombros, como desfecho secundário. Estudos observacionais e experimentais foram incluídos e, na análise de subgrupo por desenhos de estudo, somente os dois estudos experimentais(13,15) confirmaram o efeito significativo para a diminuição da prevalência da dor.

Buscando elucidar os resultados divergentes, a presente revisão sistemática teve por objetivo avaliar se o exercício físico é capaz de reduzir a intensidade ou a ocorrência dada dor em diferentes regiões da coluna vertebral em pilotos e tripulantes militares, dentre diferentes tipos de aviação, analisando dados de estudos experimentais.

Métodos

A presente revisão seguiu as recomendações *Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020 Statement) para sua redação(16,17) e foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* – PROSPERO (CRD42023458129).

Fontes de informação, estratégia de busca e critérios de elegibilidade

Uma busca extensiva por artigos científicos foi efetuada entre os dias 06 e 20 de junho de 2023, em 10 bases de dados: Medline, Scielo, Lilacs, Pedro, Science Direct, SporDiscus, Scopus, Cochrane, Web of Science e Cinahl (fontes de informação) A frase de busca foi construída com os seguintes descritores e seus respectivos sinônimos, em inglês: “*exercise*”, “*physical activity*”, “*physical exercise*”, “*isometric exercise*”, “*aerobic exercise*”, “*muscle stretching exercises*”, “*high intensity interval training*”, “*yoga*”, “*aquatic therapy*”, “*hydro gymnastics*”, “*exergaming*”, “*resistance training*”, “*endurance training*” para a variável independente. E “*back pain*”, “*chronic pain*”, “*flank pain*”,

“neck pain”, “low back pain”, “acute pain” para a variável dependente. Não houve restrição de idioma ou data de publicação (estratégia de busca). Para determinar a elegibilidade dos estudos, foi considerada a estratégia PICOS: Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho)(18,19), sendo esses quatro componentes os elementos fundamentais da questão de pesquisa. Os critérios de inclusão foram estudos em pilotos e tripulantes militares (População), que realizaram exercícios físicos (Intervenção), comparado a um outro grupo controle, ativo ou passivo (Comparação/Controle), que apresentaram resultado de desfecho para a diminuição da dor na coluna (*Outcome*) em desenhos de estudo experimentais (*Study Design*). Os critérios de exclusão foram estudos que apresentassem participantes com patologia específica na coluna, sinais neurológicos importantes, trauma, cirurgia recente ou gravidez.

Processo de seleção dos estudos, coleta dos dados e itens coletados

Dois revisores independentes (N.S., A.B.)¹ analisaram a elegibilidade dos estudos por rastreio de títulos e resumos, utilizando a ferramenta Rayyan(20,21). O texto completo dos estudos foi analisado para a inclusão final e as divergências foram resolvidas através de discussão entre os revisores.

Medidas de prevalência ou de intensidade da dor, pré e pós-intervenção, foram coletadas, e a partir delas, os resultados foram estratificados qualitativamente em: nulo, favorável à intervenção, ou favorável ao grupo-controle. Em caso de estudos que analisassem a dor em diferentes pontos do tempo (p.ex. nos últimos 7 dias e nos últimos 3 meses), somente o ponto do tempo mais recente foi considerando, evitando o viés de memorização.

Para efeitos de comparação entre os protocolos, levantaram-se as seguintes variáveis: tipo de exercício, frequência semanal, duração da intervenção em semanas, tipo de grupo controle, desfecho analisado e instrumento de avaliação da dor. Tamanho amostral, tipo de aviação e localização da dor compuseram a caracterização das amostras.

Métodos de síntese dos dados coletados

O fluxograma PRISMA foi utilizado para apresentação dos resultados do processo de busca. As variáveis selecionadas foram coletadas e tabuladas pelos revisores (N.S., A.B.) de forma independente, debatendo-se eventuais conflitos.

Resultados e Discussão

A busca realizada gerou um total de 17.522 estudos. Utilizando o gerenciador de referências EndNote[®] realizou-se a remoção automática de 7.818 duplicatas, além de 797 manualmente, restando 8.907 registros. Após triagem de títulos e resumos e consenso entre os revisores (N.S., A.B.), 25 estudos foram selecionados para leitura do texto completo, dos quais oito atenderam à estratégia PICOS. Ademais, um estudo foi obtido através da exploração de referências(22), totalizando nove estudos incluídos. O diagrama de fluxo da identificação dos estudos apresenta-se na Figura 1.

Exemplo para elaboração de Tabela. Título acima da tabela em negrito, sem linhas separando os itens descritos. Mais detalhes explicativos devem ser inseridos na legenda, logo abaixo da tabela. Com fonte de tamanho 10pt. P-valor e/ou intervalo de confiança estatisticamente significativo, devem ser destacados em negrito ao invés de sinalizado com asterisco. A Tabela 1 a seguir exibe o modelo de tabela a ser adotado.

Dentre os nove estudos que integraram as análises, apenas um foi desenvolvido no hemisfério sul global (Brasil)(23). Encontraram-se mais ensaios em dor cervical (sete estudos), seguidos por estudos que focalizaram dor lombar (três estudos), sendo

Nota do Editor

¹Iniciais dos nomes dos revisores independentes.

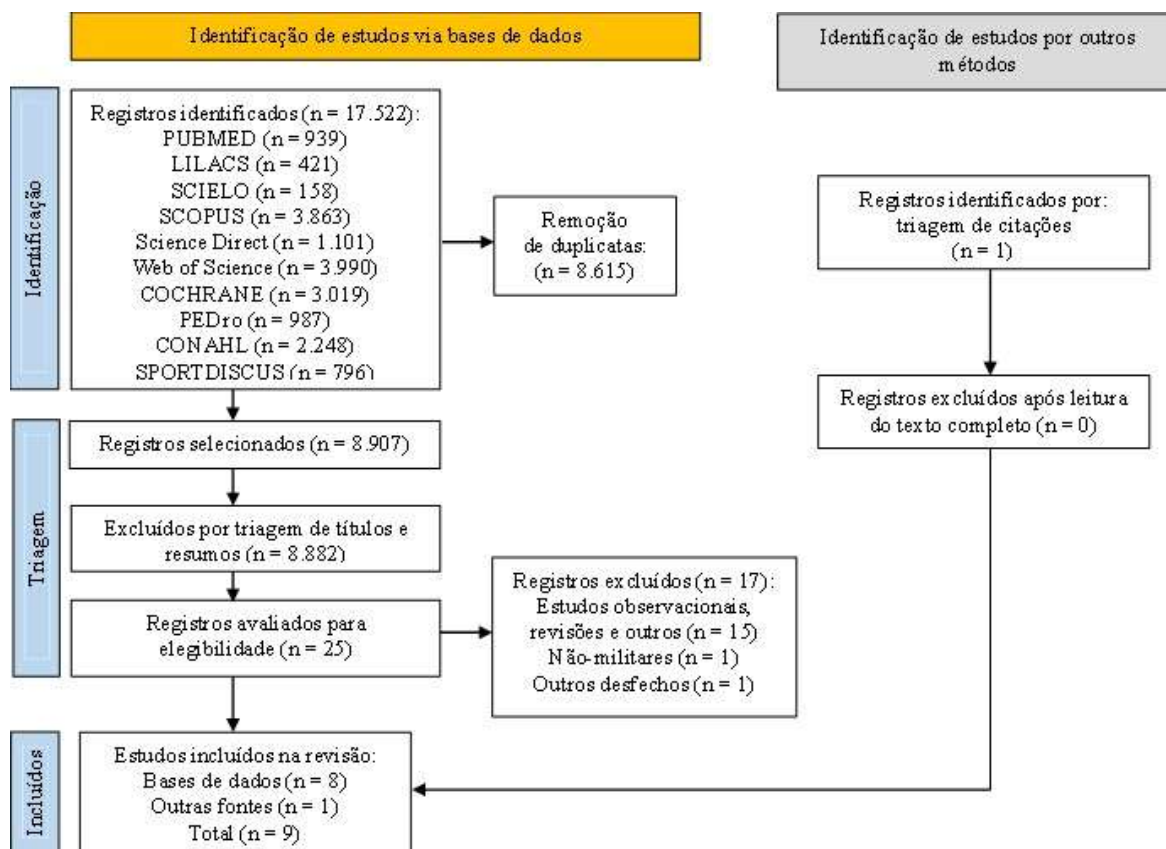


Figura 1 - Fluxograma dos nove estudos incluídos na revisão narrativa

que estes últimos, apresentaram tamanho amostral consideravelmente menor do que os demais que variaram entre 14 e 17 participantes (Tabela 1). Um estudo avaliou as três regiões da coluna sem especificar o número de participantes por região de dor e foi o único a rastrear a presença de dor também na coluna torácica(24). Pilotos de helicóptero foram os mais estudados (seis estudos) seguido pelos pilotos de caça (quatro estudos). Nenhum estudo avaliou pilotos de transporte de asas fixas.

As modalidades de exercício físico empregadas, apesar de diversas, estavam de acordo com as diretrizes atuais de tratamento da dor lombar na população geral(25). Dos nove estudos avaliados, cinco incluíram treinamento de músculos profundos cervicais e de tronco, identificados aqui como exercícios de coordenação cervical ou lombar ou de fortalecimento do CORE, também conhecidos como exercícios de estabilização segmentar. Dentre esses,

três focalizaram a dor cervical(4,13,15) e dois a dor lombar(23,26).

Métodos de tratamento pautados no conceito de estabilização segmentar foram desenvolvidos e difundidos com base em estudos transversais – que não possibilitam estabelecer relação de causa e efeito, que demonstraram, através de eletromiografia, um atraso na ativação antecipatória desses músculos em pessoas com dor lombar(27). Diretrizes atuais, baseadas em ensaios clínicos randomizados, recomendam a utilização de exercícios físicos de diversas modalidades para recuperação e prevenção de dor lombar crônica, com grau de recomendação “A”. Esse grau de recomendação significa que há evidência forte, ou seja, preponderância de estudos de alta a moderada qualidade, com pelo menos um estudo de alta qualidade(25).

Em relação à dor cervical crônica, há evidência de moderada qualidade apontando para uma superioridade dos exercícios de estabilização e fortalecimento de musculatura profunda cervical sobre a redução de dor e da incapacidade, quando comparados ao grupo

Tabela 1 – Exercício físico na redução da intensidade ou na ocorrência da dor em pilotos e tripulantes militares em nove estudos (n=424)

Autor	País/Tipo de Aviação^a	Região da dor	n	Intervenção	Freq.	Dur.	Controle^a	Desfecho analisado	Instrumento de avaliação da dor	Resultados
Alicsson <i>et al.</i> (24)	Suécia/C	Cerv.	GE = 20 GC = 20 Total = 40	Força, resistência e flexibilidade cervical e torácica com supervisão	2-3	24-32	Ativo*	Frequência de dor, últimos 3 meses	Escala de frequência de dor nos últimos 3 meses	Nulo
Äng <i>et al.</i> (16)	Suécia/H	Cerv.	GE = 34 GC = 34 Total = 68	Resistência e coordenação cervical e cérvico-escapular	Diária (2x/dia)	6	Ativo	Prevalência de dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Pos.
Bahat <i>e al.</i> (25)	Israel/C/H	Cerv.	GE = 22 GC = 23 Total = 45	Treino cinemático cervical por rv	4	4	Ativo*	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Escala Visual Analógica de 100mm	Nulo
Brandt <i>et al.</i> (26)	EUA/H	Lomb.	GE = 05 GC = 12 Total = 17	Fortalecimento de core	4	12	Ativo	Intensidade da dor diária	Escala Numérica de Dor 0-10	Nulo
Lange <i>et al.</i> (14)	Dinamarca/C	Cerv.	GE = 27 GC = 28 Total = 55	Força, resistência e coordenação cervical	3	24	Passivo	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Pos.
Mendes <i>et al.</i> (27)	Brasil/C	Lomb.	GE = 07 GC = 7 Total = 14	Resistência e coordenação lombar	2	12	Ativo	Intensidade da dor	Escala Numérica de Dor 0-10	Pos.
Murray <i>et al.</i> (4)	Dinamarca/H	Cerv. e Ombr.	GE = 35 GC = 34 Total = 69	Força, resistência e coordenação cervical e ombros	3	20	Passivo	Intensidade da dor, últimos 7 dias	Questionário Nórdico Modificado	Nulo
Salmon <i>et al.</i> (23)	Canadá/H	Cerv.	GE = 15 GC = 13 Total = 28	Resistência	3	12	Ativo*	Intensidade da dor	Escala Visual Analógica de 100mm	Nulo
Walsh <i>et al.</i> (28)	EUA/H	Cerv., Tor. e Lomb	GE = 34 GC = 54 Total = 88	Flexibilidade	N.I.	4	Passivo	Intensidade da dor pós voo	Escala Numérica de Dor 0-10	Pos.

n: total de pacientes reunidos nos estudos participantes da análise. ***Tipo de Aviação:** C = caça, H = helicóptero; **Região da dor:** na coluna – Cerv. = cervical, Lomb. = lombar, Tor. = torácica, Omb. = ombros; **Freq.:** frequência semanal; **Duração:** duração da intervenção em semanas; **GE:** grupo experimental; **GC:** grupo controle; **RV:** realidade virtual; **N.I.:** não informado; **Nulo:** resultados sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos; **Pos.:** resultados positivos quanto à intervenção; **Passivo:** quando os participantes não receberam nenhuma intervenção; **Ativo:** quando foram orientados a manter sua atividade física habitual; e **Ativo*:** receberam intervenção baseada em exercício físico ou estavam em tratamento fisioterapêutico.

controle apenas em fila de espera para tratamento(6). A duração das intervenções variou consideravelmente entre os estudos, desde quatro até 32 semanas. A respeito de parâmetros dosimétricos do exercício físico e sua influência sobre a redução da dor (hipoalgesia) Polaski *et al.*(12), em um estudo de metanálise com 75 estudos encontrou alta correlação positiva estatisticamente significativa ($r=0,8619$, $p=0,0059$) entre a duração em semanas do exercício e a redução da dor cervical, contudo, não forneceu informações sobre a heterogeneidade dos estudos analisados.

Os tipos de intervenção quanto à orientação profissional na prática do exercício físico também foram diversos, dificultando as comparações. Em três estudos os pacientes não receberam nenhuma intervenção ou orientação explícita na descrição dos protocolos (passivo)(4,13,24); em outros três, os participantes foram orientados a manter sua atividade física habitual (ativo)(15,23,24). Em um estudo, os pudessem continuaram seu tratamento fisioterapêutico prévio, se houvesse (ativo*)(29) e em outros dois estudos, os pacientes receberam intervenção baseada em protocolo de exercício físico (ativo*), dentre os quais, um aplicou um protocolo a comparação de dois fatores foi feita com e sem supervisão do profissional de educação física(25). O outro estudo comparou exercícios de resistência com exercícios de coordenação, ambos para a região cervical(19). Quanto ao tipo de grupo controle empregado pelos estudos, conforme a classificação estabelecida nesta revisão, descrita anteriormente, três dos nove estudos enquadraram-se na classificação de grupo controle passivo(4,14,28); outros três utilizaram grupo de controle ativo(16,26,27) PAGE 1, MENDES, WALSH, e os três demais como grupo de controle ativo*, mais especificamente: o grupo controle recebeu o mesmo tipo de exercício, porém realizado sem supervisão

profissional(24) COSTA; poderiam continuar tratamento fisioterapêutico prévio, se houvesse(25); ou comparou exercícios de resistência a exercícios de coordenação, ambos para a região cervical(22).

Observou-se preocupação por parte dos pesquisadores em facilitar a adesão dos participantes aos programas de intervenção propostos para a investigação científica. Isto se explica pela rotina complexa da categoria profissional em foco. Séries de exercícios que pudessem ser realizadas sem supervisão, materiais de fácil transporte, instruções gravadas em vídeos e diários para registro e monitoramento da execução foram recursos frequentemente empregados(4,13,24,26). Em um estudo, com intervenção não-supervisionada, os participantes receberam um equipamento de realidade virtual para treino cinemático da coluna cervical(28).

Dentre os instrumentos de avaliação da dor, o Questionário Nórdico Modificado foi utilizado em três estudos(4,13,15), a Escala Visual Analógica de 100mm, em dois(22,29) e a Escala Numérica de Dor de 0 a 10 pontos, em outros três(23,24,26). Um estudo implementou um questionário próprio não-validado para rastrear a frequência de dor cervical nos últimos três meses em pilotos de caça(29).

Em apenas três estudos foi determinada uma intensidade mínima de dor para a inclusão dos participantes(23,24,26). Nos demais estudos, devido à ausência desse critério de inclusão, houve a presença de participantes sem dor em ambos os grupos, no período da intervenção. Tal condição pode ter prejudicado o efeito da intervenção, além de gerar variações nos desfechos analisados, como “prevalência de dor”(15), “intensidade de dor”(4,13,22–24,26,28) e “frequência de dor”(29).

Quanto ao sigilo de alocação dos participantes entre os grupos experimental e controle, seis estudos relataram procedimento de randomização, sendo quatro em dor cervical(4,13,15,28) e dois em dor lombar(23,26). Dada a natureza dos grupos controle (especialmente aqueles que não receberam nenhum tratamento), e das intervenções (exercícios físicos), não foi possível realizar o “cegamento” de praticantes e aplicadores da intervenção. Contudo, é possível e desejável que ao menos o cegamento

dos avaliadores dos desfechos seja realizado. Dos nove estudos analisados, cinco reportaram tal procedimento(4,13,15,23,28).

As análises estatísticas apresentadas para os resultados dos estudos analisados também demonstraram inconsistências. Quatro estudos(22,24,28,29) não apresentaram valores de significância estatística para as diferenças pré e pós-intervenção. Um estudo não apresentou a comparação pós-intervenção entre o grupo experimental e o grupo controle, descrevendo somente a diferença pré e pós-intervenção do grupo experimental(15).

Conforme exposto na Tabela 1, cinco estudos obtiveram resultado nulo, ou seja, não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos(4,23-26)e quatro encontraram resultados positivos à intervenção proposta, tendo reportado diminuição ou solução da dor nos participantes no momento pós-intervenção(14,16,27,28). Assim sendo, os resultados da presente revisão sistemática indicam que o tema permanece inconclusivo. Nenhum estudo apresentou resultado favorável ao grupo controle. Problemas metodológicos, especialmente na seleção e alocação dos participantes, além das diferenças nos protocolos implementados podem explicar os resultados conflituosos.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um aspecto relevante no desenvolvimento desta revisão está a busca em dez bases de dados científicas, que ampliou a capacidade de captação de estudos. Dentre os pontos fortes, está a seleção específica de estudos experimentais do tipo longitudinal, determinada visando possibilitar análise causal do efeito da intervenção de exercício físico na redução da intensidade e/ou prevalência da dor na coluna, em pilotos e tripulantes militares. Além disso, foram contemplados, nas análises do desfecho primário dor, os três seguimentos da coluna vertebral.

Uma limitação da presente revisão seria o reduzido tamanho amostral dos estudos incluídos (n=9), o que poderia reduzir a robustez dos achados, contudo, a própria escassez de estudos com a qualidade metodológica necessária, em conjunto com a ausência de padronização terminológica e de métodos de avaliação justificam o tamanho amostral indicando a necessidade de mais estudos para melhor elucidar os fenômenos envolvidos.

Conclusão

Nesta revisão sistemática, investigou-se estudos experimentais longitudinais que examinaram os efeitos do exercício físico sobre a ocorrência e a intensidade de dor nos três segmentos da coluna vertebral, em pilotos e tripulantes militares. Fizeram parte das análises nove trabalhos. Desses, cinco não encontraram efeito algum (nulo) e quatro exibiram resultados positivos. Portanto, o efeito do exercício físico na redução da dor na coluna em pilotos e tripulantes militares ainda é inconclusivo. Problemas metodológicos e logísticos dos estudos analisados, somados à falta de uma análise quantitativa dos desfechos na presente revisão dificultaram a interpretação. Para melhor elucidação da questão e direcionamento de futuros estudos na área sugere-se a elaboração de uma metanálise dos resultados dos estudos independentes.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses no presente estudo.

Declaração de financiamento

O presente estudo recebeu financiamento da Força Aérea Brasileira.

Referências

1. Cieza A, Causey K, Kamenov K, Hanson SW, Chatterji S, Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet (London, England)*. 2021;396(10267): 2006–2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0).
2. Dieleman JL, Cao J, Chapin A, Chen C, Li Z, Liu A, et al. US Health Care Spending by

- Payer and Health Condition, 1996-2016. *JAMA*. 2020;323(9): 863–884. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.0734>.
3. Mastalerz A, Maruszyńska I, Kowalczyk K, Garbacz A, Maculewicz E. Pain in the Cervical and Lumbar Spine as a Result of High G-Force Values in Military Pilots—A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(20): 13413. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013413>.
 4. Murray M, Lange B, Nørnberg BR, Sjøgaard K, Sjøgaard G. Self-administered physical exercise training as treatment of neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2017;18(1): 147. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1507-3>.
 5. Posch M, Schranz A, Lener M, Senn W, Äng BO, Burtscher M, et al. Prevalence and potential risk factors of flight-related neck, shoulder and low back pain among helicopter pilots and crewmembers: a questionnaire-based study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2019;20(1): 44. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2421-7>.
 6. Fandim JV, Nitzsche R, Michaleff ZA, Pena Costa LO, Saragiotto B. The contemporary management of neck pain in adults. *Pain Management*. 2021;11(1): 75–87. <https://doi.org/10.2217/pmt-2020-0046>.
 7. Gomes SRA, Mendes PRF, Costa LDO, Bulhões LCC, Borges DT, Macedo LB, et al. Factors associated with low back pain in air force fighter pilots: a cross-sectional study. *BMJ military health*. 2022;168(4): 299–302. <https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2021-001851>.
 8. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet (London, England)*. 2018;391(10137): 2356–2367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X).
 9. Hämäläinen O. Thoracolumbar pain among fighter pilots. *Military Medicine*. 1999;164(8): 595–596.
 10. Grossman A, Nakdimon I, Chapnik L, Levy Y. Back symptoms in aviators flying different aircraft. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2012;83(7): 702–705. <https://doi.org/10.3357/ase.3225.2012>.
 11. Wagstaff AS, Jahr KI, Rodskier S. +Gz-induced spinal symptoms in fighter pilots: operational and individual associated factors. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2012;83(11): 1092–1096. <https://doi.org/10.3357/ase.3146.2012>.
 12. Polaski AM, Phelps AL, Kostek MC, Szucs KA, Kolber BJ. Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain. *PLoS One*. 2019;14(1): e0210418. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210418>.
 13. Lange B, Toft P, Myburgh C, Sjøgaard G. Effect of targeted strength, endurance, and coordination exercise on neck and shoulder pain among fighter pilots: a randomized-controlled trial. *The Clinical Journal of Pain*. 2013;29(1): 50–59. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3182478678>.
 14. Heng W, Wei F, Liu Z, Yan X, Zhu K, Yang F, et al. Physical exercise improved muscle strength and pain on neck and shoulder in military pilots. *Frontiers in Physiology*. 2022;13: 973304. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.973304>.
 15. Äng BO, Monnier A, Harms-Ringdahl K. Neck/shoulder exercise for neck pain in air force helicopter pilots: a randomized controlled trial. *Spine*. 2009;34(16): E544–551. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181aa6870>.
 16. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372: n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
 17. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA

- 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372: n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.
18. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*. 2014;14(1): 579. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>.
 19. Tacconelli E. Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care. *The Lancet Infectious Diseases*. 2010;10(4): 226. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(10\)70065-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(10)70065-7).
 20. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5(1): 210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>.
 21. Rayyan – Intelligent Systematic Review. <https://www.rayyan.ai/> [Accessed 22nd August 2024].
 22. Salmon DM, Harrison M, Sharpe D, Candow D, Albert W, Neary P. The effect of neck muscle exercise training on self-reported pain in CH-146 Griffon helicopter aircrew. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2013;84(10): 1046–1054.
 23. Mendes PRF, Gomes SRA, Costa LDO, Liguori AD a. L, Bulhões LCC, Brasileiro JS. Core stabilisation exercises reduce chronic low back pain in Air Force fighter pilots: a randomised controlled trial. *BMJ military health*. 2024;170(1): 31–36. <https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2021-002005>.
 24. Walsh JB, McGlynn AF, Hardy CL, Armas GC, Sulpizio HM, Wright MR. Stretching and Self-Myofascial Release in Helicopter Aircrew to Reduce Neck and Back Pain (Phase 1). *Military Medicine*. 2023;188(7–8): e2109–e2117. <https://doi.org/10.1093/milmed/usad015>.
 25. George SZ, Fritz JM, Silfies SP, Schneider MJ, Beneciuk JM, Lentz TA, et al. Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2021;51(11): CPG1–CPG60. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.0304>.
 26. Brandt Y, Currier L, Plante TW, Schubert Kabban CM, Tvaryanas AP. A Randomized Controlled Trial of Core Strengthening Exercises in Helicopter Crewmembers with Low Back Pain. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2015;86(10): 889–894. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4245.2015>.
 27. Gubler D, Mannion AF, Schenk P, Gorelick M, Helbling D, Gerber H, et al. Ultrasound tissue Doppler imaging reveals no delay in abdominal muscle feed-forward activity during rapid arm movements in patients with chronic low back pain. *Spine*. 2010;35(16): 1506–1513. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181c3e4d1>.
 28. Bahat HS, German D, Palomo G, Gold H, Nir YF. Self-Kinematic Training for Flight-Associated Neck Pain: a Randomized Controlled Trial. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2020;91(10): 790–797. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5546.2020>.
 29. Alricsson M, Harms-Ringdahl K, Larsson B, Linder J, Werner S. Neck muscle strength and endurance in fighter pilots: effects of a supervised training program. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2004;75(1): 23–28.