



Artigo Original

Original Article

Caracterização de desempenho físico e demanda psicofisiológica de militares submetidos a cursos de operações especiais: um estudo descritivo

Characterization of the Physical Performance and Psychophysiological Demand of Military Personnel Submitted to Special Operations Courses: A Descriptive Study

Adriano Joaquim dos Santos^{§1}; Lúcio Mauro Campos da Silva Junior¹; Adriano Percival Calderaro Calvo¹ PhD; Renato Massafferri¹ PhD

Recebido em: 24 de agosto de 2023. Aceito em: 21 de setembro de 2023.

Publicado online em: 11 de outubro de 2023.

DOI: 10.37310/ref.v92i1.2918

Resumo

Introdução: Cursos de operações especiais (OpEsp) possuem como objetivo proporcionar aos instruídos conhecimentos que os capacitem a desempenhar funções de operadores especiais. Entretanto, os cursos de OpEsp podem não apresentar condições de fornecer intensidade e volume de carga de treinamento de forma sistemática e progressiva aos indivíduos ao longo do curso.

Objetivo: Caracterizar o desempenho físico e a demanda psicofisiológica dos alunos de cursos de OpEsp a fim de identificar o perfil e o impacto da carga de trabalho imposta pelo programa de treinamento.

Métodos: Estudo descritivo cuja análise concentrou-se na literatura acerca das alterações observadas em parâmetros fisiológicos, de desempenho físico e psicofisiológicos em OpEsp.

Resultados: Dentre os desafios impostos aos participantes do curso, está a necessidade de adaptações constantes, que requerem preparação física e psicofisiológica para enfrentarem as demandas específicas dos cursos de OpEsp. Tais demandas, por vezes, são desafios quanto ao desempenho e podem, ainda, representar riscos à saúde do militar, por vezes levando o indivíduo a deixar de concluir o treinamento.

Conclusão: Com vistas à otimização do desempenho, bem como a prevenção de lesões aos instruídos dos cursos de Forças de Operações Especiais (FOpEsp), é necessária a integração de várias áreas do conhecimento a fim de proporcionar a melhor preparação dos futuros especialistas, considerando aspectos como desempenho físico, nutrição, descanso, sono, dor, fatores cognitivos/psicológicos e adaptação a desafios ambientais. Ao combinar essas medidas,

Pontos Chave

- São altas as demandas operacionais e físicas dos integrantes das Forças de Operações Especiais (FOpEsp) no contexto da guerra moderna.
- Durante cursos de Operações Especiais (OpEsp) há impacto sobre o desempenho físico, variáveis psicofisiológicas e lesões musculoesqueléticas.
- Identificação de características associadas ao desempenho bem-sucedido em ambientes mental e fisicamente estressantes contribuir para aprimorar iniciativas de recrutamento, retenção ou melhoria de desempenho para candidatos dos cursos de OpEsp.

[§]Autor correspondente: Adriano Joaquim dos Santos – e-mail: adrianoajs302@gmail.com

Afiliações: ¹Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

é possível obter uma visão holística do instruendo, contribuindo para o sucesso nos programas de treinamento intensivo.

Palavras-chave: psicofisiologia do exercício, desempenho humano, desempenho cognitivo, aptidão física, militares.

Abstract

Introduction: Special operations courses (SOp) aim to provide trainees with knowledge that enables them to perform functions as special operators. However, SOp courses may not be able to provide intensity and volume of training load in a systematic and progressive manner to individuals throughout the course.

Objective: To characterize the physical performance and psychophysiological demands of SOp course students to identify the profile and impact of the workload imposed by the training program.

Methods: Descriptive study whose analysis focused on the literature about the changes observed in physiological, physical performance and psychophysiological parameters in SOp.

Results: Among the challenges imposed on course participants is the need for constant adaptations, which require physical and psychophysiological preparation to face the specific demands of SOp courses. Such demands are sometimes performance challenges and can also pose risks to the soldier's health, sometimes leading the individual to fail to complete training.

Conclusion: With a view to optimizing performance, as well as preventing injuries to trainees in Special Operations Forces (SOpF) courses, it is necessary to integrate several areas of knowledge to provide the best preparation of future specialists, considering aspects such as physical performance, nutrition, rest, sleep, pain, cognitive/psychological factors and adaptation to environmental challenges. By combining these measures, it is possible to obtain a holistic view of the trainee, contributing to success in intensive training programs.

Key Points

- *The operational and physical demands on members of the Special Operations Forces (FOpEsp) are high in the context of modern warfare.*
- *During Special Operations (SOp) courses there is an impact on physical performance, psychophysiological variables and musculoskeletal injuries.*
- *Identification of characteristics associated with successful performance in mentally and physically stressful environments contribute to improving recruitment, retention or performance improvement initiatives for candidates for SOp courses.*

Keywords: exercise psychophysiology, human performance, cognitive performance, physical fitness, military personnel.

Caracterização da performance física e demanda psicofisiológica de militares submetidos a cursos de operações especiais: um estudo descritivo

Introdução

A preparação das Forças de Operações Especiais (FOpEsp) envolvem demandas operacionais e físicas. Isso se explica face a situações presentes em missões de longa duração, como reconhecimento especial em ambientes hostis, que requerem permanência prolongada em campo, infiltrações e *exfiltrações* sem apoio logístico. As atividades operacionais contínuas são uma

característica distintiva das FOpEsp e são frequentemente aplicadas em ações diretas, realizadas em locais politicamente sensíveis ou hostis por períodos de dias a semanas(1,2).

As operações especiais (OpEsp) dependem de proficiência técnica e habilidades especializadas de pequenas unidades para garantir respostas militares eficazes e flexíveis, evitando a escalada de crises e

conflitos(3). As FOpEsp enfrentam missões variadas e imprevisíveis que requerem alta capacidade física, incluindo força, potência, resistência e alta tolerância a fadiga. Suas operações abrangem desde atividades aeróbicas prolongadas típicas de grandes deslocamentos até tarefas anaeróbicas intensas e curtas em situações de emboscadas ou *exfiltrações* rápidas. A deficiência na capacitação física especializada pode impactar não somente a estratégia operacional, mas também a integridade fisiológica do operador(4). Nesse contexto, os cursos de OpEsp têm como propósito aprimorar o desempenho técnico e físico dos militares, simulando cenários extremos enfrentados em missões reais. As atividades de preparação envolvem fases extenuantes com atividades prolongadas, privação de sono, cargas intensas de trabalho físico, mental e emocional. Infelizmente, essa combinação leva à perda de desempenho em tarefas de alta demanda energética(5), redução da resistência(6), diminuição da força e potência muscular(7,8), perda de massa corporal e massa magra(9,10), e maior suscetibilidade a lesões musculoesqueléticas(11).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar o desempenho físico e a demanda psicofisiológica dos alunos de cursos de OpEsp a fim de identificar o perfil e o impacto da carga de trabalho imposta pelo programa de treinamento.

Métodos

A análise se concentrou na literatura acerca das alterações observadas em parâmetros fisiológicos, de desempenho físico e psicofisiológicos, decorrentes dos rigorosos e variados estressores físicos, mentais e emocionais presentes nos cursos de OpEsp. O objetivo formulado para este estudo teve o intuito de identificar aspectos que favoreçam a otimização do treinamento, melhorar taxas de conclusão de cursos operacionais, facilitar a recuperação pós-curso e reduzir incidências de lesões.

Impacto dos cursos de Operações Especiais (OpEsp) sobre o desempenho físico

Durante operações, há registros de déficits calóricos variando de 2.500 a 4.500 kcal/d em operadores especiais(11–20). Essa situação pode ser ainda mais acentuada durante cursos de OpEsp, quando o objetivo é avaliar a tolerância a múltiplos estressores. Em um estudo realizado durante o Curso de Comandos do Exército da França, Guezennec *et al.*(14) observaram um gasto energético diário variou entre 8.000 e 10.000 kcal/d. Esse cenário pode levar a mudanças prejudiciais na composição corporal, especialmente, a perdas de massa magra(8) devido ao déficit crônico de energia, face à restrição de ingesta calórica, o que pode impactar o desempenho físico(15,16,21,22).

Um estudo conduzido por Nindl *et al.*(16) em alunos do *U.S. Army Ranger Training Course*, envolvendo restrição calórica e treinamento intenso por oito semanas, revelou prejuízo em várias características fisiológicas relacionadas a desempenho físico: diminuição da massa corporal (-8,1% a -14,3%), massa magra (-2,6% a -8,8%), massa gorda (-22,5% a -63,4%), força (-20,7%), potência (-22,7%) e salto vertical (-18,7%). Outro estudo conduzido por Nindl *et al.*(8), também com o *U.S. Army Ranger Training Course*, encontrou alterações semelhantes: salto vertical (-16%), potência explosiva (-21%), potência máxima de levantamento (-20%), massa corporal (-13%), massa magra (-6%) e massa gorda (-50%). Esses resultados demonstraram que essas mudanças fisiológicas têm impactos no desempenho físico ao término do curso.

Hamarsland *et al.*(23) investigaram o impacto Curso de Seleção das Forças Especiais da Marinha da Noruega sobre marcadores de desempenho físico. O curso caracterizava-se por atividade física intensa, restrição calórica e privação de sono. Observaram uma diminuição de 5,3kg (6%) na massa corporal total, 1,9kg (2,4%) na massa muscular esquelética e 2,1kg (38%) na massa gorda. Além disso, os desempenhos no salto contramovimento e

na isometria máxima do *leg press* caíram aproximadamente de 30% a 20%, respectivamente. Em um estudo em alunos do Curso de OpEsp da Marinha da Itália, Malavolti *et al.*(9) encontraram reduções significativas nas variáveis de composição corporal: peso corporal ($1,65 \pm 2,3\text{kg}$), massa magra ($4 \pm 1,4\text{kg}$) e massa gorda ($1,7 \pm 2,12\text{kg}$) em um período de nove meses. Dhahb *et al.*(24), em sua pesquisa em Comandos da Guarda Nacional da Tunísia, observaram uma diminuição substancial na massa corporal de todos os participantes ($-4\% \pm 1\%$).

Sporiš *et al.*(25) avaliaram os efeitos do Curso de OpEsp das Forças Armadas da Croácia sobre a aptidão física dos operadores. Após um treinamento de nove semanas, constatou-se um esgotamento significativo nos participantes concluintes, demonstrado pela redução no desempenho físico nas variáveis testadas que incluíram salto em distância, flexões, abdominais, barra, impulso do banco, corrida de 3.200m e corrida de 300 jardas.

Demanda psicofisiológica

Na primeira década do século XXI, pesquisas científicas abordaram o impacto do estresse agudo na função cognitiva de operadores especiais, mostrando que a exposição a esse tipo de estresse pode levar a alterações significativas nas habilidades perceptivas, de aprendizado e executivas(26–28). Os que ingressam em unidades de OpEsp enfrentam estressores extremos que desafiam a resistência mental, física e emocional. Estudos indicam que o sucesso nessas unidades requer características únicas, como uma "vontade incomum de alcançar o sucesso" e uma notável capacidade de persistir diante de adversidades significativas sem depender de apoio externo(1). Nesse contexto, a literatura mostra que um perfil psicofisiológico específico e flexível é essencial para os integrantes das unidades de OpEsp(29), de modo que seus membros sejam preparados para lidar com diversas ameaças no combate(1,3,4,6,7). Enquanto o treinamento é crucial para prontidão(30,31), a estrutura psicológica ideal capacita os combatentes a responderem ao estresse com eficácia(32),

evitando riscos para os militares(33) e destacando a necessidade de preparação psicológica(29,34).

Lieberman *et al.*(35) analisaram estados afetivos e desempenho cognitivo, visual e psicomotor em alunos do curso U.S. Navy SEAL, durante a "Hell Week" – um período intensamente estressante de treinamento com privação de sono e estresse ambiental, físico e psicológico. Eles observaram que quase todos os parâmetros cognitivos (vigilância visual de varredura, tempo de reação visual de quatro opções, teste de correspondência com a amostra, e teste de aquisição repetida) e de humor avaliados sofreram degradação substancial. Em outra pesquisa, Lieberman *et al.*(26) em operadores especiais do *U.S. Army Rangers* e candidatos ao *U.S. Navy SEAL*, a função cognitiva, durante as atividades estressantes de treinamento operacional, foi gravemente prejudicada, incluindo aspectos como tempo de reação, vigilância, atenção e memória. O estado de humor também foi severamente afetado, indicando que o impacto no estado mental geral se relaciona à eficácia operacional.

Hormeño-Holgado and Clemente-Suárez(36) investigaram a resposta psicofisiológica de militares durante o Curso de Seleção de OpEsp das Forças Armadas da Espanha. O treinamento provocou intenso estresse e respostas físicas, levando a aumentos na percepção subjetiva de fadiga (24,4%), estresse (15,6%), bem como houve declínio no desempenho cognitivo (36,4%) e perda de motivação (25,9%). Houve também diminuição na força das pernas (-12,5%), alterações em Ph sanguíneo (-8,5%), pico de fluxo expiratório (-11,1%), excitação cortical (-7,1%), composição corporal (-2,0%), peso corporal (-3,1%), massa gorda (-25%) e muscular (-2,9%). Além disso, foram observadas mudanças emocionais, como ansiedade (-51,2%), estado de alerta (-52,4%), tristeza (-70,5%) e tensão (-58,6%) após a conclusão do curso.

Lesões Musculoesqueléticas

As atividades operativas das FOpEsp apresentam demandas variadas para a

realização de suas tarefas, requerendo força, potência, resistência e uma nutrição adequada para sustentar atividades de alta intensidade e/ou moderada e prolongada(8,37). Além de melhorias no desempenho, níveis elevados de aptidão aeróbica e força estão relacionados à redução do risco de lesões musculoesqueléticas(38–40). Minimizar tais lesões é crucial para garantir prontidão tática e eficácia operacional das FOpEsp(41). Nesse contexto, o treinamento físico é essencial para otimizar o desempenho das FOpEsp, no entanto, muitas lesões nessas tropas estão relacionadas ao próprio treinamento no decorrer do curso(42–44). Marchas e corridas são parte crucial do treinamento, e déficits no $VO_{2máx}$ podem se caracterizar como um fator de risco para lesões durante essas atividades. Aprimorar o $VO_{2máx}$ não só amplia a capacidade operacional, mas, também, contribui para reduzir a fadiga, diminuindo o risco de lesões musculoesqueléticas(45).

Operadores especiais e alunos do *U.S. Naval Special Warfare SEAL* enfrentam treinamentos físicos rigorosos que frequentemente resultam em lesões musculoesqueléticas, causando impacto significativo em sua saúde. Lesões no ombro e na parte inferior das costas são frequentes entre operadores especiais, enquanto os alunos do *SEAL Qualification Training* sofrem com lesões por uso excessivo nas extremidades inferiores. Alunos de cursos de OpEsp estão particularmente suscetíveis a lesões, com altas taxas de ocorrência. As lesões mais comuns afetam tornozelos, joelhos e região lombar, resultando principalmente em entorses, distensões, fraturas e dores agudas. Atividades como corrida, levantamento e traumas diretos são causas comuns de lesões, frequentemente relacionadas ao treinamento físico intenso(46–48).

No estudo de Linenger *et al.*(49) em alunos do curso *U.S. Navy SEAL*, as lesões por uso excessivo representaram mais de 90% das lesões, principalmente na extremidade inferior. Isso indica que o treinamento físico intenso e prolongado resulta em alta incidência de lesões

musculoesqueléticas. Dijkma *et al.*(47) encontraram que um em cada quatro militares que abandonam o treinamento de elite das Forças Armadas da Holanda o fazem devido a lesões musculoesqueléticas.

Treinamento Físico

Para o sucesso das OpEsp há a demanda de um condicionamento físico abrangente para que as tarefas de alta exigência sejam enfrentadas a contento. É consensual que um programa de treinamento eficaz deve ser específico para as demandas individuais(38–40). A fisiologia humana se adapta a estímulos específicos; se o treinamento não se alinhar com as demandas físicas da tarefa almejada, as adaptações fisiológicas não otimizarão o desempenho(50). Na criação de programas de treinamento, uma análise minuciosa da tarefa é vital. Essa análise fornece a base para profissionais de desempenho humano projetarem programas adequados que otimizem o desempenho(51).

O *Warrior Model for Human Performance Optimization* (HPO) desenvolvido por Sell *et al.*(52) descreve uma abordagem baseada em evidências para otimizar o desempenho e prevenir lesões nas FOpEsp. O modelo envolve seis etapas que incluem: Vigilância de Lesões, Análise da Tarefa e Demanda, Preditores de Lesão e Desempenho Ideal; Desenho e Validação de Intervenções; Integração e Implementação do Programa; Monitorar e Determinar a Eficácia do Programa. Isso garante que os recursos das FOpEsp se alinhem com as exigências operacionais, permitindo um desempenho bem-sucedido e seguro.

A implementação de um protocolo de treinamento periodizado é crucial para otimizar os resultados de curto e longo prazo, mantendo a saúde dos operadores das FOpEsp(53–55). Diferentes tipos de periodização, como linear, em blocos e não linear, têm mostrado impactos positivos na força, potência e massa muscular(53,55–59). Um estudo conduzido por Solberg *et al.*(60) com operadores especiais do *Norwegian Navy Special Operations Command* aplicou um protocolo de periodização linear seguido por um não linear, resultando em melhorias

significativas na mobilidade ($19\pm 9\%$), força abdominal ($25\pm 16\%$), força da parte superior do corpo ($6\pm 9\%$), salto em distância ($3\pm 6\%$), barra ($24\pm 31\%$), agilidade ($2\pm 4\%$), $VO_{2\text{máx}}$ ($2\pm 3\%$), massa gorda ($-25\pm 31\%$) e massa muscular ($1\pm 3\%$).

O estudo de Colosio *et al.*(61) analisou o programa de treinamento de Rangers do Exército da Itália para determinar as causas de evasão. Dos participantes, 41% abandonaram o programa: 60% por razões pessoais, 30% por motivos médicos e 10% por razões técnicas. O estudo recomendou focar na motivação, autoeficácia e resiliência na seleção, além de práticas de preparação física gradual e tratamento médico adequado para reduzir evasões por razões pessoais, médicas e técnicas.

Eisenger *et al.*(62) usaram abordagens qualitativas e quantitativas para determinar os requisitos de aptidão física nas FOpEsp da Áustria. Capacidade aeróbica, força, resistência de força e resistência anaeróbica foram identificados como principais requisitos. Winters *et al.*(63) sugeriram a inclusão de exercícios focados na capacidade aeróbica e força do manguito rotador do ombro para melhorar o desempenho após o *Individualized Training Course* (ITC) do *Marine Raider Training Center's* (MRTC's). Pemrick(64) revelou que operadores *Rangers* focam principalmente na resistência aeróbica em seus programas de condicionamento físico, mas falta atenção a velocidade, força, flexibilidade e coordenação, necessárias em combate.

Conclusão

O objetivo do presente estudo foi caracterizar o desempenho físico e a demanda psicofisiológica dos alunos de cursos de OpEsp a fim de identificar o perfil e o impacto da carga de trabalho imposta pelo programa de treinamento para a formação dos novos especialistas. Os achados presentes na literatura identificaram características associadas ao desempenho bem-sucedido em ambientes mental e fisicamente estressantes, caracterizados por incerteza e imprevisibilidade, contri-

buindo para aprimorar iniciativas de recrutamento, retenção de alunos ou melhoria em desempenho de candidatos militares que se inscrevem para cursos de OpEsp.

O perfil psicofisiológico identificado na literatura para o especialista em OpEsp é específico e flexível, sendo apontado como essencial para os integrantes das unidades de OpEsp, de modo que seus membros estejam preparados e prontos para lidar com diversas ameaças presentes no combate. Nesse cenário, a estrutura psicológica ideal capacita os combatentes a responderem ao estresse com eficácia, evitando riscos, reduzindo, em última instância, a morbidade e a mortalidade, e contribuindo para o sucesso da missão. Nesse sentido, identificar elementos que contribuam para ou defendam contra déficits induzidos pelo estresse pode levar ao desenvolvimento de soluções que auxiliem na prevenção de baixas durante cursos de OpEsp e missões reais. A otimização do desempenho e a prevenção de lesões são cruciais para as FOpEsp, o que requer a colaboração de várias disciplinas para lidar com questões como desempenho físico, nutrição, descanso, sono, dor, fatores cognitivos/psicológicos e adaptação ao ambiente. Dessa forma, é possível obter uma visão mais holística ao combinar essas medidas. Assim sendo, os achados deste estudo permitiram identificar pontos de possíveis necessárias adequações no ambiente de treinamento a fim de se aprimorar a preparação, aumentar os índices de conclusão e reduzir lesões durante a realização dos cursos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à UNIFA pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional. Esta jornada acadêmica tem sido incrivelmente enriquecedora e transformadora, e eu devo muito à dedicação e apoio desta renomada instituição. Agradeço profundamente a todos os professores, orientadores e colaboradores que têm desempenhado um papel fundamental em minha formação. Seus conhecimentos e orien-

tações foram inestimáveis para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Estudo conduzido sem financiamento.

Referências

1. Tucker D, Lamb C. *United States Special Operations Forces*. New York, NY: Columbia University Press; 2007.
2. Christensen PA, Jacobsen O, Thorlund JB, Madsen T, Møller C, Jensen C, *et al*. Changes in Maximum Muscle Strength and Rapid Muscle Force Characteristics after Long-Term Special Support and Reconnaissance Missions: A Preliminary Report. *Military Medicine*. 2008;173(9): 889–894.
<https://doi.org/10.7205/MILMED.173.9.889>.
3. 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
4. Royer SD, Poploski KM, Ross JA, Heebner NR, Abt JP, Sheppard RL, *et al*. Training Strategies Maintain Performance Characteristics in Marines Selected for Marine Forces Special Operations Individualized Training Course. *Military Medicine*. 2022;187(11–12): e1271–e1277.
<https://doi.org/10.1093/milmed/usab124>.
5. Engle-Friedman M. The effects of sleep loss on capacity and effort. *Sleep Science*. 2014;7(4): 213–224.
<https://doi.org/10.1016/j.slsci.2014.11.001>
6. Chennaoui M, Arnal PJ, Sauvet F, Léger D. Sleep and exercise: A reciprocal issue? *Sleep Medicine Reviews*. 2015;20: 59–72.
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.06.008>.
7. Tomczak A, Rózański P, Jówko E. Selected Coordination Motor Abilities of Students of the University of Physical Education During Survival Training. *Polish Journal of Sport and Tourism*. 2017;24(2): 102–105.
<https://doi.org/10.1515/pjst-2017-0011>.
8. Nindl BC, Barnes BR, Alemany JA, Frykman PN, Shippee RL, Friedl KE. Physiological Consequences of U.S. Army Ranger Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007;39(8): 1380–1387.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318067e2f7>.
9. Malavolti M, Battistini NC, Dugoni M, Bagni B, Bagni I, Pietrobelli A. Effect of Intense Military Training on Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008;22(2): 503–508.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318163441f>.
10. Jówko E, Rózański P, Tomczak A. 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*. 2018;15(10): 2066.
<https://doi.org/10.3390/ijerph15102066>.
11. Aakvaag A, Sand T, Opstad PK, Fonnum F. Hormonal changes in serum in young men during prolonged physical strain. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1978;39(4): 283–291.
<https://doi.org/10.1007/BF00421452>.
12. DeLany JP, Schoeller DA, Hoyt RW, Askew EW, Sharp MA. Field use of D2 18O to measure energy expenditure of soldiers at different energy intakes. *Journal of Applied Physiology*. 1989;67(5): 1922–1929.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1989.67.5.1922>.

13. Friedl KE, Moore RJ, Hoyt RW, Marchitelli LJ, Martinez-Lopez LE, Askew EW. Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment. *Journal of Applied Physiology*. 2000;88(5): 1820–1830.
<https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.5.1820>.
14. Guezennec CY, Satabin P, Legrand H, Bigard AX. Physical performance and metabolic changes induced by combined prolonged exercise and different energy intakes in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1994;68(6): 525–530.
<https://doi.org/10.1007/BF00599524>.
15. Johnson MJ, Friedl KE, Frykman PN, Moore RJ. Loss of muscle mass is poorly reflected in grip strength performance in healthy young men: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994;26(2): 235–240.
<https://doi.org/10.1249/00005768-199402000-00015>.
16. Nindl B, Friedl K, Frykman P, Marchitelli L, Shippee R, Patton J. Physical Performance and Metabolic Recovery Among Lean, Healthy Men Following a Prolonged Energy Deficit. *International Journal of Sports Medicine*. 1997;18(05): 317–324. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972640>.
17. Opstad PK. Androgenic hormones during prolonged physical stress, sleep, and energy deficiency. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1992;74(5): 1176–1183.
<https://doi.org/10.1210/jcem.74.5.1314847>.
18. Opstad PK, Aakvaag A. The effect of sleep deprivation on the plasma levels of hormones during prolonged physical strain and calorie deficiency. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;51(1): 97–107.
<https://doi.org/10.1007/BF00952542>.
19. Patton JF, Vogel JA, Damokosh AI, Mello RP. Effects of continuous military operations on physical fitness capacity and physical performance. *Work & Stress*. 1989;3(1): 69–77.
<https://doi.org/10.1080/02678378908256881>.
20. Rognum TO, Vartdal F, Rodahl K, Opstad PK, Knudsen-Baas O, Kindt E, *et al.* Physical and mental performance of soldiers on high- and low-energy diets during prolonged heavy exercise combined with sleep deprivation. *Ergonomics*. 1986;29(7): 859–867.
<https://doi.org/10.1080/00140138608967198>.
21. Friedl KE, Moore RJ, Martinez-Lopez LE, Vogel JA, Askew EW, Marchitelli LJ, *et al.* Lower limit of body fat in healthy active men. *Journal of Applied Physiology*. 1994;77(2): 933–940.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1994.77.2.933>.
22. Moore RJ, Friedl KE, Kramer TR, Martinez-Lopez LE, Hoyt RW. Changes in Soldier Nutritional Status and Immune Function During the Ranger Training Course. *Army Research Inst of Environmental Medicine Natick MA (1992)*. [Online]
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53727028>
23. Hamarsland H, Paulsen G, Solberg PA, Slaathaug OG, Raastad T. Depressed Physical Performance Outlasts Hormonal Disturbances after Military Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2018;50(10): 2076–2084.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001681>.
24. Dhahbi W, Sellami M, Chaouachi A, Padulo J, Milic M, Mekki I, *et al.* Seasonal weather conditions affect training program efficiency and physical performance among special forces trainees: A long-term follow-up study. Sunderland C (ed.) *PLOS ONE*. 2018;13(10): e0206088.

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206088>.
25. Sporiš G, Harasin D, Bok D, Matika D, Vuleta D. Effects of a Training Program for Special Operations Battalion on Soldiers' Fitness Characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26(10): 2872–2882. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242966c>.
 26. Lieberman HR, Bathalon GP, Falco CM, Morgan CA, Niro PJ, Tharion WJ. The fog of war: decrements in cognitive performance and mood associated with combat-like stress. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2005;76(7 Suppl): C7-14.
 27. Morgan CA, Doran A, Steffian G, Hazlett G, Southwick SM. Stress-Induced Deficits in Working Memory and Visuo-Constructive Abilities in Special Operations Soldiers. *Biological Psychiatry*. 2006;60(7): 722–729. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.04.021>.
 28. Paulus MP, Potterat EG, Taylor MK, Van Orden KF, Bauman J, Momen N, *et al*. A neuroscience approach to optimizing brain resources for human performance in extreme environments☆. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2009;33(7): 1080–1088. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.05.003>.
 29. Hormeño-Holgado AJ, Nikolaidis PT, Clemente-Suárez VJ. Psychophysiological Patterns Related to Success in a Special Operation Selection Course. *Frontiers in Physiology*. 2019;10: 867. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00867>.
 30. Curiel-Regueros A, Fernández-Lucas J, Clemente-Suárez VJ. Effectiveness of an applied high intensity interval training as a specific operative training. *Physiology & Behavior*. 2019;201: 208–211. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.01.009>.
 31. Tornero-Aguilera JG, Clemente-Suárez VJ. Resisted and Endurance High Intensity Interval Training for Combat Preparedness. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2019;90(1): 32–36. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5217.2019>
 32. Bellido A, Ruisoto P, Beltran-Velasco A, Clemente-Suárez VJ. State of the Art on the Use of Portable Digital Devices to Assess Stress in Humans. *Journal of Medical Systems*. 2018;42(6): 100. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0955-0>.
 33. Andersen JP, Gustafsberg H. A Training Method to Improve Police Use of Force Decision Making: A Randomized Controlled Trial. *SAGE Open*. 2016;6(2): 215824401663870. <https://doi.org/10.1177/2158244016638708>.
 34. Clemente-Suárez VJ, Robles-Pérez JJ. Mechanical, Physical, and Physiological Analysis of Symmetrical and Asymmetrical Combat. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013;27(9): 2420–2426. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828055e9>.
 35. Lieberman H, Tharion W, Shukitt-Hale B, Speckman K, Tulley R. Effects of caffeine, sleep loss, and stress on cognitive performance and mood during U.S. Navy SEAL training. *Psychopharmacology*. 2002;164(3): 250–261. <https://doi.org/10.1007/s00213-002-1217-9>.
 36. Hormeño-Holgado AJ, Clemente-Suárez VJ. Psychophysiological Monitorization in a Special Operation Selection Course. *Journal of Medical Systems*. 2019;43(3): 47. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1171-2>.
 37. Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, Baumgartner N, Kane SF, Kraemer WJ, *et al*. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine Consensus Paper on

- Extreme Conditioning Programs in Military Personnel: *Current Sports Medicine Reports*. 2011;10(6): 383–389. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318237bf8a>.
38. Friedl KE, Knapik JJ, Häkkinen K, Baumgartner N, Groeller H, Taylor NAS, *et al*. Perspectives on Aerobic and Strength Influences on Military Physical Readiness: Report of an International Military Physiology Roundtable. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(Supplement 11): S10–S23. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001025>.
 39. Knapik JJ, Sharp MA, Canham-Chervak M, Hauret K, Patton JF, Jones BH. Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001;33(6): 946–954. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106000-00014>.
 40. Jones BH, Cowan DN, Tomlinson JP, Robinson JR, Polly DW, Frykman PN. Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1993;25(2): 197–203.
 41. Nindl BC, Williams TJ, Deuster PA, Butler NL, Jones BH. Strategies for optimizing military physical readiness and preventing musculoskeletal injuries in the 21st century. *U.S. Army Medical Department Journal*. 2013; 5–23.
 42. Lovalekar M, Abt JP, Sell TC, Wood DE, Lephart SM. Descriptive Epidemiology of Musculoskeletal Injuries in Naval Special Warfare Sea, Air, and Land Operators. *Military Medicine*. 2016;181(1): 64–69. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-14-00655>.
 43. Lynch JH, Pallis MP. Clinical Diagnoses in a Special Forces Group: The Musculoskeletal Burden. [Online] 2008. Available from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:3786250>
 44. Peterson SN, Call MH, Wood DE, Unger DV, Sekiya JK. Injuries in Naval Special Warfare Sea, Air, and Land Personnel: Epidemiology and Surgical Management. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 2005;13(3): 131–135. <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2005.10.006>.
 45. Kaufman K. Military training-related injuries Surveillance, research, and prevention. *American Journal of Preventive Medicine*. 2000;18(1): 54–63. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(00\)00114-8](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(00)00114-8).
 46. Lovalekar M, Perlsweig KA, Keenan KA, Baldwin TM, Caviston M, McCarthy AE, *et al*. Epidemiology of musculoskeletal injuries sustained by Naval Special Forces Operators and students. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017;20: S51–S56. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.003>.
 47. Dijkema I, Zimmermann W, Hertenberg EJ, Lucas C, Stuiver M. One out of four recruits drops out from elite military training due to musculoskeletal injuries in the Netherlands Armed Forces. *BMJ Military Health*. 2022;168(2): 136–140. <https://doi.org/10.1136/bmj-military-2020-001420>.
 48. Stannard J, Fortington L. Musculoskeletal injury in military Special Operations Forces: a systematic review. *BMJ Military Health*. 2021;167(4): 255–265. <https://doi.org/10.1136/bmj-military-2020-001692>.
 49. Linenger JM, Flinn S, Thomas B, Johnson CW. Musculoskeletal and Medical Morbidity Associated with Rigorous Physical Training: *Clinical Journal of Sport Medicine*. 1993;3(4): 229–234. <https://doi.org/10.1097/00042752-199310000-00003>.
 50. Carlson MJ, Jaenen SP. The Development of a Preselection Physical Fitness Training

- Program for Canadian Special Operations Regiment Applicants. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26(Supplement 2): S2–S14. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825d7ff9>.
51. Kraemer WJ, *et al.* Athlete needs analysis. In: NSCA's Guide to Program Design. Hoffman, J. R., Ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.
 52. Sell TC, Lutz RH, Faherty MS. The Warrior Model for Human Performance Optimization. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2019;27(3): 99–106. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000248>.
 53. Fleck SJ. Periodized Strength Training: A Critical Review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 1999;13(1): 82. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0082:PSTACR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0082:PSTACR>2.0.CO;2)
 54. Kraemer WJ, Szivak TK. Strength Training for the Warfighter. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26 (Supplement 2): S107–S118. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825d8263>.
 55. Tan B. Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 1999;13(3): 289.
 56. Harries SK, Lubans DR, Callister R. Systematic Review and Meta-analysis of Linear and Undulating Periodized Resistance Training Programs on Muscular Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(4): 1113–1125. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000712>.
 57. Issurin V. Block periodization versus traditional training theory: a review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2008;48(1): 65–75.
 58. Rhea MR, Ball SD, Phillips WT, Burkett LN. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2002;16(2): 250–255.
 59. Simão R, Spinetti J, De Salles BF, Matta T, Fernandes L, Fleck SJ, *et al.* Comparison Between Nonlinear and Linear Periodized Resistance Training: Hypertrophic and Strength Effects. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26(5): 1389–1395. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231a659>.
 60. Solberg PA, Paulsen G, Slaathaug OG, Skare M, Wood D, Huls S, *et al.* Development and Implementation of a New Physical Training Concept in the Norwegian Navy Special Operations Command. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(Supplement 11): S204–S210. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001085>.
 61. Colosio AL, Fontana FY, Pogliaghi S. Attrition in Italian Ranger trainees during special forces training program: a preliminary investigation. *Sport Sciences for Health*. 2016;12(3): 479–483. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0299-4>.
 62. Eisenger G, *et al.* *Psychological and Physiological Selection of Military Special Operations Forces Personnel*. [Online] 2012. Available from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:40530241>
 63. Winters JD, Heebner NR, Johnson AK, Poploski KM, Royer SD, Nagai T, *et al.* Altered Physical Performance Following Advanced Special Operations Tactical Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2021;35(7): 1809–1816. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003087>.

64. Pemrick MD. *Physical Fitness and the 75th Ranger Regiment: The Components of Physical Fitness and the Ranger Mission*. Biblioscholar; 2012.