



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRCTO SENSU* EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

GELSON LUIZ **PIERRE** JUNIOR, MAJ INF

Efeitos de 12 semanas do treinamento em circuito sobre a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória de militares do Exército Brasileiro

Rio de Janeiro

2023

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRCTO SENSU* EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

GELSON LUIZ **PIERRE** JUNIOR, MAJ INF

Efeitos de 12 semanas do treinamento em circuito sobre a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória de militares do Exército Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Desempenho Humano Operacional.

Orientadora: Profa. Dra. Fabrícia Geralda Ferreira
Coorientadora: Profa. Dra. Danielli Braga de Mello

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Pierre Junior, Gelson Luiz

P613e Efeitos de 12 semanas do treinamento em circuito sobre
composição corporal e a aptidão muscular e cardiorrespiratória de
militares do Exército Brasileiro / Gelson Luiz Pierre Junior. – Rio
de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2023.
89 f.: il., enc.

Orientador: Prof. Dr^a. Fabrícia Geralda Ferreira
Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio
de Janeiro, 2023.

Referências: f. 49-53

1. Treinamento Físico. 2. DXA. 3. Aptidão Física. 4. Saúde
I. Título. II. Ferreira, Fabrícia Geralda. III. Universidade da Força
Aérea.


CDU: 355.233

GELSON LUIZ **PIERRE** JUNIOR, Major de Infantaria do Exército


Efeitos de 12 Semanas do Treinamento em Circuito sobre a Composição Corporal e as Aptidões Muscular e Cardiorrespiratória de Militares do Exército Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea.


Aprovado por:

Documento assinado digitalmente
 **FABRICIA GERALDA FERREIRA**
Data: 18/12/2023 12:29:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente, Professora Doutora Fabrícia Geralda Ferreira - UNIFA

Documento assinado digitalmente
 **FABIO ANGIOLUCI DINIZ CAMPOS**
Data: 18/12/2023 12:43:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Doutor Fábio Angioluci Diniz Campos - UNIFA

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS DE SA REGO FORTES**
Data: 18/12/2023 13:58:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professor Doutor Marcos de Sá Rego Fortes - IPCFEx-EB

Rio de Janeiro
Dezembro de 2023

DEDICATÓRIA

À escola de Educação Física do Exército.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Maria José dos Santos Pierre e Gelson Luiz Pierre, por todo amor e esforço em minha educação.

À minha querida esposa Mariana Coutinho Di Luccas Pierre, pela cumplicidade, respeito e amor nesses mais de 20 anos juntos.

Ao Comandante da Escola de Educação Física do Exército, que autorizou a realização desde mestrado. Sua confiança foi fundamental para a execução deste trabalho e a condução dos cursos da nossa EsEFEx.

Ao Diretor do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército que permitiu o uso do meios necessários para a realização das avaliações. Os integrantes e os meios do IPCFEx foram fundamentais.

Às minhas orientadoras, Prof^a Dra. Fabrícia Geralda Ferreira e Prof^a Dra. Danielli Braga de Mello, pela compreensão, ensinamentos e maestria com que me conduziram. Minha eterna gratidão.

Ao TC Samir Ezequiel da Rosa, pela amizade, disponibilidade e ensinamentos, desde o projeto piloto.

À Prof^a Dra. Angela Nogueira Neves, pela aula de generosidade, mesmo em momentos adversos.

Aos soldados incorporados ao Centro de Capacitação Física do Exército em 2022, pela constante demonstração de vibração e entusiasmo durante as 14 semanas deste projeto.

Aos alunos dos cursos de instrutor e monitor de Educação Física, e Medicina Esportiva, da EsEFEx, por entenderem às ausências durante o ano de instrução.

Aos instrutores, monitores e professoras da Escola de Educação Física do Exército, por comporem um time sensacional, vocês são os verdadeiros guardiões do padrão "Calção Preto".

Por último, ao meu pequeno gafanhoto Theo Di Luccas Pierre, a sua vinda ressignificou a minha vida.

EPÍGRAFE

“Faça o teu melhor na condição que tem,
enquanto você não tem condições melhores
para fazer melhor ainda”. - Mario Sérgio
Cortella

RESUMO

Anualmente mais 75 mil jovens incorporam ao Exército Brasileiro (EB). Inseridos num contexto de mau comportamento alimentar e insuficiência de prática de atividade física, esses jovens têm seu desenvolvimento muscular pior que há 20 anos. Atento a esse contexto e acompanhando a evolução da preparação física dos militares, baseados em tarefas militares e com foco no fortalecimento do sistema musculoesquelético, o EB reformulou a sua Pista de Treinamento em Circuito (PTC). Método de treinamento bem difundido na comunidade científica, que abrange grandes efetivos, de baixo custo, com 10 estações de treinamento e recuperação ativa entre os exercícios. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da PTC sobre a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória de militares do Exército. Trinta e seis militares recém incorporados, com idade entre 19 e 22 anos, foram submetidos a um treinamento de 12 semanas na PTC, com avaliação da composição corporal (DXA), da força muscular (1RM), da resistência muscular (número máximo de repetições) e da resistência cardiorrespiratória (teste de 12 min), pré e pós intervenção. Os dados foram analisados via estatística descritiva, contendo média e desvio padrão, pelo programa Jamovi (versão 2.4). Foi utilizado o teste t de Student para amostras pareadas, com o nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Após as 12 semanas de treinamento os soldados tiveram uma melhora significativa ($p < 0,01$) nas aptidões muscular e cardiorrespiratória, aumentando a força em 20,3% no supino, em 26% no agachamento; a resistência muscular em 42,4% na barra fixa, em 21,9% na flexão de braços, em 45,6% no abdominal; e aumentando em 6,9% a distância percorrida no teste de 12 minutos. Conclui-se que a PTC é um excelente método de treinamento para a melhora da força, da resistência muscular e cardiorrespiratória de militares recém incorporados, indicando ser uma boa estratégia para a preparação musculoesquelética inicial dos recrutas preparando-os para o treinamento militar básico.

Palavras-chave: treinamento físico; DXA; aptidão física, saúde.

ABSTRACT

Annually, more than 75 thousand young people join the Brazilian Army (EB). Inserted in a context of poor eating behavior and insufficient physical activity, these young people have worse muscle development than 20 years ago. Aware of this context and following the evolution of military physical preparation, based on military tasks and focusing on strengthening the musculoskeletal system, EB reformulated its Circuit Training Track (PTC). A training method that is widespread in the scientific community, with external overload, low-cost, with 10 exercises and active recovery. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effects of PTC on body composition and muscular and cardiorespiratory fitness of Army soldiers. Thirty-six recently incorporated soldiers, aged between 19 and 22 years, underwent 12-week training at PTC, with an assessment of body composition (DXA), muscular strength (1RM), muscular endurance (maximum number of repetitions), and cardiorespiratory resistance (12 min test), pre and post-intervention. The data were analyzed using descriptive statistics, containing mean and standard deviation, using Jamovi (version 2.4). Student's t-test was used for paired samples, with a significance level of 95% ($p < 0.05$). After 12 weeks of training, the soldiers had a significant improvement ($p < 0.01$) in muscular and cardiorespiratory fitness, increasing strength by 20.3% in the bench press, by 26% in the squat; muscular resistance by 42.4% in the chin-up, by 21.9% in the push-up, by 45.6% in the sit-up; and increasing the distance covered in the 12-minute test by 6.9%. It is concluded that PTC is an excellent training method for improving the strength, and muscular and cardiorespiratory endurance of newly incorporated military personnel, indicating that it is a good strategy for the initial musculoskeletal preparation of recruits preparing them for basic military training.

Key words: *physical training; DXA; physical fitness; health.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, QUADROS E TABELAS

Figura 1 - Área com duas PTC.....	22
Figura 2 - Fluxograma do desenho do estudo.....	23
Quadro 1- Exercícios previstos na PTC.....	21
Quadro 2 - Pesos previstos na PTC.....	22
Quadro 3 - Distribuição dos testes por grupo.....	24
Quadro 4 - Proposta de treinamento na PTC.....	27
Tabela 1 - Resultados da composição corporal.....	29
Tabela 2 - Resultado da força.....	29
Tabela 3 - Resultado da resistência muscular e cardiorrespiratória	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	<i>American College of Sport Medicine</i>
AF	Aptidão Física
CCFEx	Centro de Capacitação Física do Exército
CDE	Comissão de Desportos do Exército
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CISM	Conselho Internacional dos Esportes Militares
cm	Centímetros
DP	Desvio-padrão
DXA	Absorciometria de raio-x com dupla energia
EB	Exército Brasileiro
EsEFEx	Escola de Educação Física do Exército
IPCFEx	Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército
Kg	Quilogramas
m	Metros
Max	Máximo
Min	Minuto
MI	Membros Inferiores
MS	Membros Superiores
PAR-Q	Questionário de Prontidão para Atividade Física
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises
PROSPERO	<i>International prospective register of systematic reviews</i>
PTC	Pista de Treinamento em Circuito
RM	Repetição Máxima
RM A	Uma Repetição Máxima no Agachamento
RM S	Uma Repetição Máxima no Supino
RML A	Número Máximo de Repetições no Abdominal
RML B	Número Máximo de Repetições na Barra Fixa
RML F	Número Máximo de Repetições na Flexão de Braços
RS	Revisão Sistemática
Seg	Segundos
SIAFIS	Simpósio Internacional de Atividades Físicas
SI/SiCaFEx	Simpósio de Integração do Sistema da Capacitação Física do Exército

TAF	Teste de Avaliação Física
TAV	Tecido Adiposo Visceral
TFM	Treinamento Físico Militar
TFO	Teste Físico Operacional
TC	Treinamento em Circuito
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
T Cor	Teste de corrida de 12 minutos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	15
4. EMBASAMENTO TEÓRICO.....	16
4.1 Composição corporal.....	17
4.2 Aptidão muscular e cardiorrespiratória.....	18
4.3 Treinamento em circuito.....	18
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.1 Tipo de pesquisa e aspecto ético.....	20
5.2 Participantes e critério de elegibilidade.....	21
5.3 Características da pista de treinamento em circuito do Exército.....	21
5.4 Procedimento de coleta dos dados.....	23
5.5 Análise estatística.....	27
6. RESULTADOS.....	28
7. DISCUSSÃO.....	30
8. LIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	33
9. CONCLUSÃO.....	33
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
11. PRODUTOS GERADOS PELO MESTRADO PROFISSIONAL.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
APÊNDICES.....	54
ANEXOS.....	58

1. INTRODUÇÃO

O comportamento alimentar no Brasil tem caminhado para uma direção menos saudável do que há 20 anos (Conde; Silva; Ferraz, 2022). Alimentos processados e ultraprocessados têm feito parte da alimentação de rotina da maior parte da população (Rodrigues *et al.*, 2016; Ministério da Saúde, 2023).

Como parte desse problema, as comodidades provenientes dos avanços tecnológicos têm aumentado o tempo de tela de jovens, particularmente aqueles com menos de 18 anos de idade (Fang *et al.*, 2019). O tempo de tela entre jovens também é maior que há duas décadas, aumentando assim o comportamento sedentário e limitando o desenvolvimento da aptidão física e do repertório motor. Uma revisão sistemática recente apresentou dados preocupantes sobre atividades aeróbias e de fortalecimento muscular da população em geral. Neste trabalho a adesão às diretrizes aeróbias e de fortalecimento muscular foi de 17,12% entre adultos (maior de 18 anos) e 19,74% entre adolescentes (12 a 17 anos) (Hermoso *et al.*, 2023). Corroborando esse estudo, de acordo com o Ministério da Saúde, o brasileiro tem diminuído cada vez mais a prática de atividade física (Ministério da Saúde, 2023). Esse fato, aliado à queda de qualidade da alimentação são fatores já identificados como deletérios para a condição de saúde do indivíduo, e como um todo, da população.

O que não sofreu alteração na rotina da juventude brasileira foi a obrigatoriedade do serviço militar de todo cidadão do sexo masculino (BRASIL, 1964). Mas, diante do atual quadro de má qualidade alimentar e mais sedentário em que os brasileiros se localizam, há jovens que são selecionados a servir, sem o hábito da prática de exercício ou esporte. Logo, impõem-se um desafio às Forças Armadas para receber e promover a iniciação à prática regular de exercício com segurança, para então os preparar adequadamente para a defesa da pátria. Ao passar pelo processo de seleção, esses jovens serão submetidos ao treinamento físico e militar, realizando exercícios operacionais e testes de avaliação física (TAF), durante todo o período na Força Terrestre, podendo ser mobilizados novamente, até cinco anos, mesmo após o serviço militar inicial (BRASIL, 2023).

Com a finalidade de criar um parâmetro de avaliação do estado de saúde dos militares, o Comando do Exército incluiu no Manual de Treinamento Físico Militar (TFM) a avaliação da composição corporal de todos os militares da ativa. Para isso, são obtidas, anualmente, algumas medidas como a massa corporal, estatura, percentual de gordura, entre outras, que podem diagnosticar fatores de risco para

desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (BRASIL, 2021). Assim, com o objetivo de sistematizar a preparação física dos militares do Exército Brasileiro (EB), o novo Manual de TFM preconiza o mínimo de quatro sessões de treino semanais. Outro importante direcionamento deste manual é a padronização de métodos de treinamento aeróbio, neuromuscular e utilitário (BRASIL, 2021).

Atualmente, o TAF, que é realizado três vezes ao ano por todos os militares, tem o objetivo de avaliar o estado de saúde. Pode ser tomado como uma medida de aptidão física relacionada à saúde. Analisando as características de cada teste, observa-se uma grande demanda cardiorrespiratória (corrida de 12 min), neuromuscular de membros superiores (flexão na barra fixa e flexão de braços) e do *core* (abdominal supra) (BRASIL, 2022). Sendo assim, observa-se que a exigência neuromuscular de membros inferiores é mínima, fazendo com que esse treinamento não seja priorizado, proporcionando a diminuição de força muscular nessa região e, também, aumento da probabilidade de lesões (De Andrade Gomes; Pinfildi, 2018; Hoffman, 2017).

Estudos sugerem que o treinamento neuromuscular pode gerar adaptações benéficas à saúde (Maestroni *et al.*, 2020; Stricker; Faigenbaum; Mccambridge, 2020). Neste contexto, o ganho de massa muscular, a melhora na saúde cardiovascular e a redução da gordura corporal estão diretamente relacionadas ao treinamento crônico de força (Westcott, 2012; Fragala *et al.*, 2019). No que diz respeito às funções esperadas pelo jovem que serve ao exército, ele deve ser capaz de operar eficazmente em suas missões. Já foi identificado a necessidade de haver um fortalecimento neuromuscular direcionado para as atividades de combate, a partir de observações e dados coletados em conflitos armados recentes (Foulis *et al.*, 2019).

Indo ao encontro dessa evolução na preparação física de militares, o novo Manual de TFM do Exército Brasileiro prevê quatro métodos de treinamento para a melhora da aptidão muscular: treinamento para o *core*, ginástica básica, pista de treinamento em circuito (PTC) e musculação. Destes, a PTC e a musculação proporcionam o treinamento com sobrecargas utilizando implementos externos; a ginástica básica e o treinamento para o *core* com sobrecargas utilizando o peso do próprio corpo (BRASIL, 2021). Ademais, o Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx) apresentou, em 2021, uma nova PTC, com exercícios e execução com foco no fortalecimento de todo o sistema musculoesquelético, particularmente no desenvolvimento da força e resistência muscular (BRASIL, 2021).

Do exposto, este trabalho tem a intenção de fornecer evidências sobre o método de treinamento em circuito padronizado no EB no que tange a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória. Além disso, os resultados obtidos poderão ser úteis para validar a nova PTC e/ou embasar futuras propostas de melhoramentos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos de 12 semanas do treinamento na pista de treinamento em circuito sobre a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória de militares recém incorporados ao Exército Brasileiro.

2.2 Objetivos Específicos

a) Avaliar os efeitos na composição corporal de militares do EB por meio das variáveis percentual de gordura, massa gorda, massa magra, massa total e tecido adiposo visceral;

b) Avaliar os efeitos na força máxima de membros inferiores e de membros superiores, por meio do teste de uma repetição máxima no agachamento e no supino;

c) Avaliar os efeitos na resistência muscular localizada, por meio do número máximo de repetições na flexão de braços, no abdominal e na flexão na barra fixa; e

d) Avaliar os efeitos na aptidão cardiorrespiratória, por meio do teste de 12 minutos.

3. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Corroborando o plano nacional de saúde 2020-2023, do Ministério da Saúde, estudos realizados dentro do EB ao longo dos últimos 10 anos têm mostrado o aumento do número de militares com sobrepeso, obesidade e a prática insuficiente de atividade física (Fortes *et al.*, 2019; Da Rosa *et al.*, 2018).

Segundo o novo manual, um dos objetivos do TFM é desenvolver a aptidão física do militar necessária ao desempenho de suas funções. Ademais, as sessões devem ser planejadas e conduzidas visando a melhora dos componentes da aptidão física (composição corporal, aptidão cardiopulmonar, aptidão neuromuscular e aptidão neuromotora).

Nesse sentido, o IPCFEx já tem proporcionado meios de diversificação do treinamento físico com a divulgação de novos produtos doutrinários, como o *cross* operacional e o treinamento com elástico, carecendo de estudos que avaliem o treinamento crônico utilizando esses métodos (BRASIL, 2021).

A literatura apresentada demonstra a importância do treinamento de força e resistência muscular para jovens e adultos, fisicamente ativos ou não. Dentro do Exército esses achados crescem de importância pelo grande número de jovens incorporados anualmente e a necessidade de prontidão permanente das Forças Armadas. Assim, a PTC surge como um excelente método de treinamento da aptidão muscular, para grandes efetivos, sem custos elevados na aquisição de aparelhos sofisticados, com custo baixo na manutenção e com a possibilidade de execução ao ar livre em todo território nacional.

Ademais, quando tratamos de militares novos, recém incorporados, o treinamento físico precisa ser mais direcionado para um trabalho de desenvolvimento do sistema musculoesquelético e normalmente é negligenciado o treinamento neuromuscular com progressão e sobrecarga.

Do exposto, este trabalho tem a intenção de fornecer dados científicos sobre o método de treinamento físico utilizando a PTC como opção de treinamento neuromuscular para a mudança na composição corporal e melhora da aptidão muscular e cardiorrespiratória. Além disso, os resultados obtidos poderão servir de incentivo à mudança de mentalidade no planejamento do TFM, para os oficiais de treinamento físico militar, e na execução das sessões dos militares do corpo de tropa, principalmente aqueles com pouca experiência e maturação física, deixando o TAF como apenas um meio de avaliar a condição física momentânea e encarando o TFM como melhora do condicionamento físico geral, visando a saúde e a preparação para o combate.

4. EMBASAMENTO TEÓRICO

O treinamento em circuito (TC) é um dos métodos de treinamento que mais ganhou adeptos no Brasil e no Mundo nos últimos 10 anos (Ramos-Campos *et al.*, 2021). Este tipo de treinamento é baseado na utilização de exercícios de resistência, força e aeróbios (Gettman *et al.*, 1978), executados em uma sequência pré-estabelecida, variando o grupo muscular, a carga, o tipo de descanso, o tempo de execução e o objetivo (Hortobagyi; Katch; Lachance, 1991; Chtara *et al.*, 2005).

Assim, com base na literatura atual algumas variáveis importantes ao estudo serão apresentadas a seguir.

4.1 Composição corporal

A composição corporal é um método de compartimentação do corpo humano em alguns componentes. De acordo com o Colégio Americano de Medicina do Esporte (*American College of Sports Medicine - ACSM*) a composição corporal básica se divide em massa gorda e massa livre de gordura (Riebe *et al.*, 2019).

Uma revisão sistemática realizada por pesquisadores da Universidade de Belgrado sugeriu que a composição corporal está associada à atividade física, sendo diretamente influenciada por ela (Mazic *et al.*, 2014). De acordo com o Ministério da Saúde, a insuficiência de atividade física e a má alimentação têm contribuído com o crescente número de pessoas com problemas de saúde relacionados à obesidade no Brasil (Ministério da Saúde, 2020), o que corrobora os achados de Fortes *et al.* (2019), que mostraram resultados similares entre os militares do EB.

Vários são os métodos de avaliação da composição corporal: diretos, indiretos e duplamente indiretos. Nos últimos 10 anos a absorciometria com raio-x de dupla energia (DXA), método indireto, tem se mostrado um dos meios mais utilizados para avaliar a composição corporal (Kendler *et al.*, 2013; Nana *et al.*, 2014; Messina *et al.*, 2020). Ele faz a mensuração e quantificação tanto da massa óssea quanto do conteúdo corporal de gordura e massa magra, separado por regiões do corpo.

Pesquisadores americanos publicaram um trabalho que enfatiza a crescente utilização do DXA como um dos melhores métodos de avaliação da composição corporal (Shepherd *et al.*, 2017), sendo considerado método de referência pela comunidade científica. Outro estudo com o DXA, publicado em 2019, aborda a importância que a massa muscular tem na avaliação da composição corporal, juntamente com a gordura corporal, visceral e subcutânea (Lee *et al.*, 2019).

Uma busca realizada em uma plataforma para pesquisa de publicações científicas da área da saúde (PUBMED) mostrou um aumento considerável nos trabalhos, nos últimos 10 anos, relacionando composição corporal, DXA e atletas. Dos 632 resultados de artigos encontrados na pesquisa 442 foram a partir de 2011, mais de 70% dos estudos. Tal resultado parece ir ao encontro dos recentes avanços tecnológicos dos aparelhos de DXA, tornando-os mais precisos e acessíveis.

4.2 Aptidão muscular e cardiorrespiratória

A importância da aptidão física dos militares para a guerra é inquestionável, independente dos avanços tecnológicos de materiais de emprego militar.

De acordo com o ACSM a aptidão física (AF) é a capacidade de realizar uma tarefa sem cansaço excessivo, com possibilidade de desfrutar de outras atividades de lazer e de atender a outras tarefas imprevistas (Riebe *et al.*, 2019). Além disso, o ACSM agrupa a AF em componentes relacionados à saúde e às habilidades. Corroborando esse conceito, o manual de TFM do Exército relaciona a aptidão física à saúde ao desempenho físico.

Os componentes da aptidão física relacionados à saúde são: resistência cardiorrespiratória, composição corporal, força muscular, resistência muscular e flexibilidade (Riebe *et al.*, 2019).

Dos cinco componentes relacionados à saúde, três compõem a aptidão muscular: força muscular, resistência muscular e flexibilidade (Riebe *et al.*, 2019). Destes, a força muscular e a resistência muscular são os principais componentes exigidos no TFM e no TAF (BRASIL, 2021).

Uma revisão sistemática sobre o treinamento de força e esporte de resistência identificou a importância de um programa de treinamento de força para atletas de resistência (Beattie *et al.*, 2014). Em 2017, o pesquisador do ACSM, Jay Hoffman, publicou um posicionamento relatando o consenso da literatura na melhoria da força e potência muscular e possível redução de lesão musculoesquelética por meio do treinamento de resistência (Hoffman, 2017).

Ademais, a literatura recente tem mostrado a importância do treinamento neuromuscular para ganho de força, melhora do condicionamento cardiorrespiratório e prevenção de lesões (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; De Andrade Gomes; Pinfildi, 2018; Akbar *et al.*, 2022).

4.3 Treinamento em circuito

Ao passar dos anos o treinamento em circuito foi sendo utilizado como método de treinamento para recuperação de pacientes (Straudi *et al.*, 2022) e para performance esportiva (Marín-Pagán *et al.*, 2020), despertando interesse de pesquisadores para que outros públicos pudessem usufruir dos benefícios deste método de treinamento (Hendker; Eils, 2021; Posnakidis *et al.*, 2022).

Em 2021 uma revisão sistemática com metanálise apresentou os benefícios do treinamento em circuito na redução de massa gorda, no ganho de massa muscular, na melhora da força e da aptidão cardiorrespiratória (Ramos-Campos *et al.*, 2021). No entanto, os autores identificaram algumas limitações, entre elas o número pequeno de estudos incluídos com mais de 12 semanas.

Logo, aprofundando mais sobre esse método de treinamento, foi realizada uma busca na literatura, em junho de 2022, seguindo as recomendações do PRISMA 2020 e registrada na PROSPERO CRD42022336243, sem filtro de idioma, nas bases *National Library of Medicine*, *Web of Science*, *SciVerse Scopus* e *Cochrane Library*.

Foram identificados 1.690 artigos. Todos foram processados e analisados pelo programa *rayyan*. Após a utilização dos critérios de elegibilidade, 21 estudos foram identificados e lidos integralmente.

Foram extraídos dos estudos os dados: idade dos participantes; nível de treinamento; frequência semanal, intensidade e duração da intervenção; característica do circuito; tempo de descanso entre os exercícios e resultados encontrados.

Assim, como parte importante do projeto de pesquisa, a revisão sistemática sobre os efeitos do treinamento em circuito realizado de forma crônica, na composição corporal, força e resistência, em adultos saudáveis, possibilitou entender características de alguns protocolos que apresentaram resultados relevantes.

Ao final do processo de revisão foi produzido um artigo, submetido à *Military Medicine Review* (Anexo D). A seguir estão apresentadas algumas das conclusões sobre o TC.

O treinamento sistemático, envolvendo grupos musculares variados, intensidade e descansos curtos, como apresentado na maioria dos estudos desta revisão, levou à melhora de pelo menos uma das variáveis estudadas: composição corporal, força ou resistência muscular.

Nesse sentido, embora existam poucos estudos envolvendo intervenções com duração superior a 36 sessões, os resultados exibiram consistentemente melhorias na aptidão neuromuscular. Protocolos que empregaram maiores volumes de treinamento, exercícios específicos e sobrecarga individualizada nas sessões de treinamento apresentaram diferenças estatísticas significativas com tamanho de efeito maiores.

Vale ressaltar que a utilização de curtos períodos de recuperação e variação nos grupos musculares nas sequências de exercícios pareceu benéfica para atingir o

proposto nos programas de treinamento. Esta estratégia parece ser importante para o treinamento de resistência a longo prazo.

Com base nos resultados consistentes, as seguintes aplicações práticas podem ser consideradas:

(1) uma abordagem de treinamento diversificada com uma variedade de grupos musculares e exercícios nas sessões de treinamento pode produzir resultados favoráveis;

(2) intensidade equilibrada com treinos desafiadores com períodos de recuperação adequados;

(3) sobrecarga individualizada levando em consideração o nível de condicionamento físico do participante;

(4) estratégias de treinamento em circuito com carga e tempo de recuperação;

(5) planejamento de longo prazo para um sucesso sustentado;

(6) monitoramento e ajustes de carga regulares;

(7) reconhecer a influência do treinamento resistido na aptidão cardiorrespiratória; e

(8) adequar o treinamento considerando a faixa etária.

O objetivo central da revisão foi justamente verificar os efeitos dessas variáveis de interesse e entender como a comunidade científica apresenta o treinamento em circuito.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Tipo de pesquisa e aspecto ético

Pesquisa do tipo quase experimental, com distribuição aleatória dos sujeitos e sem grupo-controle.

O presente trabalho foi realizado conforme recomendações da Declaração de Helsinque (2008); das Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 510/16, do Conselho Nacional de Saúde (2016), sendo autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEx) CAEE: 61847722.6.0000.9433, parecer número 5.721.403 (Anexo A). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A).

5.2 Participantes e critério de elegibilidade

Foi utilizada a amostragem por julgamento (não-probabilística) composta por 40 militares, voluntários, recém incorporados ao EB, com idade entre 19 e 22 anos. Como critério de inclusão foi considerado os militares aptos para o serviço ativo do Exército, sem lesão musculoesquelética ou osteoarticular prévia e sem nenhum fator de risco cardíaco. Como critérios de exclusão, os militares que apresentaram algum tipo de lesão osteoarticular ou musculoesquelético durante qualquer fase do estudo ou que não completaram 30 sessões de treinamento.

O cálculo do tamanho amostral foi estimado por meio do *software G*Power* 3.1. Foram introduzidas as seguintes informações: teste estatístico Teste t de *Student* para amostras pareadas; tamanho de efeito (d) de Cohen = 0,5; erro α = 0,05; poder do teste = 0,80 para um grupo com duas medidas repetidas, resultando em um tamanho amostral mínimo de 34 participantes para a intervenção.

Foi acrescido 20% na amostra para cobrir possíveis perdas, totalizando 40 sujeitos, inicialmente. Ao final da pesquisa 36 sujeitos completaram mais de 30 sessões de treinamento. Três sujeitos tiveram problemas pessoais e não terminaram os testes iniciais, e um sujeito realizou menos de 30 sessões de treinamento.

5.3 Características da Pista de Treinamento em Circuito do Exército

A PTC prevista no manual do EB possui dez estações de exercícios, variando membros superiores e membros inferiores, e dez exercícios para o repouso ativo, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Exercícios previstos na pista de treinamento em circuito

ESTAÇÃO	EXERCÍCIO	GRUPO MUSCULAR	INTERVALO ATIVO
1	flexão na barra fixa	dorsal	corrida estacionária
2	subida na escada com barra	quadríceps	polichinelo
3	elevação pélvica unilateral (apoio do pé esquerdo)	bíceps femoral	pular corda
4	remada vertical	trapézio	corrida estacionária
5	agachamento com barra (sumô)	quadríceps	polichinelo
6	desenvolvimento com barra	deltoide	pular corda
7	agachamento com barra	quadríceps	corrida estacionária
8	elevação pélvica unilateral (apoio do pé direito)	bíceps femoral	polichinelo
9	supino com barra	peitoral	pular corda
10	abdominal infra	abdominal	corrida estacionária

Fonte: extrato do manual EB70 MC 10.375

A carga de trabalho na PTC é determinada pelo peso da carga externa, número de repetições máximas, número de voltas no circuito e pelo número de séries nas estações.

As seis estações com carga externa possuem halteres com pesos variando de 10 kg a 45 kg, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Pesos previstos na pista de treinamento em circuito

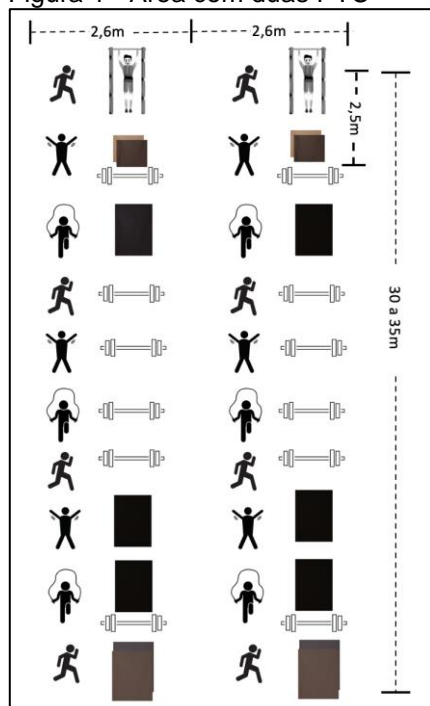
COR	SUBIDA NA CAIXA COM BARRA	REMADA VERTICAL	DESENVOLVIMENTO COM BARRA	AGACHAMENTO	AGACHAMENTO SUMÔ	SUPINO
	PESO (± 1 kg)	PESO (± 1 kg)	PESO (± 1 kg)	PESO (± 1 kg)	PESO (± 1 kg)	PESO (± 1 kg)
BRANCO	20	10	15	20	20	25
VERDE	25	15	20	25	25	30
AMARELO	35	20	30	35	35	30
VERMELHO	40	25	35	40	40	35
PRETO	45	30	40	45	45	40

Fonte: manual EB70 MC 10.375

Uma das principais vantagens da PTC é sua reduzida área para a realização do treinamento para a aptidão muscular, baixo valor na confecção e baixo custo de manutenção dos aparelhos.

A PTC, para o treinamento de um pelotão de 40 soldados, pode ser construída em uma área de 30 a 35 m de comprimento, de forma que os aparelhos fiquem distantes, no mínimo, 2,5 m e as pistas distem 2,6 m, conforme Figura 1.

Figura 1 - Área com duas PTC



Fonte: o autor

5.4 Procedimento de coleta dos dados

Primeiramente foi realizado um estudo piloto entre os meses de outubro e novembro de 2021, com 12 voluntários, homens e mulheres, pertencentes ao Centro de Capacitação Física do Exército, com a finalidade de verificar a correta execução dos exercícios, os ajustes dos equipamentos, treinar a coleta de dados e corrigir possíveis erros.

O estudo piloto foi importante para o aprendizado dos procedimentos de avaliação e aprimoramento da forma de acompanhamento do treinamento que se pretendeu adotar para a coleta oficial.

Após o treinamento os voluntários realizaram o 3º TAF. Todos tiveram melhora no resultado, em comparação ao 2º TAF.

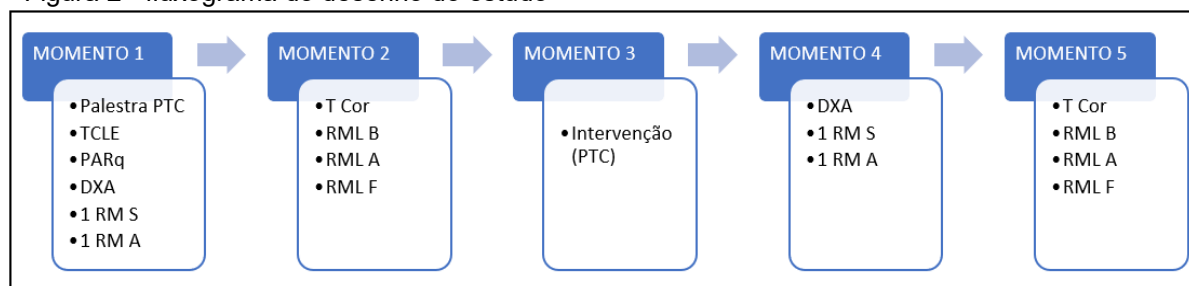
Acredita-se que a explicação sobre os benefícios das avaliações, bem como da possível melhora do condicionamento físico geral, foi uma boa estratégia para o comprometimento durante a intervenção do projeto piloto.

Após o projeto piloto alguns testes foram incluídos (teste de 1RM de supino e agachamento, e o teste de corrida de 12 minutos). Além disso, a PTC foi preparada para a condução da pesquisa.

Finalizado o estudo piloto e realizada a avaliação da inclusão dos novos testes, deu-se início ao recrutamento dos participantes desta pesquisa. Todas as avaliações foram realizadas no IPCFEx e na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) no período da manhã.

Os participantes foram avaliados em cinco momentos conforme Figura 2.

Figura 2 - fluxograma do desenho do estudo



Fonte: o autor

Legenda: PTC = pista de treinamento em circuito; TCLE = termo de consentimento livre e esclarecido; PARq = questionário de prontidão para atividade física; DXA = absorciometria de raio-x com dupla energia; 1 RM S = uma repetição máxima no supino; 1 RM A = uma repetição máxima no agachamento; T Cor = corrida de 12 minutos; RML B = número máximo de repetições na barra fixa; RML A = número máximo de repetições no abdominal; RML F = número máximo de repetições na flexão de braços.

MOMENTO 1: foi proferida uma palestra sobre a importância da realização do estudo, a necessidade de o participante não realizar nenhum outro tipo de atividade que concorresse com o protocolo de treinamento físico aplicado e explicações sobre a coleta dos dados antes e após o estudo. Em seguida, todos os voluntários assinaram o TCLE (Apêndice A) e o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q) (Apêndice B).

MOMENTO 2: os militares foram divididos em quatro grupos, por disponibilidade, e realizaram a avaliação da composição corporal, da força, da resistência muscular e cardiorrespiratória em dois dias, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Distribuição dos testes por grupo

	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
GRUPO 1	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	-	-	-
GRUPO 2	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	-	-
GRUPO 3	-	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F	
GRUPO 4	-	-	-	DXA 1 RM S 1 RM A	T Cor RML B RML A RML F

Fonte: o autor

Legenda: DXA = absorciometria de raio-x com dupla energia; 1 RM S = uma repetição máxima no supino; 1 RM A = uma repetição máxima no agachamento; T Cor = corrida de 12 min; RML B = número máximo de repetições na barra fixa; RML A = número máximo de repetições no abdominal; RML F = número máximo de repetições na flexão de braços.

- No primeiro dia, os militares realizaram a avaliação da composição corporal por meio do DXA, no IPCFEx. Em seguida realizaram o teste de uma repetição máxima no supino (1 RM S) e o teste de uma repetição máxima no agachamento (1 RM A), na EsEFEx.

- No segundo dia, foi realizado o teste de número máximo de repetições na barra (RML B), o teste de número máximo de repetições no abdominal (RML A), o teste de número máximo de repetições na flexão de braços (RML F) e o teste de corrida de 12 minutos (T Cor) na EsEFEx.

O intervalo mínimo de descanso entre os dias de teste foi de 24h. O intervalo mínimo de descanso entre os exercícios realizados no mesmo dia foi de 30 minutos.

Foram utilizados os seguintes protocolos para cada tipo de avaliação:

- Composição corporal: DXA

Composição corporal aferida utilizando o aparelho DXA. Equipamento *GE*® *Healthcare*, modelo *Lunar iDXA* o qual analisa a composição corporal por meio do processo *dual X-ray absorptiometry*, mediante escaneamento de corpo inteiro, para a determinação do percentual de gordura, massa gorda, massa livre de gordura, massa total e tecido adiposo visceral (Haarbo *et al.*, 1991).

Para tanto, os sujeitos seguiram o protocolo de exames do IPCFEx, estando em jejum de oito horas e sem prática de atividade física nas 24 horas que antecederam o exame. Os sujeitos foram avaliados por um técnico de radiologia e estavam trajando apenas sunga ou shorts.

- Força de membro inferior: agachamento 1RM

Os participantes realizaram duas séries de aquecimento específicas para exercícios de agachamento. Na primeira, eles realizaram oito repetições com 50% da carga estimada de 1RM e na segunda série três repetições com 70% da carga estimada de 1RM. Um intervalo de descanso de três minutos foi dado entre as séries. Três minutos após o aquecimento, o teste real começou com uma carga de aproximadamente 90% da massa corporal do sujeito. Os participantes tiveram até cinco tentativas para atingir o valor de 1RM do agachamento. Um intervalo de três minutos também foi concedido entre as tentativas. Cada repetição foi realizada em extensão total até o ponto em que as coxas ficavam paralelas ao chão. Um forte apoio verbal foi fornecido durante as tentativas (Brown; Weir, 2001).

- Força de membro superior: supino 1 RM

Os participantes realizaram três séries específicas de aquecimento no supino. Na primeira série, realizaram quatro repetições com 40% de 1RM estimado individualmente; na segunda, três repetições com 50% da 1RM estimada individualmente; na terceira, duas repetições com 60% da 1RM estimada individualmente. Um intervalo de três minutos foi permitido entre as séries. Três minutos após o aquecimento, os participantes tiveram até cinco tentativas (70, 80 e 90% e [1–2 repetições] 95% de 1RM estimado) para obter a carga de 1RM (ou seja, peso máximo levantado uma vez com técnica adequada), com intervalo de três minutos entre as tentativas (Loturco *et al.*, 2017).

- Resistência muscular: flexão de braços (número máximo de repetições)

Os militares realizaram de uma a três flexões para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de flexões de braço, sem tempo, não podendo parar o movimento caracterizando descanso.

- Resistência muscular: flexão na barra fixa (número máximo de repetições)

Foi realizada uma flexão na barra fixa para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de flexões na barra fixa, com a mão em pronação, sem tempo, podendo parar o movimento, sem desconectar da barra ou utilizar um apoio para descansar.

- Resistência muscular: abdominal supra (número máximo de repetições)

Os militares realizaram de um a três abdominais supra para aquecimento específico e familiarização da execução correta do movimento. Após um minuto, o participante realizou o máximo de abdominais supra, com as mãos cruzadas sobre o peito, sem tempo, não podendo parar o movimento caracterizando descanso.

- Resistência cardiorrespiratória: corrida de 12 minutos (maior distância no tempo predeterminado).

Foi realizado um aquecimento de 10 minutos, com exercícios padronizados e com foco nos membros inferiores. Após isso, foram instruídos a realizar a maior distância de corrida em 12 minutos (Cooper, 1968), permanecendo no local da pista de atletismo ao final do tempo até que fossem autorizados a deixar a pista.

MOMENTO 3: INTERVENÇÃO

As 12 semanas de treinamento foram realizadas, de forma ininterrupta, na PTC da EsEFEx. Antecedendo cada sessão, foi realizado um aquecimento dinâmico de cinco minutos, com exercícios de membros superiores e membros inferiores (BRASIL, 2021).

Foram realizadas três sessões de treino semanais, conduzidas pelo autor do estudo ou por uma pessoa treinada previamente pelo autor, totalizando 36 sessões ao longo das 12 semanas. A primeira sessão foi de teste de carga na PTC. Após isso, foi seguido o programa de treinamento previsto, respeitando a sequência dos dez

exercícios, dos dez descansos ativos e dos 30 segundos de tempo para a execução em cada estação, conforme Quadro 4 (BRASIL, 2021).

Quadro 4 - Proposta de treinamento na pista de treinamento em circuito

DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES				
SEMANA	CARGA			TEMPO DE EXECUÇÃO
	PASSAGEM	NR DE REPETIÇÕES	NR DE SÉRIES NA ESTAÇÃO	
1	1	15	1	30seg
2		15		
3	2	12 a 15		
4		12 a 15		
5		12 a 15		
6		12 a 15		
7	1	12 a 15	2	
8		12 a 15		
9		12 a 15		
10		12 a 15		
11		12 a 15		
12		12 a 15		

Fonte: manual EB70 MC 10.375

A carga foi individualizada, controlada pela equipe de treinadores, com base no teste de 15 repetições máximas (15 RM), realizado na primeira sessão de treinamento.

O teste é realizado nas estações de treinamento da PTC com carga externa, com os pesos previstos. Os militares selecionam o halter que consiga realizar, no máximo, 15 repetições, interrompendo a execução do exercício por ter atingido a fadiga muscular que o incapacite de executar mais uma repetição.

A progressão da carga foi feita individualmente, aumentando para o próximo peso da estação de exercício na sexta semana ou conforme o voluntário sentiu facilidade em realizar de 12 a 15 repetições na estação do exercício com a carga inicial aferida no teste de 15 RM.

Nos MOMENTOS 4 e 5 ocorreu a reavaliação, onde foram realizados os mesmos testes e avaliações utilizando os mesmos protocolos e procedimentos descritos anteriormente.

5.5 Análise estatística

O teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado para analisar a normalidade da distribuição dos dados. Nesse sentido, foi aplicada uma análise paramétrica. Foi

realizada estatística descritiva para caracterizar o universo amostral pesquisado por meio das medidas de localização (média) e dispersão (desvio padrão).

Posteriormente realizou-se análise inferencial por meio do teste de *t* de *Student* para amostras pareadas, verificando a diferença entre os momentos pré e pós-intervenção.

A porcentagem de mudança pré e pós-intervenção ($\Delta\%$) foi calculada pela diferença entre os resultados das duas avaliações e dividido pela avaliação inicial

$$\left(\frac{aval2-aval1}{aval1}\right) * 100\%$$

Utilizamos ainda a medida de tamanho de efeito *d* de Cohen, classificando-o como *d* (0,01) = muito pequeno, *d* (0,2) = pequeno, *d* (0,5) = médio, *d* (0,8) = grande, *d* (1,2) = muito grande, e *d* (2,0) = enorme (Sawilowsky, 2009). Os dados foram analisados por meio do software estatístico Jamovi (versão 2.4), adotando-se o nível de significância de 95% ($p < 0,05$).

6. RESULTADOS

Um total de 40 recrutas do sexo masculino se voluntariaram a participar da pesquisa. Ao final da intervenção 36 destes, com idade de $19,2 \pm 0,7$ anos e estatura de $174,8 \pm 6,7$ cm, completaram todos os testes e o mínimo de 30 sessões de treinamento.

Durante toda a intervenção o volume total de treinamento foi controlado individualmente (Anexo B), bem como a sobrecarga individualizada (Anexo C). Ao final das 12 semanas, nas seis estações com sobrecarga externa, todos os sujeitos tiveram sua carga aumentada em pelo menos uma estação.

Apenas um sujeito atingiu o volume total possível de treinamento, 36 sessões. Mais de 88% da amostra teve um volume total entre 30 e 32 sessões de treinamento durante as 12 semanas de intervenção.

A composição corporal foi analisada por meio de cinco medidas fornecidas pelo DXA.

Em nenhuma das variáveis foi observado diferença estatística significativa, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Composição corporal de militares do Exército Brasileiro

Variável	Pré teste	Pós teste	P	Δ%	D
Massa total (kg)	73,37 ± 10,76	73,22 ± 11,81	0,80	-0,20	0,04
Massa gorda (kg)	16,42 ± 11,02	14,70 ± 6,15	0,34	-10,47	0,15
Massa magra (kg)	55,32 ± 6,88	55,57 ± 6,85	0,23	0,45	0,20
Gordura corporal (%)	19,58 ± 5,25	19,30 ± 5,44	0,23	-1,43	0,20
TAV	248,69 ± 224,26	239,94 ± 231,59	0,40	-3,51	0,14

Fonte: o autor

Legenda: kg = quilograma; TAV = tecido adiposo visceral; Δ = porcentagem de mudança pré e pós-intervenção; P = nível de significância; D = tamanho de efeito (d de cohen)

A tabela 2 apresenta os resultados pré e pós-intervenção da variável força. Os dois exercícios utilizados para o teste de 1 RM tiveram melhora estatística significativa, com o tamanho de efeito muito grande.

Tabela 2 - Força de militares do Exército Brasileiro

Variável	Pré teste	Pós teste	P	Δ%	D
Agachamento (kg)	93,13 ± 19,71	117,36 ± 23,56	<0,01*	26,01	1,54
Supino (kg)	51,94 ± 12,32	62,50 ± 12,05	<0,01*	20,33	1,26

Fonte: o autor

Legenda: kg = quilograma; Δ = porcentagem de mudança pré e pós-intervenção; P = nível de significância; D = tamanho de efeito (d de cohen); *p<0,05.

O teste de corrida de 12 minutos e os três testes de resistência (barra, flexão e abdominal) tiveram melhora significativa após as 12 semanas de treinamento na PTC, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Resistência de militares do Exército Brasileiro

Variável	Pré teste	Pós teste	P	Δ%	D
Barra	6,67 ± 4,29	9,50 ± 3,84	<0,01*	42,42	1,60
Flexão	34,67 ± 8,29	42,25 ± 13,23	<0,01*	21,86	0,80
Abdominal	68,64 ± 17,35	99,94 ± 30,50	<0,01*	45,60	1,22
Teste de Cooper (m)	2797,22 ± 263,48	2990,28 ± 174,30	<0,01*	6,90	0,68

Fonte: o autor

Legenda: m = metros; Δ = porcentagem de mudança pré e pós-intervenção; P = nível de significância; D = tamanho de efeito (d de cohen); *p<0,05.

Algumas variáveis tiveram um tamanho de efeito acima de 0,5 (médio) e resultado significativo (p<0,05), sugerindo uma relevância do treinamento aplicado na PTC, conforme observado nas tabelas 1, 2 e 3. Entretanto, um efeito grande não é necessariamente melhor do que um efeito pequeno, especialmente em ambientes onde pequenas diferenças podem ter um grande impacto. Por conseguinte, o tamanho do efeito deve ser interpretado em conjunto com outras informações relevantes, como o custo, a segurança e a praticidade do treinamento.

7. DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo verificar os efeitos de 12 semanas de treinamento na PTC sobre a composição corporal e as aptidões muscular e cardiorrespiratória de recrutas do EB. Os principais resultados sugerem que o treinamento na PTC, seguindo o protocolo de treinamento do EB, parece trazer melhora de força e de resistência muscular para militares recém incorporados. Estes resultados podem fornecer diretrizes de treinamento para a preparação física geral dos soldados recém incorporados, no início de sua vida militar.

Neste estudo, uma amostra homogênea de participantes foi recrutada intencionalmente, com níveis de condicionamento físico e experiência militar similares, o que pode representar o mesmo padrão do jovem brasileiro em seu primeiro ano de Exército.

As respostas fisiológicas de treinamento com maiores volumes parecem levar à hipertrofia muscular, ao aumento da massa magra e o metabolismo lipídico (Marx *et al.*, 2001; Severinsen; Pedersen, 2021). O treinamento neuromuscular pode gerar adaptações benéficas à saúde, particularmente na melhora de outros parâmetros da composição corporal (Nana *et al.*, 2014; Maestroni *et al.*, 2020). Ademais, o treinamento resistido tradicional, com várias séries e altas cargas, está bem estabelecido para melhorar a força, pois exige esforço mental máximo que leva a ações musculares concêntricas e excêntricas vigorosas em uma grande amplitude de movimento, além de induzir o estresse metabólico muscular (Spiering *et al.*, 2023).

Apesar disso, alguns estudos que utilizaram o TC como método de treinamento não apresentaram mudança na composição corporal (Lehnert *et al.*, 2015; Takahata, 2018; Sokoloski *et al.*, 2020). Corroborando esses achados, o treinamento crônico na PTC também não gerou mudanças significativas na composição corporal dos recrutas do Exército.

Em um trabalho realizado com bombeiros militares também foram observados resultados parecidos com os nossos após 25 semanas de TC. A frequência de treinamento também era de três vezes semanais e a avaliação por meio do DXA. A redução do percentual de gordura e o aumento da massa magra não foram estatisticamente significativas (Sokoloski *et al.*, 2020).

O percentual de gordura dos participantes da nossa pesquisa era de $19,58 \pm 5,25$, bem próximo do padrão desejável para o militar (BRASIL, 2021) e abaixo da média da população brasileira (Ministério da Saúde, 2023), o que pode ter contribuído

com a pequena variação da massa gorda e do percentual de gordura entre os testes pré e pós-intervenção.

Além disso, a falta de controle na alimentação dos participantes, limitação do nosso estudo, pode explicar a resposta não significativa nos parâmetros de massa gorda, massa magra, percentual de gordura e TAV (Clark, 2015; Gonzalez *et al.*, 2022).

Foi publicado recentemente um posicionamento da *American Academy of Pediatrics* (2020) sobre a importância do treinamento de força para jovens, onde diferentes tipos de treinamento geram aumento da força, porém, uma frequência semanal de duas a três vezes, com uma duração mínima de oito semanas, parece ser mais eficaz (Stricker; Faigenbaum; Mccambridge, 2020). Corroborando esse posicionamento, o protocolo de treinamento da PTC realizado era de 12 semanas e com frequência semanal de 3 vezes, acumulando ao final um volume de 30 sessões de treino.

Ao final da intervenção na PTC os recrutas apresentaram melhora significativa de força de membros inferiores e superiores ($p < 0,01$), melhorando em mais de 20% o teste de 1 RM no supino ($\Delta = 26\%$) e no agachamento ($\Delta = 20,3\%$). O tamanho de efeito muito grande, no agachamento ($d = 1,56$) e no supino ($d = 1,26$), mostram a relevância do treinamento aplicado para mudança nestas valências físicas, conforme apresentado na tabela 3.

Corroborando nossos achados, 20 mulheres jovens, sedentárias, com idade média $25,3 \pm 3,2$, tiveram aumento de 130,5% na RM no supino e de 20,2% no *Leg Press*, após 12 semanas de TC, com frequência de três sessões semanais, sendo estes ganhos significativos ($p < 0,05$) (Moghadasi; Siavashpour, 2013).

Tais efeitos parecem estar associados, também, às adaptações crônicas geradas pela continuidade do treinamento e a sobrecarga planejada após algumas semanas de TC, como observamos em alguns outros estudos com mais 12 semanas de treinamento e carga progressiva incrementada (Marcinik *et al.*, 1985; Harber *et al.*, 2004; Camargo; Stein; Ribeiro, 2008).

Além disso, um estudo com 31 participantes, 18 homens e 13 mulheres, com idade média $25,5 \pm 5,2$, submetidos a 14 semanas de TC, com frequência de três sessões semanais e sobrecarga sistematizada, apresentou melhora significativa da força (absoluta e relativa) no supino ($\Delta = 9,8\%$) e no agachamento ($\Delta = 32,9\%$). Novamente acredita-se que o tempo de treinamento e a sobrecarga individualizada,

promoveram resultados significativos ($p < 0,001$) (Dorgo; King; Rice, 2009). Notadamente, isso indica que ocorreu a promoção de novas adaptações musculares e consequente melhora da força no treinamento sistematizado, de longo prazo.

Os testes para verificar a resistência muscular deste estudo foram os mesmos exigidos no TAF, seguindo as recomendações do ACSM (2020) número máximo de flexões de braço, de abdominal e de flexão na barra fixa (BRASIL, 2022).

Após as 12 semanas de treinamento na PTC, nossa amostra apresentou melhora dos índices aplicados no TAF. Houve um aumento de 21,9% na flexão de braços, 45,6% no abdominal e 42,4% na barra fixa. Tais variações representam uma melhora estatisticamente significativa ($p < 0,01$) com um tamanho de efeito grande ($d = 0,8$) e muito grande ($d = 1,2$) nos três exercícios. Corroborando nossos resultados, um estudo com 32 jovens atletas, com idade entre 18 e 19 anos, mostrou um ganho de força ($p < 0,05$), aumentando em 38,29% a quantidade de exercícios na barra fixa, após 28 semanas de TC (Strelnikowa; Polevoy, 2019). Outro estudo recente com 22 bombeiros militares, com idade média de $37,6 \pm 10,0$, apresentou resultados similares aos nossos. Após 25 semanas de treinamento, com frequência de duas sessões semanais, os militares apresentaram uma melhora de 20,7% na flexão de braços e 118,2% no abdominal (Sokoloski *et al.*, 2020).

De acordo com a ACSM (2020) a aptidão cardiorrespiratória é a capacidade de realizar exercícios dinâmicos, de moderada a alta intensidade, com dependência dos sistemas respiratório, cardiopulmonar e musculoesquelético (Riebe *et al.*, 2019). O teste de corrida de 12 minutos, realizado no TAF, é um teste de campo que pode inferir de forma indireta a aptidão cardiorrespiratória (Cooper, 1968).

A melhora significativa no condicionamento cardiorrespiratório dos soldados recém incorporados, após as 12 semanas de treinamento na PTC, foi inesperada ($p < 0,01$), uma vez que o treinamento realizado não priorizava atividades aeróbias.

Uma forma de explicar essa melhoria é pelo fato de ocorrer a manutenção do sistema aeróbio ativo durante toda execução da sessão de treino, por meio dos exercícios de repouso ativo previstos na PTC. Isso pode ter ocasionado a manutenção da frequência cardíaca elevada por toda sessão de treino, contribuído com esta melhora. Seguindo esse viés, um estudo com nove bombeiros florestais, oito homens e uma mulher, com idade média $29,8 \pm 2,8$ anos, submetidos a um treinamento em circuito de alta intensidade, com a percepção subjetiva de esforço acima de 7, durante

8 semanas, melhoraram significativamente os limiares ventilatórios ($p < 0,05$) (Gutiérrez-Arroyo *et al.*, 2023).

Além disso, os cinco exercícios para membros inferiores (subida na escada com barra, agachamento com barra sumô, agachamento com barra norma e a elevação pélvica unilateral), e a corrida estacionária (um dos exercícios do repouso ativo), do protocolo de treinamento na PTC, podem ter ajudado na melhora dos movimentos executados na corrida, contribuindo com a variação positiva de 6,9%, no teste de 12 minutos pós-intervenção.

8. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

É importante reconhecer algumas limitações no presente estudo: a falta de controle da alimentação e do sono dos militares, variáveis que podem interferir com a análise dos parâmetros de composição corporal, força e resistência.

Assim, sugere-se que futuros estudos possam controlar a alimentação durante a intervenção, para comprovar a necessidade de intervenção nutricional para a mudança significativa da composição corporal. Sugere-se, ainda, estudos com militares com idades mais avançadas, utilizando o mesmo protocolo de treinamento e testes, com o objetivo de avaliar os efeitos da PTC em militares experientes.

9. CONCLUSÃO

Conclui-se que a PTC pode um excelente método de treinamento para a melhora da força, da resistência muscular e cardiorrespiratória de militares recém incorporados, indicando ser uma boa estratégia para a preparação musculoesquelética inicial dos recrutas preparando-os para o treinamento militar básico.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2024, mais de 75 mil jovens irão prestar o serviço militar obrigatório, o que representa mais de um terço do efetivo do EB (Ministério da Defesa, 2023), inseridos nesse contexto de um comportamento alimentar menos saudável e uma insuficiência de atividade física (Ministério da Saúde, 2023).

Assim, utilizar um método de treinamento para a aptidão muscular, com respostas científicas, fará com que o um grande efetivo do Exército esteja preparando

seu sistema musculoesquelético para suportar as demandas físicas do treinamento para o combate, direcionados pelo programa de instrução militar (BRASIL, 2023).

Nesse contexto, dados não publicados de uma pesquisa realizada no âmbito do EB em 2021, por meio de uma solicitação da Comissão de Desportos do Exército aos Comandos Militares de Área, mostraram o quanto ainda o condicionamento físico da tropa pode ser melhorado utilizando a PTC como método de treinamento neuromuscular. Das 382 Organizações Militares que responderam ao questionário, apenas 69 têm PTC adequada para treinamento. Assim, um total de 81,9% dos quartéis ainda não está realizando a PTC como um método de treinamento neuromuscular, quer seja por desconhecimento do método de treinamento ou por não conhecer e acreditar nos resultados obtidos com o treinamento de longo prazo.

Além disso, a preparação para testes físicos específicos, voltado para tarefas militares, também poderá ser realizada na PTC, por contemplar grupos musculares exigidos em tarefas militares.

Cabe ressaltar que testes físicos específicos, como o Teste Físico Operacional (TFO), aplicado de forma experimental nas tropas que estão se preparando para certificação operacional, avaliam a capacidade do militar em realizar tarefas militares e que os testes físicos tradicionais, como o TAF, avaliam a saúde do militar. Sendo que ambos necessitam de uma boa preparação do sistema musculoesquelético para um resultado do teste satisfatório, sendo a PTC um dos melhores métodos de treinamento para isso.

11. PRODUTOS GERADOS DURANTE O MESTRADO


Durante o período do mestrado foram gerados produtos acadêmicos e doutrinários para o Exército: (1) resumo apresentado no 20º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS), cujo título foi “Efeitos do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência: uma abordagem longitudinal.”; (2) resumo apresentado no 21º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS), cujo título “Uma proposta de dois minicircuitos como complementação do Treinamento Físico Militar.”; (3) resumo aprovado com apresentação oral no Simpósio Internacional do Conselho Internacional dos Esportes Militares (CISM) e 8º Congresso Militar Árabe de Atividades Físicas, cujo título foi “*12-week circuit training proposal with overload, volume, and intensity control on body composition, and muscular and cardiorespiratory fitness of Brazilian Army recruits.*”;

(4) artigo intitulado “*Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review*” submetido à *Military Medicine Review*; (5) cartilha com orientações técnicas sobre o treinamento neuromuscular na PTC IPCFEx EB 2023; (6) apresentação das orientações técnicas sobre o treinamento neuromuscular na PTC durante o simpósio de integração do sistema da capacitação física do Exército (SI/SiCaFEx); (7) proposta de dois minicircuitos para complementação do TFM na PTC, apresentada ao IPCFEx; (8) comentário sobre métodos de estratégias de busca para revisão sistemática (submetido à Revista de Educação Física); (9) relatório dos exercícios e da execução completa da PTC para o IPCFEx; (10) artigo original sobre os efeitos do treinamento neuromuscular na PTC.

A seguir estão a apresentação de cada produto individualmente.

PRODUTO 1

Resumo apresentado no 20º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS) e publicado nos anais do 20º SIAFIS, em 2022.



Efeitos do treinamento em circuito na composição corporal, força e resistência: uma abordagem longitudinal

Gelson Luiz Pierre Junior^{1,2}; Danielli Braga de Mello¹; Fabrícia Geralda Ferreira^{2,3}

1. Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/RJ/Brasil).
 2. Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional (PPGDHO/UNIFA/RJ/Brasil).
 3. Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAr/MG/Brasil).

Introdução

A melhora da composição corporal, da força e da resistência está relacionada à boa alimentação e à prática regular e metódica de exercícios físicos. Exercícios de resistência, força e aeróbicos, executados em uma sequência pré-estabelecida, variando o grupo muscular, a carga e o tipo de descanso parecem ser uma boa estratégia. Um dos métodos de treinamento que otimiza a utilização do tempo, espaço e proporciona mudanças na aptidão física e na composição corporal é o treinamento em circuito (TC).

Objetivo

O objetivo do estudo foi avaliar os estudos publicados que investigaram os efeitos do Treinamento em Circuito na composição corporal, força e resistência, com mais de 30 sessões, em adultos saudáveis.

Métodos

Protocolo e Registro: revisão redigida de acordo com as recomendações dos principais itens para relatar revisões sistemáticas e metanálises, registrada no PROSPERO, com o número CRD42022336243.

Critério de elegibilidade:

- ser fisicamente ativo, com idade entre 18 e 65 anos e de ambos os sexos;
- mais de 10 semanas de duração e mínimo de 30 sessões;
- apresentar como desfecho efeito na composição corporal, força ou resistência; e
- estudos experimentais ou quase experimentais.

Estratégia de busca: Foi realizado uma busca nas bases MEDLINE, Web of Science, SCOPUS e Cochrane, utilizando os descritores “treinamento em circuito”, “composição corporal”, “força”, “resistência” e seus sinônimos.

VARIÁVEL	EQUAÇÃO DE BUSCA
Corporal	(("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISE") OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING") OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND ("BODY COMPOSITION")
Força	(("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISE") OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING") OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND ("STRENGTH") OR ("MUSCLE STRENGTH")
Resistência	(("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISE") OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING") OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND ("ENDURANCE") OR ("ENDURANCE TRAINING")

Processo de coleta de dados: Foram extraídos dos estudos os dados: idade dos participantes, nível de treinamento, frequência semanal, intensidade e duração da intervenção, característica do circuito, tempo de descanso entre os exercícios e resultados encontrados.

Resultados

IDENTIFICAÇÃO

Registros identificados na base de dados (n = 4)
 PubMed (n = 319)
 Cochrane (n = 340)
 Scopus (n = 586)
 Web of Science (n = 445)
 Total de registros (n = 1.690)

Registros removidos
 Duplicados (n = 1.965)
 Assinalados como não elegíveis automaticamente (n = 205)
 Removidos manualmente (n = 860)

TRILAGEM

Registros em triagem (n = 625)

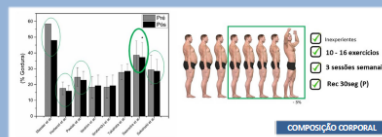
Registros removidos (n = 553)

Publicações avaliadas para elegibilidade (n = 98)

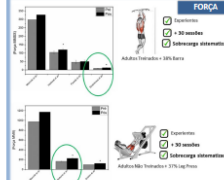
Publicações excluídas
 Tempo de intervenção menor que 10 semanas (n = 18)
 Desenho do estudo (n = 15)
 Idade da amostra diferente do critério de inclusão (n = 11)
 Estudo com amostra não saudável (n = 14)
 Tipo de estudo (n = 7)
 Artigo completo não encontrado (n = 10)

INCLUIÇÃO

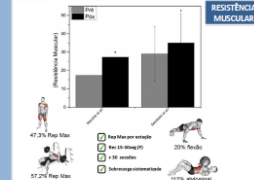
Estudos incluídos na Revisão (n = 23)



COMPOSIÇÃO CORPORAL



FORÇA



RESISTÊNCIA MUSCULAR

Conclusão

Frequência semanal de três sessões, acima de 12 semanas e sobrecarga individualizada mostraram ser mais eficaz para o ganho de força. Protocolos focados na repetição máxima e exercícios funcionais mostraram melhorar para a resistência muscular. A redução da gordura corporal tem maior efeito em protocolos com mais de 10 exercícios com recuperação passiva de até 30 segundos.

Referências

Sokoloski, M. L., Rigby, B. R., Bachik, C. R., Gordon, R. A., Rowland, I. F., Zumbro, E. L., & Duplanty, A. A. (2020). Changes in Health and Physical Fitness Parameters After Six Months of Group Exercise Training in Firefighters. *Sports*, 8(11), 143.

Stankovska, I. V., & Palevsky, G. G. (2019). The influence of circuit training on the development of strength and speed-power abilities in basketball players of 18-19 years old. *Physical education of students*, 23(2), 89-92.

Ibrahim, N. S., Muhamad, A. S., Ooi, F. K., Meor-Osman, J., & Chen, C. K. (2018). The effects of combined probiotic ingestion and circuit training on muscular strength and power and cytokine responses in young males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(2), 180-186.

pierrepgdt@yahoo.com.br

Referência: JPE, R. (2022). 20º SIAFIS-RJ. Revista De Educação Física.

ao percorrer distâncias de até 24 km em um dia. O conhecimento dos efeitos termorregulatórios é essencial para prevenção das doenças do calor e controles de riscos.

Objetivo: Correlacionar a temperatura corporal interna (TC) com o percentual de gordura (%G) e a frequência cardíaca (FC) em militares submetidos a uma marcha simulada de 12 quilômetros.

Métodos: Estudo correlacional com 16 militares do sexo masculino (28,25 ± 3,19 anos, 179,93 ± 7,27cm, 81,65 ± 8,62 kg) coletados durante uma marcha simulada de 12km em laboratório com ambiente termoneutro. Os dados foram coletados em 3 momentos distintos (pré marcha, 30 min, pós marcha) utilizando o equipamento InBody270[®] de bioimpedância para avaliar o %G, o comprimido digestível BodyCAP[®] para medir a TC e o frequencímetro cardíaco Polar[®] modelo V800. Para análise dos dados, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson com nível de significância $p < 0,05$.

Resultados: A amostra apresentou %G=14,44±3,02 (9-20); TC pré=36,95±0,53 (35,90-38); TC 30 min=37,24±0,50 (36,32-38,06) e TC pós 36,83±93 (35,05-38,34); FC 30 min=101,81±11,70 (81-123) e FC pós 112,13±9,76 (102-135). Observou-se correlações moderada e alta entre as variáveis: TC pré x %G ($r=0,553$; $p=0,026$); TC 30min x %G ($r=0,512$; $p=0,042$); TC e FC 30 min ($r=0,549$; $p=0,028$).

Conclusão: Militares com maior %G apresentaram maior TC antes e durante 30 min de marcha simulada, o que provavelmente exigiu maior esforço cardíaco.

Palavras-chave: Regulação da Temperatura corporal; Composição Corporal, Militares, Atleta tático.

Referências:

1. Mello, D. (2018). Thermal Stress - The Effects of Heat on Physical Performance. *Revista de Educação Física/Journal of Physical Education*, 87(4), 541-545. <https://doi.org/10.37310/ref.v87i4.810>.
2. Mello, Danielli Braga de; MOREIRA, D. G.; NEVES, E. B. Termorregulação e estresse ambiental. In: Angela Nogueira Neves; Adriane Mara de Souza Muniz; Cláudia de Mello Meirelles; Danielli Braga de Mello; Laércio Camilo Rodrigues; Míriam Raquel Meira Mainenti. (Org.). *Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte*. 1ed. Curitiba: Appris, 2022, v. 1, p. 47-66.

§Autor correspondente: Danielli Mello - danielli.mello@gmail.com

Efeitos do treinamento em circuito na composição corporal, força e resistência: uma abordagem longitudinal

Gelson Pierre^{1,2}; Danielli Mello¹; Fabrícia Ferreira^{2,3}

¹Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), RJ, Brasil.;

²Programa de Pós-graduação em Desempenho Humano Operacional (UNIFA), RJ, Brasil.; ³Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR), RJ, Brasil.

Introdução: a melhora da composição corporal, da força e da resistência está relacionada à boa alimentação e à prática regular e metódica de exercícios físicos. E um dos métodos de treinamento que otimiza a utilização do tempo, espaço e proporciona mudanças na aptidão física é o treinamento em circuito (TC).

Objetivo: Essa revisão objetivou avaliar os estudos publicados que investigaram os efeitos do TC, com intervenção crônica, em adultos saudáveis.

Métodos: foi realizada uma revisão sistemática, seguindo as recomendações do PRISMA 2020 e registrada na PROSPERO CRD42022336243, utilizando as bases MEDLINE, Web of Science, SCOPUS e Cochrane, utilizando os descritores “treinamento em circuito”, “composição corporal”, “força”, “resistência” e seus sinônimos.

Resultados: Dos 1690 estudos encontrados 11 atenderam aos critérios de inclusão. Destes, três apresentaram aumento na força em 38% na barra fixa, 12,7% nos flexores do joelho, 15% no supino e 37% no Leg press ($p < 0,05$). Na resistência muscular, aumento na repetição máxima de 57,2% de agachamento, 47,3% no supino e 20% na flexão de braço ($p < 0,05$). Outros cinco estudos mostraram alterações positivas na composição corporal, com um apresentando uma mudança significativa de 3,12% no percentual de gordura ($p < 0,05$). Os protocolos dos estudos e as características da amostra mostraram alta heterogeneidade.


Conclusão: Frequência semanal de três sessões, acima de 12 semanas e sobrecarga individualizada mostraram ser mais eficaz para o ganho de força. Protocolos focados na repetição máxima e exercícios funcionais mostraram melhora para a resistência muscular. A redução da gordura corporal tem maior efeito em protocolos com mais de 10 exercícios com recuperação passiva de até 30 segundos.

Palavras-chave: aptidão física; exercícios em circuito; saúde.

Referências:

PRODUTO 2

Resumo apresentado no 21º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS) e publicado nos anais do 21º SIAFIS, em 2023.



Uma proposta de dois minicircuitos como complementação do Treinamento Físico Militar

Eduardo Moreira Marques¹; Gelson Luiz Pierre Junior¹

1. Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/RJ/Brasil).

Introdução

A Pista de Treinamento em Circuito (PTC) é usada para o desenvolvimento do sistema musculoesquelético. Em dias de treino da aptidão cardiorrespiratória, a PTC é usada para complementação do Treinamento Físico Militar (TFM) de forma não sistematizada. Porém, o treino sistematizado e com objetivos definidos poderão otimizar a melhora da saúde e da capacidade funcional dos militares.

Objetivo

O objetivo do estudo é propor dois minicircuitos na PTC que complementem uma sessão de TFM e verificar a validade de acordo com o Índice de Validade de Conteúdo.

Métodos

Confeção dos minicircuitos: os minicircuitos tiveram como base para confeção a revisão de literatura submetida no Prospero sob registro CRD42022336243 e o novo Manual de TFM do Exército Brasileiro. Definiu-se que os minicircuitos seriam divididos em dois, sendo um com enfoque em membros superiores e um com enfoque nos membros inferiores. Foram confeccionados quatro minicircuitos no total sendo dois por cada pesquisador.

Método de validação: cada minicircuito será avaliado por profissionais capacitados e voluntários da área de treinamento físico. Os profissionais avaliarão cada exercício do minicircuito por meio do I-CVI (Item – Content Validity Index), para quantificar, em uma escala que varia de 1 a 4, se os exercícios possuem adequação do conteúdo ao objetivo proposto (pertinência), sequência lógica e especificidade do conteúdo para a valência trabalhada (precisão). Os valores do I-CVI, obtidos após a avaliação, irão compor o S-CVI (Scale – Content Validity Index). O valor S-CVI é dado pela média dos valores obtidos em cada exercício que o compõe, sendo obtido um S-CVI para a pertinência da ficha, um S-CVI para a lógica e um S-CVI para a precisão.

Resultados

MEMBRO INFERIOR				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
2	Step up com carga	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo – isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Afundo com barra	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo – isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Flexão plantar com carga	15 rep	-	30 seg
2	Agachamento sumô	15 rep	-	30 seg
2	Stiff com barra	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo – isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Elevação pélvica – isometria	30 seg	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo – isometria	20 seg		(entre as séries)

MEMBRO INFERIOR				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
3	Prancha	30/ 45 seg	-	30 seg
3	Abdominal oblíquo – isometria	20 seg	-	30 seg
3	Agachamento livre com saltos	10 rep	-	30 seg
2	Stiff com barra	12 rep	-	30 seg
2	Avanço com carga	12 rep	-	30 seg
2	Elevação pélvica – isometria	30 seg	-	30 seg
2	Agachamento sumô	50% TAF	Biset	30 seg
	Flexão plantar com carga	20 rep		(entre as séries)

MEMBRO SUPERIOR				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
2	Barra fixa	50% TAF		30 seg
	Abdominal supra	50% TAF	Biset	(entre as séries)
2	Remada inclinada	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal supra	50% TAF		(entre as séries)
2	Tríceps testa	15 rep	-	30 seg
2	Rosca direta	15 rep	-	30 seg
2	Flexão de braços	50% TAF	Biset	30 seg
	Abdominal infra	20 a 30 rep		(entre as séries)
2	Supino com barra	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal infra	20 a 30 rep		(entre as séries)
2	Desenvolvimento com barras	15 rep	-	30 seg

MEMBRO SUPERIOR				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
2	Barra Fixa	50% TAF	Biset	30 seg
	Abdominal infra	20 rep		(entre as séries)
2	Flexão de braços	50% TAF	Biset	30 seg
	Abdominal supra	20 rep		(entre as séries)
2	Remada inclinada	12 rep	-	30 seg
2	Supino com barra	12 rep	-	30 seg
2	Desenvolvimento com barra	12 rep	-	30 seg
2	Rosca bíceps invertida	12 rep	-	30 seg
2	Tríceps testa	12 rep	-	30 seg
2	Elevação frontal com barra	12 rep	-	30 seg

Conclusão

Os minicircuitos foram entregues aos avaliadores e encontram-se sob análise e revisão. Espera-se que os minicircuitos propostos apresentem valores do S-CVI satisfatórios conforme a escala de avaliação.

Referências

- Zamanzadeh V, Ghahramanian A, Rassouli M, Abbaszadeh A, Alavi Majid H, Nikanfar AR. Design and Implementation. Content Validity Study: Development of an instrument for measuring Patient-Centered Communication. J Caring Sci. 2016;4(3):165-178. doi:10.15171/jcs.2015.017
- Davis LL. Instrument review: Getting the most from a panel of experts. Appl Nurs Res. 1992;5(4):104-107. doi:10.1016/S0897-1897(05)80008-4.
- Exército Brasileiro. Manual de Campanha: Treinamento Físico Militar. 5ª edição. 2021.

moreira.bm.tri@gmail.com

Referência: JPE, R. (2023). 21º SIAFIS-RJ. Revista de Educação Física.

benefícios para o desempenho esportivo de alto rendimento nas mais diversas modalidades(2-8), incluindo: basebol(8), ginástica artística(6) e golfe(3). Até aqui, os resultados mostraram mudanças significativas tanto nos parâmetros de treinamento, como em outras bandas de frequência e locais de eletrodos. No geral, as conclusões foram positivas em medidas objetivas e subjetivas.

Palavras-chave: neurociência; neurofeedback; alto rendimento; esporte; EEG.

Referências:

1. Gong A, Gu F, Nan W, Qu Y, Jiang C, Fu Y. A Review of Neurofeedback Training for Improving Sport Performance From the Perspective of User Experience. *Frontiers in Neuroscience*. 2021;15: 638369. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.638369>.
2. Vernon DJ. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005;30(4): 347-364. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-8421-4>.
3. Cheng MY, Huang CJ, Chang YK, Koester D, Schack T, Hung TM. Sensorimotor Rhythm Neurofeedback Enhances Golf Putting Performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2015;37(6): 626-636. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0166>.

*Autor correspondente: Fabiana Guidini - fabianalmeidaguidini@gmail.com

Uma proposta de dois minicircuitos como complementação do treinamento físico militar

Eduardo Moreira Marques (1)*; Gelson Luiz Pierre Junior (1)

Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro, Brasil.

Introdução: A Pista de Treinamento em Circuito (PTC) é usada para o desenvolvimento do sistema musculoesquelético. Em dias de treino da aptidão cardiorrespiratória, a PTC é usada para complementação do Treinamento Físico Militar (TFM) de forma não sistematizada. Porém, o treino sistematizado e com objetivos definidos poderão otimizar a melhora da saúde e da capacidade funcional dos militares.

Objetivo: Propor dois minicircuitos na PTC que complementem uma sessão de TFM.

Métodos: Foram confeccionados os minicircuitos com base em uma revisão de literatura e no novo Manual de TFM do Exército Brasileiro. Cada minicircuito será avaliado por profissionais capacitados e voluntários da área de treinamento físico. Os profissionais avaliarão cada exercício do minicircuito por meio do I-CVI (Item - Content Validity Index), para quantificar, em uma escala que varia de 1 a 4, se os exercícios

possuem adequação do conteúdo ao objetivo proposto (pertinência), sequência lógica e especificidade do conteúdo para a valência trabalhada (precisão). Os valores do I-CVI, obtidos após a avaliação, irão compor o S-CVI (Scale - Content Validity Index), que será usado para avaliar a precisão, a pertinência e a lógica de cada minicircuito.

Resultados: Os minicircuitos foram entregues aos avaliadores e encontram-se sob análise e revisão.

Conclusão: Espera-se que os minicircuitos propostos apresentem valores do S-CVI satisfatórios conforme a escala de avaliação.

Palavras-chave: aptidão muscular; sistema musculoesquelético; eficiência de treinamento.

Referências:

1. Zamanzadeh V, Ghahramanian A, Rassouli M, Abbaszadeh A, Alavi Majd H, Nikanfar AR. Design and Implementation Content Validity Study: Development of an instrument for measuring Patient-Centered Communication. *J Caring Sci*. 2015;4(2):165-178. doi:10.15171/jcs.2015.017.
2. Davis LL. Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Appl Nurs Res*. 1992;5(4):194-197. doi:10.1016/S0897-1897(05)80008-4.
3. Exército Brasileiro. Manual de Campanha: Treinamento Físico Militar. 5ª edição. 2021.

*Autor correspondente: Eduardo Moreira Marques – e-mail: moreira.bm.tri@gmail.com

Uniforme inteligente: os efeitos do novo uniforme do exército brasileiro na temperatura da pele de militares com a termografia infravermelha

George Almeida Silva Galvão(1), João Paulo Vargas de Oliveira(2), Álvaro de Legendre Vargas(3), Thiago Rodrigues Feitosa(4), Danielli Braga de Mello(5)

(1) Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx/EB/RJ/BRASIL), (2) Força Aérea Brasileira (FAB/RJ/BRASIL), (3) Polícia Militar do Estado do Pará (PMPA/PA/BRASIL).

Introdução: O Projeto Combatente Brasileiro definiu a atualização do Uniforme de Combate, entregando uma nova modelagem de camuflado que será de uso obrigatório a todos os integrantes do Exército Brasileiro (EB).

Objetivo: Analisar os efeitos do novo fardamento sobre a temperatura da pele de militares por meio da termografia infravermelha (TIV).

Métodos: Estudo piloto com um militar do sexo masculino, idade 29 anos, massa corporal total 82,85 kg, realizado em ambiente termoneutro. Os dados da temperatura da pele com TIV foram coletados pré e pós teste ergométrico em esteira, utilizando o protocolo de Rampa. As regiões de

PRODUTO 3

Resumo aprovado como apresentação oral no Simpósio Internacional do CISM e 8º Congresso Militar Árabe de Atividades Físicas, na Tunísia, em 2023.

TOPIC: physical and psychological preparation of the soldier.

TITLE: 12-week Circuit Training proposal with overload, volume, and intensity control on body composition and muscular and cardiorespiratory fitness of Brazilian Army Recruits.

AFFILIATION: (1) Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx, RJ, Brazil); (2) Universidade da Força Aérea (UNIFA, RJ, Brazil); (3) Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR, MG, Brazil); (4) Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército (IPCFEx, RJ, Brazil); (5) Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO/ RJ/Brazil).

INTRODUCTION: It is already well-established the importance of strengthening the musculoskeletal system to withstand the physical demands of modern combat. The Brazilian Army Physical Training Manual is the document that regulates the physical activity of the troop, providing three methods for the development of muscular capacity. Of those, the Circuit Training Track (PTC) has advantages, as with low cost and potential replicability throughout the national territory, and hence, deserved our attention in this experiment. The aim of this research was evaluate the effects of 12 weeks of circuit training, with strict control on intensity, frequency, and overload, on the body composition and muscular and cardiorespiratory fitness of Army soldiers.

METHODS: Thirty-six recruits, aged between 19 and 22 years, underwent a 12-week training, three times a week, 35 minutes session, with crescent overload in the PTC (Figure 1), with an assessment of total body mass, body fat, fat-free mass, and visceral body fat (with dual-energy X-ray absorptiometry), maximal strength of upper and lower body muscles (with bench press and squat) muscle endurance of upper, lower and core body muscles (with a pull-up bar, arm flexion, and abdominal crunch) and cardiorespiratory resistance (with 12 minutes run), pre and post-intervention. Parametric data were analyzed using Student's t-test for paired samples. Non-parametric data were analyzed using the Wilcoxon test. The significance level adopted was 95%.

RESULTS: The intervention did not cause any change in fat-free mass ($p = 0.23$); total body fat ($p = 0.80$); body fat ($p=0.23$); fat mass ($p = 0.26$); and visceral body fat ($p = 0.68$). On the other hand, the Circuit Training caused changes with strong effect sizes on bench press ($p<0.001$, $d = 1.47$); squat ($p<0,001$, $d = 1.60$); pull-up bar ($p<0.001$, $d = 0.92$); arm flexion ($p<0.001$, $d = 0.96$); abdominal crunch ($p<0.001$, $d = 0.93$); and 12 minutes run ($p = 0,001$, $d = 0,71$).



Fonte: o autor

PRODUTO 4

Artigo “Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review” submetido à *Military Medicine Review* (em processo de revisão)

Abstract: 236
Words: 3538
Tables: 4
Supplemental Tables: 4
Figures: 0
Supplemental Figures: 0
References: 43
Pages: 26
Contact: GELSON LUIZ PIERRE JUNIOR
Email: pierrepqdt@yahoo.com.br

Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review
Short Title: Chronic Effects of Circuit Training

Major Gelson Luiz Pierre Junior, BSc^{1,2}
Danielli Braga de Mello, PhD^{1,2}
Lt Col Samir Ezequiel da Rosa, PhD³
Cpt Marcos Loyola, BSc¹
Col Eduardo Borba Neves, PhD⁴
Fabrícia Geralda Ferreira, PhD^{2,5}

Affiliations:
¹ Army Physical Education School College (EsEFEx, Brazilian Army, Brazil)
² Air Force University (UNIFA, Air Force, Brazil)
³ Army Physical Training Center (CCFEx, Brazilian Army, Brazil)
⁴ Federal Technological University of Paraná (UTFPR, Brazil).
⁵ Air Force Cadet School (EPCAR, Air Force, Brazil)

Keywords: physical fitness; circuit exercise; health.

Declarations: none

Acknowledgments: The authors wish to express their gratitude for the support and contributions of their fellow colleagues in the Army.

Prior Presentation: Preliminary results was presented at the International Symposium on Physical Education, which was held in Rio de Janeiro City, in November 2022.

em Military Medicine GELSON LUIZ PIERRE JUNIOR | Logout

Home Main Menu Submit a Manuscript About Help

← Submissions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Current Status
Action Links	MILMED-D-23-00605	Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review	Nov 08, 2023	Under Review

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

Fonte: <https://www2.cloud.editorialmanager.com/milmed/default2.aspx>

PRODUTO 5

Cartilha com orientações técnicas para o EB sobre o treinamento neuromuscular na PTC

Contribuindo com a doutrina da capacitação física, foi atualizada no site do IPCFEx a cartilha com as orientações técnicas sobre o treinamento neuromuscular realizado na PTC.

The screenshot displays the website of the Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx). The main header includes the logo and the text "Centro de Capacitação Física do Exército" and "Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército". Below the header, there is a navigation menu with links such as "Exército Brasileiro", "DECEX", and "Portal de Doutrina do DECEX". The main content area is titled "TFM/TAF" and includes a sub-header "FOLDERS (DICAS PARA VOCÊ) > ASSUNTOS > TFM/TAF". A large banner image shows a group of people running on a path, with the text "FOLDERS DICAS DE TFM-TAF" and a quote: "Exercitar-se é investir no seu corpo e na sua saúde!". Below the banner, there is a grid of folders, each with a thumbnail image and a title. The folders are: "FOLDER 1- IPCFEx TFM", "8- INTENSIDADE TFM", "FOLDER 9 Treino Neuromuscular", "FOLDER 10- IPCFEx PTC" (highlighted with a red circle), "FOLDER 11 - IPCFEx TRX", and "FOLDER 12 IPCFEX -Cross Operacional". The left sidebar contains a menu with categories like "SOBRE O IPCFEX", "PESQUISAS CIENTÍFICAS DA CAPACITAÇÃO FÍSICA", "Apoio à Operacionalidade", and "Saúde e Qualidade de Vida".

Referência: <https://www.ipcfex.eb.mil.br/folders/8-assuntos/492-aptidao-fisica>

EXERCITE-SE PARA VIVER MAIS

A HORA É AGORA, A DECISÃO É SUA!

PISTA DE TREINAMENTO EM CIRCUITO

Porquê realizar A PTC ?

Desenvolve Resistência Muscular

Desenvolve Força Muscular

Desenvolve coordenação

Fácil Execução

Como a CARGA DE TRABALHO é determinada?

TEMPO DE CADA EXERCÍCIO: 30 seg
TEMPO DO REPOUSO ATIVO: 30 seg

1 ou 2 passagens na PTC completa
1 ou 2 séries na estação

PESO DO HALTER

É selecionado, individualmente, a partir do teste de repetições máximas (TRM).

Sugere-se:

Exercício Nr 2 - Subida na caixa com barra
Exercício Nr 5 - Agachamento (Sumô)
Exercício Nr 7 - Agachamento

BRANCO	20 kg
VERDE	25 kg
AMARELO	35 kg
VERMELHO	40 kg
PRETO	45 kg



Exercício Nr 4 - Remada Vertical
Exercício Nr 6 - Desenvolvimento com barra
Exercício Nr 9 - Supino

	Exercício Nr 4 REMADA VERTICAL	Exercício Nr 6 DESENVOLVIMENTO	Exercício Nr 9 SUPINO
BRANCO	10 kg	15 kg	25 kg
VERDE	15 kg	20 kg	30 kg
AMARELO	20 kg	30 kg	30 kg
VERMELHO	25 kg	35 kg	35 kg
PRETO	30 kg	40 kg	40 kg



SUGESTÃO DE PLANO DE TREINAMENTO (24 SEMANAS)

SEMANA	DESENVOLVIMENTO DE PADRÕES			TEMPO DE EXECUÇÃO
	PASSAGEM	CARGA		
		NR DE REPETIÇÕES	NR DE SÉRIES NA ESTAÇÃO	
0	Aprendizado dos exercícios TRM e seleção do peso			-
1	01 (uma)	12 a 15	-	30s
2	01 (uma)	12 a 15	-	
3	01 (uma)	12 a 15	-	
4	01 (uma)	12 a 15	-	
5	02 (duas)	12 a 15	-	
6	02 (duas)	12 a 15	-	
7	02 (duas)	12 a 15	-	
8	02 (duas)	12 a 15	-	
9	02 (duas)	12 a 15	1	
10	02 (duas)	12 a 15	1	
11	02 (duas)	12 a 15	1	
12	02 (duas)	12 a 15	1	
Transição TRM e seleção do peso				
13	02 (duas)	10 a 12	-	
14	02 (duas)	10 a 12	-	
15	02 (duas)	10 a 12	-	
16	02 (duas)	10 a 12	-	
17	01 (uma)	10 a 12	-	
18	01 (uma)	10 a 12	-	
19	01 (uma)	10 a 12	-	
20	01 (uma)	10 a 12	-	
21	01 (uma)	10 a 12	2	
22	01 (uma)	10 a 12	2	
23	01 (uma)	10 a 12	2	
24	01 (uma)	10 a 12	2	



INSTITUTO DE PESQUISA DA CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

"Ciência para a saúde e a operacionalidade."



PRODUTO 6

Apresentação das orientações técnicas sobre o treinamento neuromuscular na PTC durante o SI/SiCaFEx 2023

Em 2023, durante o seminário de integração do sistema de capacitação física do Exército (SI/SiCaFEx) os resultados da pesquisa foram apresentados e todos os representantes do órgão de direção geral e setorial do Exército participaram de uma prática na PTC, com orientações sobre os novos exercícios e a melhor forma de executá-los.



Fonte: o autor



Fonte: o autor

PRODUTO 7

Proposta de dois minicircuitos para complementação do TFM na PTC

Será apresentado ao IPCFEx uma proposta de dois minicircuitos, específicos para MMSS e MMII, utilizando-se dos implementos da PTC, para a execução individual, proveniente do trabalho de conclusão de curso de um aluno da EsEFEx, orientado pelo mestrando.

Membros superiores – Minicircuito 01				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
2	Barra fixa	50% TAF	Biset	30 seg
	Abdominal supra	50% TAF		(entre as séries)
2	Remada inclinada	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal supra	50% TAF		(entre as séries)
2	Tríceps testa	15 rep	-	30 seg
2	Rosca direta	15 rep	-	30 seg
2	Flexão de braços	50% TAF	Biset	30 seg
	Abdominal infra	20 a 30 rep		(entre as séries)
2	Supino com barra	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal infra	20 a 30 rep		(entre as séries)
2	Desenvolvimento com barras	15 rep	-	30 seg

Membros inferiores – Minicircuito 04				
Séries	Exercício	Repetições	Execução	Descanso
2	Step up com carga	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo - isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Afundo com barra	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo - isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Flexão plantar com carga	15 rep	-	30 seg
2	Agachamento sumô	15 rep	-	30 seg
2	Stiff	15 rep	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo - isometria	20 seg		(entre as séries)
2	Elevação pélvica - isometria	30 seg	Biset	30 seg
	Abdominal oblíquo - isometria	20 seg		(entre as séries)



Fonte: apresentação TCC 2023

PRODUTO 8

Comentário sobre métodos de estratégias de busca para revisão sistemática (submetido à Revista de Educação Física)

Contribuição com a Revista de Educação Física do Exército sobre métodos de estratégias de busca para revisão sistemática utilizado na elaboração do artigo submetido à Military Medicine Review.

1 **Revisão Sistemática: dicas para planejamento e elaboração**

2 **Resumo**

3 **Introdução:** A revisão sistemática tem como principal característica verificar o

4 que há de mais atual na literatura nas mais diversas áreas do conhecimento,

5 buscando as melhores evidências e sintetizando em um único trabalho. Por se

6 tratar de um trabalho científico, sua elaboração requer prática, estudo e o

7 conhecimento de algumas particularidades. **Objetivo:** Este artigo de opinião tem

8 como objetivo organizar uma sequência em ordem cronológica, metodológica e de

9 fácil entendimento para elaboração de uma RS. **Desenvolvimento:** Neste item

10 são apresentadas as etapas do processo elaboração de uma RS: (1) Formulação da

11 pergunta da pesquisa; (2) Produzir um protocolo de revisão; (3) Busca sistemática

12 de estudos nas bases de dados; (4) Seleção dos estudos; (5) Leitura e avaliação da

13 qualidade dos estudos; (6) Síntese e análise; e (7) Redação do relatório e futura

14 publicação. **Conclusão:** este artigo se propõe a servir como um guia completo

15 afim de proporcionar aos pesquisadores e acadêmicos uma referência confiável e

16 esclarecedora, para conduzir revisões sistemáticas de maneira eficaz, contribuindo

17 assim para a qualidade e rigor na produção do conhecimento científico.

18 **Palavras-chave:** guia, equação de busca, escrituração.

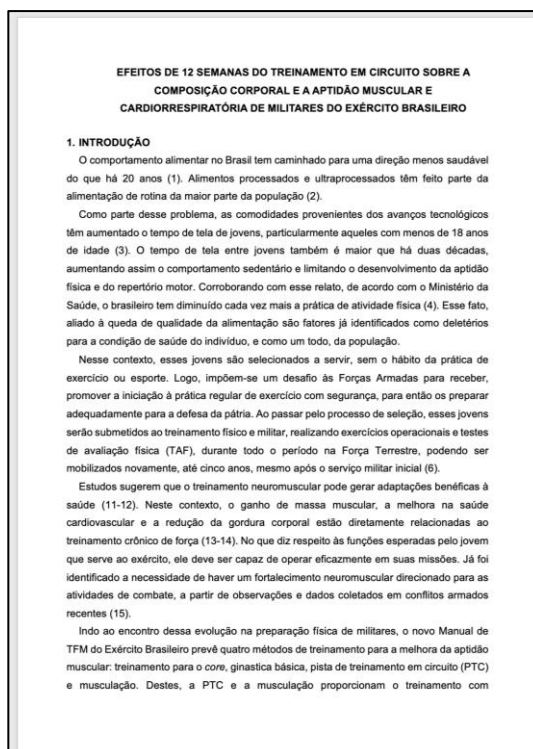
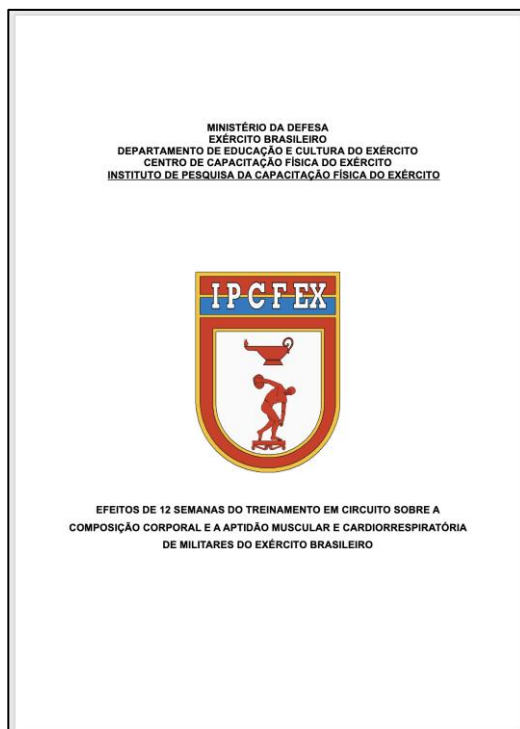
(((("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING")) OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISES")) OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING")) OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING")) OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND (("BODY COMPOSITION") OR ("STRENGTH") OR ("MUSCLE STRENGTH") OR ("ENDURANCE"))

Fonte: o autor

PRODUTO 9

Relatório dos exercícios e da execução completa da PTC para o IPCFEx (em andamento)

Está sendo confeccionado um relatório com o objetivo de embasar cientificamente a PTC e discutir possíveis mudanças.



Fonte: o autor

PRODUTO 10

**Artigo original sobre os efeitos do treinamento neuromuscular na PTC.
(em andamento)**

REFERÊNCIAS

- AKBAR, S. *et al.* **Effects of neuromuscular training on athletes physical fitness in sports: A systematic review.** *Front Physiol.* 2022 Sep; 13: 939042. doi: 10.3389/fphys.2022.939042.
- BEATTIE, K. *et al.* **The effect of strength training on performance in endurance athletes.** *Sports Medicine*, v. 44, n. 6, p. 845-865, 2014.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. **Exército incorpora mais de 50 mil jovens.** Disponível em: https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/znUQcGfQ6N3x/content/id/16523335. Acesso em: 10 mar 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Lei nº 4.375, de 17 de agosto de 1964. **Lei do Serviço Militar**, 1964.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. Portaria - COTER/C Ex - nº 117, de 28 de outubro de 2021. **Aprova o Manual de Campanha Treinamento Físico Militar (EB70-MC-10.375)**, v. 5, 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. Portaria – COTER/C Ex - nº 224, de 30 de novembro de 2022. **Aprova programa de instrução militar (EB70-P-11.001)**, 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando do Exército. Portaria - EME/C Ex - nº 850, de 31 de agosto de 2022. **Aprova a diretriz para a avaliação física do Exército Brasileiro (EB20-D-03.053)**, 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. **Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: <http://bit.ly/2fmnKeD>. Acesso em: 10 Ago 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2023: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2023.**
- BROWN, L.E.; WEIR, J.P. **ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power.** *Journal of Exercise Physiology Online.* v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.
- CAMARGO, M.D.; STEIN, R.; RIBEIRO, J.P. *et al.* **Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging.** *Br J Sports Med.* 2008 Feb; 42(2):141-5; discussion 145. doi: 10.1136/bjsm.2007.038281. Epub 2007 Jun 22.

CHTARA, M. *et al.* **Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity.** British journal of sports medicine, v. 39, n. 8, p. 555-560, 2005.

CLARK, J.E. **Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis.** J Diabetes Metab Disord. v. 14, n. 31, 2015.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.** 2a ed. ed. New York: Routledge, 1988.

CONDE, W.L.; SILVA, I.V.D.; FERRAZ, F.R. **Undernutrition and obesity trends in Brazilian adults from 1975 to 2019 and its associated factors.** Cad Saude Publica, 2022; 38Suppl 1(Suppl 1): e00149721. doi: 10.1590/0102-311Xe00149721

COOPER, K.H. **A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing.** JAMA 203, p. 201-204, 1968.

DA ROSA, S.E. *et al.* **Military physical training, muscular strength, and body composition of Brazilian military personnel.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 24, n. 2, p. 153-156, 2018.

DE ANDRADE GOMES, M.Z.; PINFILDI, C.E. **Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: An observational study.** Military Medical Research, v. 23, n. 5, p. 1-7, 2018.

DORGO, S.; KING, G.A.; RICE, C.A. **The effects of manual resistance training on improving muscular strength and endurance.** J Strength Cond Res. 2009 Jan. 23(1):293-303. doi: 10.1519/JSC.0b013e318183a09c.

FANG, K. *et al.* **Screen time and childhood overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis.** Child Care Health Dev, v. 45, n. 5, p. 744-753, 2019.

FORTES, M.S.R. *et al.* **Epidemiological study of metabolic syndrome in Brazilian soldiers.** Archives of Endocrinology and Metabolism, v. 63, n. 4, p. 345-350, 2019.

FOULIS, S.A. *et al.* **U.S. Army physical demands study: Accuracy of occupational physical assessment test classifications for combat arms soldiers.** Work, v. 63, n. 4, p. 571-579, 2019.

FRAGALA, M.S. *et al.* **Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association.** Journal of Strength and Conditioning Research, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, 2019.

GETTMAN, L.R. *et al.* **The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men.** Medicine and science in sports, v. 10, n. 3, p. 171-176, 1978.

GONZALEZ, D.E. *et al.* **International society of sports nutrition position stand: tactical athlete nutrition.** J Int Soc Sports Nutr. 2022 Jun. 19(1):267-315. doi: [10.1080/15502783.2022.2086017](https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2086017).

GUTIÉRREZ-ARROYO, J. *et al.* **Effect of a High-Intensity Circuit Training Program on the Physical Fitness of Wildland Firefighters.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2023, 20, 2073. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032073>

HAARBO, J. *et al.* **Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA).** Clinical Physiology, v. 11, n. 4, p. 331-341, 1991.

HARBER, M.P.; FRY, A.C.; RUBIN, M.R. *et al.* **Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men.** Scand J Med Sci Sports. 2004 Jun.14(3):176-85. doi: [10.1111/j.1600-0838.2003.371.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2003.371.x).

HENDKER, A.; EILS, E. **A Group-Based 8-Week Functional Interval-Type Outdoor Training Program Improves Physical Performance in Recreationally Active Adults.** Frontiers in Sports and Active Living, p. 73, 2021.

HOFFMAN, J. **Resistance Training and Injury Prevention.** Indianapolis, IN: American College of Sports Medicine, 2017.

HORTOBAGYI, T.; KATCH, F.I.; LACHANCE, P.F. **Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance.** The Journal of sports medicine and physical fitness, v. 31, n. 1, p. 20-30, 1991.

KENDLER, D.L. *et al.* **The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition.** Journal of Clinical Densitometry, v. 16, n. 4, p. 496-507, 2013.

LEE, K. *et al.* **Recent issues on body composition imaging for sarcopenia evaluation.** Korean Journal of Radiology, v. 20, n. 2, p. 205-217, 2019.

LEHNERT, M. *et al.* **The effect of combined machine and body weight circuit training for women on muscle strength and body composition.** Journal of Physical Education and Sport. 2015; 15(3); 561-568. doi:[10.7752/jpes.2015.03084](https://doi.org/10.7752/jpes.2015.03084)

LOTURCO, I. *et al.* **Predicting the Maximum Dynamic Strength in Bench Press: The High Precision of the Bar Velocity Approach.** J Strength Cond Res. v. 4, n. 31, p. 1127-1131, 2017.

MAESTRONI, L. *et al.* **The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care.** Sports Medicine, v. 50, n. 8, p. 1431-1450, 2020.

MARCINIK, E.J., *et al.* **Fitness changes of naval women following aerobic based programs featuring calisthenic or circuit weight training exercises.** Europ. J. Appl. Physiol. 1985. 54, 244–249 (1985). <https://doi.org/10.1007/BF00426140>

- MARÍN-PAGÁN, C. *et al.* **Acute physiological responses to high-intensity resistance circuit training vs. traditional strength training in soccer players.** *Biology*, v. 9, n. 11, p. 383, 2020.
- MARX, J.O. *et al.* **Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women.** *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Apr;33(4):635-43. doi: 10.1097/00005768-200104000-00019.
- MAZIĆ, S. *et al.* **Body composition assessment in athletes: a systematic review.** *Medicinski pregljed*, v. 67, n. 7-8, p. 255-260, 2014.
- MESSINA, C. *et al.* **Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: From basics to new tools.** *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, v. 10, n. 8, p. 1687-1698, 2020.
- MOGHADASI, M.; SIAVASHPOUR, S. **The effect of 12 weeks of resistance training on hormones of bone formation in young sedentary women.** *Eur J Appl Physiol*, v. 113, n. 1, p. 25-32, 2013.
- NANA, A. *et al.* **Methodology review: Using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, v. 24, n. 2, p. 198-215, 2014.
- POSNAKIDIS, G. *et al.* **High-intensity functional training improves cardiorespiratory fitness and neuromuscular performance without inflammation or muscle damage.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 36, n. 3, p. 615-623, 2022.
- RAMOS-CAMPO, D.J. *et al.* **Effects of resistance circuit-based training on body composition, strength and cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis.** *Biology*, v. 10, n. 5, p. 377, 2021.
- RIEBE, D. *et al.* **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** 10. ed. Philadelphia, PA, 2019.
- RODRIGUES, L.P. *et al.* **Food Insecurity in Urban and Rural Areas in Central Brazil: Transition from Locally Produced Foods to Processed Items.** *Ecol Food Nutr*, v. 55, n. 4, p. 365-77, 2016.
- SAWILOWSKY, S.S. **New Effect Size Rules of Thumb.** *Journal of Modern Applied Statistical Methods*. v. 8, n. 2, p. 597–599, 2009.
- SEVERINSEN, M. C. K.; PEDERSEN, B. K. **Muscle-Organ Crosstalk: The Emerging Roles of Myokines.** *Endocrine Reviews*, v. 42, n. 1, p. 97–99, 2021.
- SHEPHERD, J.A. *et al.* **Body composition by DXA.** *Bone*, v. 104, n. 2016, p. 101-105, 2017.

SOKOLOSKI, M.L. *et al.* **Changes in Health and Physical Fitness Parameters After Six Months of Group Exercise Training in Firefighters.** *Sports (Basel)*. 2020 Oct. 8(11):143.

SPIERING, B.A. *et al.* **Maximizing Strength: The Stimuli and Mediators of Strength Gains and Their Application to Training and Rehabilitation.** *Journal of Strength and Conditioning Research*. 37(4):919-929, April 2023.

STRAUDI, S. *et al.* **Combining a supervised and home-based tascfk-oriented circuit training improves walking endurance in patients with multiple sclerosis.** The MS_TOCT randomized-controlled trial. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, v. 60, p. 103721, 2022.

STRELNIKOWA, I.; POLEVOY, G.G. **The influence of circuit training on the development of strength and speed-power abilities in basketball players of 18-19 years old.** *Physical Education of Students*. 2019. 23(2):89-92.

STRICKER, P.R.; FAIGENBAUM, A.D.; MCCAMBRIDGE, T.M. **Council on sports medicine and fitness. Resistance Training for Children and Adolescents.** *Pediatrics*. 2020 Jun;145(6).

SUCHOMEL, T.J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M.H. **The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance.** *Sports Medicine*, v. 46, n. 10, p. 1419-1449, 2016.

TAKAHATA, Y. **Usefulness of circuit training at home for improving bone mass and muscle mass while losing fat mass in undergraduate female students.** *Lipids Health Dis*. 2018; 17: 104. doi: 10.1186/s12944-018-0743-3.

THE JAMOVI PROJECT (2023). **Jamovi**. Disponível em; <https://www.jamovi.org> (version 2.4). Acesso em: 20 nov 2023.

WESTCOTT, W.L. **Resistance training is medicine: Effects of strength training on health.** *Current Sports Medicine Reports*, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.

WILLIAMS, J.R. **The Declaration of Helsinki and public health, Bull World Health Organ.** 86 (2008) 650–652. <https://doi.org/10.2471/BLT.08.050955>.

APÊNDICES**APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
DIRETORIA DE PESQUISA E ESTUDOS DE PESSOAL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O Sr. está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa “**Os efeitos do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência muscular de militares do Exército Brasileiro**”. Nesta pesquisa pretende-se estudar as alterações da composição corporal, de força e de resistência muscular em militares ao realizar um treinamento de 12 semanas na pista de treinamento em circuito (PTC), prevista como método de treinamento da aptidão muscular, do novo Manual de Treinamento Físico Militar do Exército Brasileiro.

Objetivos: Analisar os efeitos de 12 semanas de treinamento em circuito, utilizando a massa magra (músculo), a massa gorda (gordura), o tecido adiposo visceral (gordura interna) e o peso do corpo total para a análise da composição corporal; os testes de uma repetição máxima no supino e no agachamento, para a análise da força de pernas e braços; o teste de tração manual, para a análise de força de pernas; e os testes de abdominais supra, de flexão de braços e na barra fixa, para verificar a resistência muscular (sua capacidade de fazer esforço físico específico de forma prolongada).

Procedimentos da pesquisa: Você faz parte do universo de militares aptos a participar da referida pesquisa por ser soldado incorporado ao Exército em 2022. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará qualquer prejuízo.

Para esta pesquisa você será avaliado em três fases. A primeira fase será realizada em dois dias, no Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) e na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx). No primeiro dia você assistirá a uma palestra sobre a importância da pesquisa, receberá explicações sobre todos os procedimentos, responderá ao questionário de prontidão para atividade física (PARq) e preencherá este documento (TCLE). Além disso, realizará uma avaliação da composição corporal por meio de um escaneamento do corpo inteiro (o voluntário ficará deitado na maca do aparelho e um escâner passará por cima de seu corpo fazendo uma filmagem interna dos ossos, músculos e gordura). O nome do aparelho é DXA (*dual X-ray absorptiometry*) e encontra-se no IPCFEx. Após essa avaliação, você realizará o teste de uma repetição máxima (1 RM) no aparelho de musculação supino e de agachamento, na EsEFEx. O teste de 1 RM é executado em um aparelho em que o voluntário tentará levantar em apenas uma repetição o maior peso que conseguir. O teste de supino é realizado deitado no banco do aparelho, usando a força dos braços e o teste de agachamento é realizado de pé, usando a força das pernas.

Ass:

Por fim, no segundo dia, serão realizados três testes de resistência muscular localizada (flexão de braços, abdominal supra e flexão na barra fixa), na academia da EsEFEx, com mais de uma hora de descanso entre cada teste.

Na semana seguinte, após os testes, você participará de um treinamento na pista de treinamento em circuito (PTC) da EsEFEx, com três sessões de treino semanais, por 12 semanas consecutivas.

A terceira fase será após as 12 semanas de treinamento na PTC, onde serão repetidos as mesmas avaliações e os mesmos testes físicos, em dois dias seguidos, na mesma sequência da primeira fase.

Desconforto e possíveis riscos associados à saúde: Os riscos associados às avaliações e à realização do treinamento podem incluir dor muscular decorrente dos testes e do acúmulo de treinamento, particularmente durante a reavaliação e sobrecarga. Porém, no caso de ocorrer algum tipo de desconforto durante o estudo, será realizado um imediato atendimento, sem nenhum tipo de ônus material ou pessoal aos envolvidos na pesquisa. Ao sinal de qualquer desconforto durante o treinamento o voluntário informará e imediatamente terá apoio dos pesquisadores para avaliar as possíveis causas, tomando medidas para imediata solução do problema relatado. Toda as avaliações e a intervenção seguirão as recomendações e normas de saúde. Em todo período de testes e durante as 12 semanas de intervenção haverá apoio médico. A avaliação utilizada de composição corporal é não invasiva e a coleta de dados será realizada individualmente, por um profissional especializado. O local e equipamentos serão higienizados e desinfetados em cada avaliação a fim de minimizar os potenciais riscos à saúde e a integridade dos participantes da pesquisa.

Benefícios da pesquisa: Você e futuros participantes poderão se beneficiar com os resultados desse estudo. Você será beneficiado diretamente com um *feedback* da avaliação e dos resultados individuais, onde espera-se nortear de maneira correta os treinamentos para ganho de condicionamento físico futuros. Além disso, espera-se que o produto dessa pesquisa venha a contribuir com a tomada de decisões estratégicas, operacionais e administrativa do Exército Brasileiro e possa ser divulgado com finalidades acadêmicas e científicas.

Esclarecimentos e direitos: Para participar deste estudo o Sr (a) não terá custo algum, nem receberá qualquer vantagem financeira, porém será ressarcido diante de possíveis despesas e eventuais danos provocados pela pesquisa. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar, em qualquer fase da pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O Sr (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar do presente estudo. Sua identidade será mantida em sigilo e apenas pesquisadores do estudo poderão ter acesso aos dados. Os dados poderão ainda ser consultados pelo Comitê de Ética e caso essa consulta ocorra, será sob supervisão do pesquisador principal. Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao senhor (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e a

Ass:

Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Caso você tenha alguma reclamação ou queira denunciar qualquer abuso ou improbidade desta pesquisa, denuncie ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEX). Você pode fazê-lo pelo telefone, no número (21) 2586 2297, por e-mail (cep@ccfex.eb.mil.br) ou ir ao local, localizado à Av. João Luiz Alves, s/nº, sala do CEP-CCFEX no prédio da EsEFEx, Urca. Os horários de funcionamento do CEP-CCFEX são: 2ª e 4ª feira, das 9h às 12h.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____,
portador da carteira de identidade nº _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “Os efeitos **do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência muscular de militares do Exército Brasileiro**” e por me considerar devidamente informado (a) e esclarecido (a) sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expressei meu consentimento para inclusão, como sujeito da pesquisa.

_____/_____/_____
Assinatura do Participante

_____/_____/_____
Data

_____/_____/_____
Assinatura do Pesquisador Responsável

_____/_____/_____
Data

Contatos dos pesquisadores responsáveis:

Prof. Gelson Luiz Pierre Junior, Escola de Educação Física do Exército, Av. João Luiz Alves, S/N – Urca – Rio de Janeiro, RJ, e-mail: pierrepqdt@yahoo.com.br; telefone: 21 98281-6157.

Profa. Dra. Danielli Braga de Mello, Escola de Educação Física do Exército, Av. João Luiz Alves, S/N – Urca – Rio de Janeiro, RJ, e-mail: danielli.mello@gmail.com; telefone: 21 2586-2249.

Profa. Dra. Fabrícia Geralda Ferreira, Escola Preparatória de Cadetes do Ar, Rua Santos Dumont, 149 – Barbacena, MG, e-mail: fafege@yahoo.com.br; telefone: 32 9141-4252.

APÊNDICE B – Questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q)

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado e incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia. O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
		1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
		2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?
		3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?
		4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?
		5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
		6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
		7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR-Q” e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.


Nome completo:

Idade:

Data:

Assinatura:

ANEXOS**ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa**

 Comitê de Ética em Pesquisa CCFEx	CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO / CCFEX	 Plataforma Brasil
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa: Efeitos do treinamento em circuito sobre a composição corporal, força e resistência muscular de militares do Exército Brasileiro.		
Pesquisador: GELSON LUIZ PIERRE JUNIOR		
Área Temática:		
Versão: 2		
CAAE: 61847722.6.0000.9433		
Instituição Proponente: Escola de Educação Física do Exército		
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio		
DADOS DO PARECER		
Número do Parecer: 5.721.403		
Situação do Parecer: Aprovado		
Necessita Apreciação da CONEP: Não		
Endereço: Av João Luiz Alves s/nº - Urca, Fortaleza de São João , Escola de Educação Física do Exército , Complexo Bairro: URCA CEP: 22.291-090 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO Telefone: (21)2586-2297 E-mail: cep@ccfex.eb.mil.br		

Fonte: o autor

ANEXO B – Controle individual do volume de treinamento na PTC, por semana

AMOSTRA	SMN 1 (26 a 30 Set)			SMN 2 (3 a 7 Out)			SMN 3 (10 a 14 Out)			SMN 4 (17 a 21 Out)			SMN 5 (24 a 28 Out)			SMN 6 (31 Out a 4 Nov)			SMN 7 (7 Nov a 11 Nov)			SMN 8 (14 Nov a 18 Nov)			SMN 9 (21 Nov a 25 Nov)			SMN 10 (28 Nov a 2 Dez)			SMN 11 (5 a 9 Dez)			SMN 12 (12 a 16 Dez)			TOTAL	
1	29/set	30/set	-	03/out	04/out	05/out	11/out	13/out	14/out	17/out	19/out	20/out	24/out	28/out	-	01/nov	02/nov	04/nov	10/nov	11/nov	-	16/nov	17/nov	17/nov	21/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	-	06/dez	07/dez	08/dez	-	13/dez	14/dez	30	
2	29/set	30/set	-	03/out	04/out	05/out	13/out	-	-	18/out	20/out	-	24/out	25/out	-	01/nov	02/nov	-	09/nov	10/nov	11/nov	14/nov	16/nov	17/nov	21/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	05/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	30	
3	27/set	28/set	-	03/out	07/out	07/out	10/out	11/out	14/out	21/out	-	-	24/out	25/out	26/out	03/nov	04/nov	04/nov	07/nov	08/nov	-	16/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	30/nov	01/dez	-	06/dez	07/dez	08/dez	12/dez	13/dez	14/dez	30	
4	27/set	28/set	29/set	03/out	06/out	-	11/out	14/out	-	17/out	20/out	-	24/out	25/out	26/out	01/nov	02/nov	-	09/nov	10/nov	11/nov	17/nov	18/nov	-	21/nov	23/nov	-	30/nov	01/dez	02/dez	06/dez	07/dez	09/dez	12/dez	13/dez	14/dez	30	
5	29/set	30/set	-	05/out	06/out	-	17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	-	25/out	27/out	28/out	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	08/nov	10/nov	14/nov	16/nov	18/nov	23/nov	25/nov	-	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	06/dez	07/dez	12/dez	13/dez	14/dez	32	
6	26/set	27/set	29/set	03/out	05/out	06/out	11/out	13/out	14/out	17/out	19/out	20/out	24/out	25/out	28/out	31/out	01/nov	03/nov	09/nov	10/nov	11/nov	16/nov	16/nov	17/nov	21/nov	23/nov	-	01/dez	02/dez	-	06/dez	07/dez	09/dez	12/dez	15/dez	16/dez	34	
7	26/set	28/set	30/set	05/out	06/out	-	11/out	14/out	-	19/out	20/out	27/out	26/out	27/out	28/out	31/out	01/nov	03/nov	08/nov	09/nov	-	16/nov	17/nov	-	21/nov	24/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	06/dez	09/dez	16/dez	-	-	30
8	29/set	30/set	-	03/out	05/out	06/out	10/out	14/out	-	19/out	20/out	-	24/out	27/out	-	01/nov	03/nov	-	08/nov	10/nov	11/nov	17/nov	18/nov	-	22/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	05/dez	08/dez	09/dez	12/dez	15/dez	16/dez	30	
9	29/set	30/set	-	04/out	05/out	-	10/out	13/out	14/out	18/out	19/out	20/out	25/out	26/out	-	31/out	01/nov	-	07/nov	09/nov	10/nov	14/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	02/dez	06/dez	07/dez	09/dez	13/dez	15/dez	16/dez	31	
10	27/set	30/set	03/out	04/out	05/out	10/out	11/out	14/out	-	20/out	21/out	-	25/out	26/out	27/out	01/nov	03/nov	04/nov	08/nov	10/nov	11/nov	14/nov	16/nov	17/nov	22/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	02/dez	06/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	14/dez	33	
11	27/set	28/set	29/set	03/out	07/out	-	13/out	14/out	-	19/out	20/out	-	24/out	25/out	28/out	01/nov	02/nov	-	07/nov	08/nov	-	15/nov	16/nov	-	21/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	02/dez	05/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	30	
12	29/set	30/set	-	03/out	06/out	-	10/out	11/out	14/out	18/out	19/out	-	24/out	27/out	-	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	08/nov	-	14/nov	16/nov	18/nov	21/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	-	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	14/dez	30
13	26/set	27/set	28/set	03/out	04/out	07/out	13/out	14/out	-	18/out	20/out	-	25/out	27/out	-	01/nov	03/nov	04/nov	08/nov	11/nov	-	14/nov	16/nov	17/nov	21/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	02/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	14/dez	31	
14	26/set	27/set	29/set	03/out	04/out	06/out	10/out	11/out	14/out	18/out	19/out	20/out	25/out	27/out	28/out	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	09/nov	10/nov	11/nov	14/nov	16/nov	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	30/nov	05/dez	08/dez	09/dez	14/dez	15/dez	16/dez	36	
15	28/set	29/set	-	03/out	05/out	07/out	10/out	11/out	14/out	18/out	19/out	20/out	26/out	27/out	-	03/nov	04/nov	-	07/nov	11/nov	-	14/nov	18/nov	-	22/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	01/dez	05/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	16/dez	30	
16	28/set	29/set	30/set	04/out	07/out	-	10/out	11/out	13/out	18/out	19/out	20/out	24/out	27/out	28/out	01/nov	04/nov	-	07/nov	08/nov	-	16/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	02/dez	05/dez	08/dez	-	14/dez	15/dez	16/dez	31	
17	27/set	28/set	29/set	03/out	05/out	06/out	10/out	11/out	14/out	18/out	19/out	20/out	24/out	25/out	28/out	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	08/nov	09/nov	14/nov	15/nov	16/nov	21/nov	22/nov	29/nov	30/nov	01/dez	02/dez	06/dez	07/dez	-	14/dez	15/dez	16/dez	35	
18	27/set	28/set	30/set	05/out	06/out	07/out	11/out	14/out	-	18/out	19/out	20/out	26/out	27/out	-	31/out	04/nov	-	08/nov	09/nov	-	16/nov	17/nov	18/nov	22/nov	25/nov	25/nov	29/nov	30/nov	02/dez	06/dez	07/dez	-	12/dez	15/dez	16/dez	31	
19	27/set	28/set	-	07/out	-	-	11/out	14/out	-	18/out	19/out	20/out	26/out	27/out	-	01/nov	03/nov	04/nov	07/nov	08/nov	-	17/nov	18/nov	19/nov	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	02/dez	05/dez	06/dez	07/dez	13/dez	14/dez	16/dez	30	
20	29/set	30/set	-	04/out	05/out	-	10/out	12/out	13/out	18/out	19/out	20/out	24/out	25/out	-	01/nov	03/nov	-	09/nov	10/nov	11/nov	16/nov	17/nov	18/nov	22/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	06/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	32	
21	27/set	28/set	29/set	04/out	05/out	06/out	13/out	14/out	-	20/out	21/out	-	26/out	27/out	28/out	01/nov	04/nov	-	09/nov	10/nov	11/nov	16/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	01/dez	02/dez	-	05/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	15/dez	31	
22	29/set	30/set	-	03/out	04/out	07/out	11/out	12/out	-	19/out	20/out	-	24/out	25/out	28/out	31/out	01/nov	04/nov	07/nov	08/nov	09/nov	14/nov	15/nov	-	23/nov	24/nov	25/nov	29/nov	30/nov	01/dez	07/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	32	
23	26/set	27/set	29/set	03/out	04/out	-	13/out	14/out	-	19/out	20/out	-	24/out	25/out	28/out	28/out	29/out	01/nov	08/nov	09/nov	-	16/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	31
24	29/set	30/set	-	03/out	05/out	06/out	10/out	13/out	-	19/out	20/out	-	24/out	25/out	26/out	01/nov	04/nov	-	08/nov	09/nov	10/nov	16/nov	17/nov	18/nov	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	02/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	14/dez	32	
25	27/set	28/set	29/set	03/out	05/out	06/out	10/out	14/out	-	17/out	18/out	20/out	24/out	25/out	26/out	03/nov	04/nov	-	07/nov	09/nov	-	14/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	-	29/nov	30/nov	02/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	15/dez	31	
26	27/set	28/set	30/set	04/out	05/out	-	13/out	14/out	-	17/out	18/out	20/out	24/out	26/out	28/out	01/nov	03/nov	-	07/nov	09/nov	11/nov	14/nov	16/nov	17/nov	21/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	01/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	15/dez	32	
27	27/set	28/set	29/set	03/out	05/out	06/out	10/out	11/out	14/out	18/out	19/out	20/out	25/out	26/out	27/out	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	09/nov	-	14/nov	16/nov	17/nov	22/nov	23/nov	-	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	08/dez	-	12/dez	-	-	31	
28	29/set	30/set	-	04/out	06/out	07/out	13/out	14/out	-	19/out	20/out	-	26/out	27/out	28/out	31/out	03/nov	04/nov	07/nov	08/nov	-	17/nov	18/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	08/dez	-	12/dez	13/dez	14/dez	30	
29	28/set	29/set	30/set	03/out	04/out	07/out	13/out	14/out	-	18/out	19/out	20/out	25/out	26/out	-	03/nov	04/nov	-	08/nov	10/nov	11/nov	14/nov	15/nov	17/nov	22/nov	25/nov	-	29/nov	30/nov	-	05/dez	08/dez	09/dez	14/dez	15/dez	-	30	
30	29/set	30/set	-	05/out	06/out	07/out	13/out	14/out	-	20/out	21/out	-	25/out	26/out	27/out	07/nov	08/nov	-	07/nov	08/nov	09/nov	17/nov	18/nov	-	22/nov	23/nov	25/nov	29/nov	30/nov	02/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	16/dez	31	
31	26/set	27/set	29/set	03/out	04/out	05/out	11/out	13/out	14/out	17/out	20/out	21/out	24/out	27/out	28/out	31/out	01/nov	-	08/nov	11/nov	-	14/nov	18/nov	-	21/nov	23/nov	25/nov	30/nov	01/dez	-	08/dez	09/dez	-	12/dez	13/dez	-	30	
32	27/set	29/set	30/set	03/out	04/out	05/out	11/out	-	-	18/out	19/out	20/out	25/out	26/out	-	01/nov	02/nov	-	09/nov	10/nov	11/nov	15/nov	16/nov	17/nov	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	01/dez	05/dez	08/dez	09/dez	13/dez	14/dez	16/dez	32	
33	26/set	27/set	29/set	03/out	06/out	-	10/out	11/out	-	18/out	20/out	21/out	27/out	28/out	-	31/out	03/nov	04/nov	08/nov	10/nov	11/nov	14/nov	16/nov	18/nov	23/nov	25/nov	-	30/nov	01/dez	02/dez	05/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	16/dez	32	
34	28/set	03/out	-	05/out	06/out	07/out	10/out	11/out	14/out	18/out	20/out	-	25/out	27/out	-	03/nov	04/nov	-	07/nov	08/nov	11/nov	16/nov	17/nov	-	21/nov	22/nov	23/nov	29/nov	30/nov	01/dez	07/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	16/dez	31	
35	29/set	30/set	-	05/out	06/out	07/out	10/out	11/out	14/out	17/out	18/out	20/out	24/out	27/out	28/out	31/out	01/nov	04/nov	09/nov	10/nov	11/nov	16/nov	18/nov	-	23/nov	25/nov	-	30/nov	01/dez	02/dez	07/dez	09/dez	-	14/dez	15/dez	-	31	
36	26/set	27/set	29/set	05/out	06/out	07/out	10/out	11/out	-	18/out	20/out	-	25/out	27/out	-	31/out	01/nov	04/nov	07/nov	08/nov	11/nov	14/nov	16/nov	18/nov	21/nov	25/nov	-	29/nov	01/dez	02/dez	05/dez	08/dez	09/dez	12/dez	13/dez	15/dez	32	

Fonte: o autor

Legenda: SMN = semana; Set = setembro; Out = outubro; Nov = novembro; Dez = dezembro; Total = número total de sessões de treinamento por indivíduo durante as 12 semanas.

ANEXO C – Controle de carga inicial e sobrecarga de treinamento na PTC, por semana

Sujeito	Estação 2 (escada com barra)		Estação 4 (remada vertical)		Estação 5 (agachamento sumô)		Estação 6 (desenvolvimento com barra)		Estação 7 (agachamento com barra)		Estação 9 (supino)	
	branco: 20kg		branco: 10kg		branco: 20kg		branco: 15kg		branco: 20kg		branco: 25kg	
	verde: 25kg		verde: 15kg		verde: 25kg		verde: 20kg		verde: 25kg		verde: 30kg	
	amarelo: 35kg		amarelo: 20kg		amarelo: 35kg		amarelo: 30kg		amarelo: 35kg		amarelo: 30kg	
	vermelho: 40kg		vermelho: 25kg		vermelho: 40kg		vermelho: 35kg		vermelho: 40kg		vermelho: 35kg	
	preto: 45kg		preto: 30kg		preto: 45kg		preto: 40kg		preto: 45kg		preto: 40kg	
	SEMANA 1	SEMANA 6	SEMANA 1	SEMANA 6	SEMANA 1	SEMANA 6	SEMANA 1	SEMANA 6	SEMANA 1	SEMANA 6	SEMANA 1	SEMANA 6
1	40	40	25	25	40	40	35	35	35	40	30	35
2	40	40	25	25	45	45	35	40	40	45	30	35
3	35	40	20	20	35	35	20	30	25	35	25	25
4	45	45	30	30	45	45	40	40	45	45	40	40
5	45	45	25	30	40	40	35	40	40	45	35	40
6	40	45	20	20	40	40	30	35	40	40	25	35
7	40	45	25	25	40	45	35	40	40	45	35	40
8	45	45	25	25	40	40	35	35	40	40	30	35
9	40	45	25	25	35	40	30	35	35	40	30	35
10	40	45	25	25	35	40	35	35	35	40	30	35
11	40	45	45	45	45	45	40	40	45	45	35	40
12	40	45	20	25	45	45	35	40	45	45	30	30
13	45	45	25	25	45	45	35	40	45	45	30	30
14	45	45	25	25	45	45	35	40	45	45	30	40
15	45	45	20	20	45	45	30	40	45	45	25	30
16	35	40	20	20	35	40	30	35	35	40	25	35
17	40	45	25	25	35	40	35	35	40	40	30	35
18	40	45	30	30	35	40	30	35	35	40	25	35
19	45	45	30	30	45	45	40	40	45	45	40	40
20	45	45	25	25	45	45	35	40	45	45	30	40
21	45	45	30	30	45	45	40	40	45	45	30	40
22	40	40	20	20	35	35	20	30	35	35	25	30
23	40	45	20	25	40	40	30	35	40	40	30	35
24	45	45	25	25	35	40	35	35	40	40	30	35
25	40	40	20	20	35	35	30	35	40	40	30	35
26	45	45	30	30	45	45	40	40	45	45	35	40
27	45	45	25	25	45	45	35	40	40	45	30	40
28	40	40	25	25	40	40	35	35	40	40	35	35
29	45	45	25	25	45	45	35	40	45	45	35	40
30	40	45	25	25	40	45	40	40	40	45	35	40
31	45	45	25	25	40	45	35	40	40	45	35	40
32	40	40	25	25	40	40	35	35	40	40	35	35
33	40	45	25	25	45	45	40	40	45	45	35	40
34	45	45	30	30	45	45	35	40	45	45	30	40
35	45	45	30	30	45	45	35	40	45	45	35	40
36	45	45	25	30	45	45	35	40	45	45	35	40

Fonte: o autor

Legenda: Semana 1 = carga estabelecida para o sujeito, após o teste inicial de 10 repetições máximas; Semana 6 = carga estabelecida para o sujeito, após o reteste de 10 repetições máximas.

ANEXO D – Artigo original submetido à *Military Medicine Review*
(em processo de revisão)

Abstract: 236

Words: 3538

Tables: 4

Supplemental Tables: 4

Figures: 0

Supplemental Figures: 0

References: 43

Pages: 26

Contact: GELSON LUIZ PIERRE JUNIOR

Email: pierrepqdt@yahoo.com.br

**Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and
Endurance: A Systematic Review**
Short Title: Chronic Effects of Circuit Training

Major Gelson Luiz Pierre Junior, BSc^{1,2}

Danielli Braga de Mello, PhD^{1,2}

Lt Col Samir Ezequiel da Rosa, PhD³

Cpt Marcos Loyola, BsC¹

Col Eduardo Borba Neves, PhD⁴

Fabrcia Geralda Ferreira, PhD^{2,5}

Affiliations:

¹ Army Physical Education School College (EsEFEx, Brazilian Army, Brazil)

² Air Force University (UNIFA, Air Force, Brazil)

³ Army Physical Training Center (CCFEx, Brazilian Army, Brazil)

⁴ Federal Technological University of Paraná (UTFPR, Brazil).

⁵ Air Force Cadet School (EPCAR, Air Force, Brazil)

Keywords: physical fitness; circuit exercise; health.

Declarations: none

Acknowledgments: The authors wish to express their gratitude for the support and contributions of their fellow colleagues in the Army.

Prior Presentation: Preliminary results was presented at the International Symposium on Physical Education, which was held in Rio de Janeiro City, in November 2022.

Funding Sources: none

Institutional Review Board: PROSPERO CRD42022336243

Institutional Animal Care and Use Committee: Not applicable.

Clinical Trial Registration: None.

Competing Interests: There is no conflict of interest.

Individual Author Contribution Statement: GLPJ, DBM and ML collected and analyzed the data and drafted the original manuscript. SER, EBN and FGF designed this research, reviewed and edited the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Data Availability Statement: Data that support the findings of this study can be obtained upon request from the corresponding author.

Disclaimer: Opinion expressed in this content are those of the authors and do not represent the official policy or stance of the Brazilian Army.

Institutional Clearance: does not apply.

Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review

Abstract

Introduction: Over the past decade, circuit training (CT) has emerged as a prominent exercise regimen both in Brazil and around the world, particularly in athletes and tactical athletes. This training approach integrates resistance, strength, and aerobic exercises, sequenced in predetermined orders, and variations in terms of targeted muscle groups, resistance levels (load), rest intervals, execution durations, and training goals.

Objective: The aim of this study was to investigate the effects of CT practice on body composition, strength, and endurance in healthy adults.

Methods: Following the PRISMA 2020 guidelines, a systematic review was conducted and registered under PROSPERO CRD42022336243. The search encompassed MEDLINE, Web of Science, SCOPUS, and Cochrane databases, with no language and date restrictions. The search terms "circuit training," "body composition," "strength," and "endurance," along with their equivalents from the Health Sciences Descriptors (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH), were employed.

Results: Out of the initial amount of 1690 studies, 21 met the inclusion criteria. Among these, nine studies exhibited consistent enhancements in strength, while five displayed improvements in endurance. Additionally, nine studies reported favorable alterations in body composition. It was also observed a notable diversity in study protocols and participant characteristics, reflecting substantial heterogeneity.

Conclusions: CT proves to be a valuable approach for enhancing body composition, strength, and endurance. This is particularly evident during training regimens

exceeding 30 sessions, where intensity is based on repetitions within a set timeframe and on one-repetition maximum test.

Keywords: physical fitness; circuit exercise; health.

INTRODUCTION

Circuit training (CT) is one of the training methods that has gained the most popularity in Brazil and around the world in the last 10 years (1). This type of training is based on the use of resistance, strength, and aerobic exercises (2), performed in a predetermined sequence, varying the muscle group, load, type of rest, execution time, and main goal (3,4).

Over the years, CT has been utilized as a training method for patient recovery (5) and sports performance (6), sparking the interest of researchers to extend its benefits to other audiences (7,8). Patients with degenerative diseases, metabolic disorders, or undergoing recovery necessitate an effective, dynamic, and secure training regimen (9,10).

Beyond that, when developing training programs to tactical athlete, based on specific skills, coaches typically use three basic principles of physical training: progression and overload to periodize the training cycles, and specificity with types of programs, such as CT (11).

Furthermore, on the fitness spectrum and sports performance, along with the integration of new technologies, training programs have become shorter, more dynamic, and focused on the essential motor gestures of the sport (12). High performance has been linked to the quality of training, which directly correlates with the specificity of training (6). Team sports seek superiority through tactical innovations, however, increasingly, varied runs with high intensity and displays of strength and

power are crucial (13). Some sports modalities have sought CT to train skills, reinforce collective awareness, and develop specific physical attributes (12).

In 2021, a systematic review with meta-analysis highlighted the benefits of CT in reducing body fatness, gaining muscle mass, improving strength, and enhancing cardiorespiratory fitness (14). However, the authors identified certain limitations, including the number of studies included with durations longer than 12 weeks.

A training method that combines concurrent workout, optimizes time, and provides high-quality development of essential physical attributes for diverse audiences warrants further study and exploration. Much that remains unknown about the optimal load, exercise sequence, type of recovery between sets for different target audience, and intended goal.

Therefore, this study aimed to investigate the effects of circuit training practice on body composition, strength, and endurance in healthy adults.

METHODS

Protocol and Registration

The methodological process was based on the recommendations formulated in the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) and registered in the International Prospective Register of Systematic Review (PROSPERO), with the number CRD42022336243.

Eligibility Criteria

It was included studies that met the following criteria: a) physically active, aged between 18 and 65 and of both sexes; b) more than 10 weeks duration and a minimum of 30 training sessions; c) present as an outcome effect on body composition, strength,

or endurance; d) experimental or quasi-experimental studies. Studies that had subjects with a history of diseases, systematic reviews and meta-analyses were excluded.

Search Strategy

A literature search was carried out in June 2022, without a language filter and date, in the databases of the National Library of Medicine (MEDLINE), Web of Science, SciVerse Scopus, and Cochrane Library.

The descriptors were used “Circuit Training”, and their synonyms. The search phrase used Boolean “AND” between the descriptors and “OR” among the synonyms: ("Circuit-based Exercises" or "Circuit Training" or "Circuit-based Training" or "Strength Circuit Training" or "Resistance Circuit Training" or "Circuit Weight Training") and ("Body Composition" or "Strength" or "Resistance" or “Endurance”).

Equations were set up by the variable group, making up three equations, one for each dependent variable, as shown in Table S1.

Two independent evaluators carried out the selection of studies. A third researcher resolved the disagreements found by the evaluators.

Data Collection Process

The following data were extracted from the studies: age; level of training; weekly frequency, intensity, and duration of the intervention; circuit characteristic; rest time between exercises, and results found.

Methodological Quality

The methodological quality of the included studies was assessed using “tool for the assessment of study quality and reporting in exercise” (TESTEX) (16). Based on the score received, studies were classified as: “excellent quality” (12–15 points), “good quality” (9–11 points), “regular quality” (6–8 points), or “bad quality” (<6 points).

Two researchers independently performed the quality assessment. Any differences observed were resolved by consensus.

Risk of Bias

The risk of bias of the studies included in this review was assessed using the Cochrane tool (Risk of Bias Assessment Tool for Non-Randomized Studies of Interventions – ACROBAT-NRSI) (17). This tool analyzes seven domains: 1) Confusion bias; 2) Bias in the selection of study participants; 3) Bias in the measurement of interventions; 4) Bias due to deviations from intended interventions; 5) Bias due to lack of data; 6) Bias in the measurement of results; 7) Bias in the selection of the reported result. For each domain, studies were classified as not reporting, low, moderate, severe, or critical risk of bias. For a study to be classified as “low risk”, it should have low risk in all domains. For a study to be classified as “critical risk”, it was enough to have been classified as critical risk in at least one of the seven domains of the tool.

Two researchers independently performed the risk of bias assessment. Any observed differences were resolved by consensus.

RESULTS

A total of 1,690 articles were identified. All were processed and analyzed by the program Rayyan (15). After using the eligibility criteria, 21 studies were identified, as shown in Table S2.

Based on the final assessment of methodological quality (16), one article received an excellent classification, 12 articles were considered of good quality, six articles of fair quality and only two articles of poor quality, as shown in Table S3.

Based on the final risk of bias (17), one article was classified as low risk, 14 articles were classified as moderate risk, and six articles were classified as severe risk, as shown in Table S4.

The sample characteristics, study protocols, and pre- and post-intervention evaluations were summarized in Table 1. The 21 included studies had a total of 512 subjects, 220 men and 168 women.

Table 1: Characteristics of the training intervention of studies included.

STUDY	SAMPLE	FIT	REST	EVALUATION	RESULT
Allen et al. ¹⁸	N = 66 A = 18.2 TL = NR	F = 3 I = 75% 1RM T = 12	CR = passive RT = 60sec	BC = NR MS = 1RM E = NR	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Messier et al. ¹⁹	N = 36(W); A = 35.7 N = 41(M); A = 36.1 TL = trained	F = 3 I = 40% 1RM T = 12	CR = passive RT = 15sec	BC = skin fold MS = 1RM E = NR	BC = weight maintenance and reduction of the trifold measurement MS = NR E = NR
Marcinik et al. ²⁰	N = 22(W) A = 28.2 TL = untrained	F = 3 I = 60% 1RM T = 10	CR = passive RT = 15sec	BC = NR MS = 1RM E = maximum repetition	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = improvement of muscle endurance (UL and LL)
Marcinik et al. ²¹	N = 16(M) A = 32.1 TL = trained	F = 3 I = 40% 1RM T = 10	CR = passive RT = 15sec	BC = NR MS = 1RM E = maximum repetition	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = improvement of muscle endurance (UL and LL)
Marcinik et al. ²¹	N = 8(M) A = 28.2 TL = untrained	F = 3 I = NR T = 10	CR = passive RT = 45sec RT = 25-28sec	BC = NR MS = 1RM E = maximum repetition	BC = NR MS = strength worsens (UL and LL) E = improvement of muscle endurance (UL and LL)

Legend: N=number of participants; A=age; TL=training level; M=man; W=woman; FIT=frequency, intensity and time; F=weekly frequency; I=intensity; T=duration of intervention in weeks; NE=number of exercises; UL=upper limbs; LL=lower limbs; EE=execution of exercises; CR=characteristic of rest; RT=recovery time; BC=body composition; MS=muscle strength; E=endurance; NR=not reported

Table 1: Characteristics of the training intervention of studies included (Cont.)

STUDY	SAMPLE	FIT	REST	EVALUATION	RESULT
Stanforth et al. ²²	N = 15 A = 30.6 TL = untrained	F = 3 I = 8-12 repetition T = 12	CR = passive RT = 45sec	BC = hydrostatic weighing MS = 1RM E = NR	BC = fat mass reduction and lean mass increase MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Stanforth et al. ²²	N = 16 A = 30.6 TL = untrained	F = 3 I = 8-12 repetition T = 12	CR = passive RT = 25-28sec	BC = hydrostatic weighing MS = 1RM E = NR	BC = fat mass reduction and lean mass increase MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Kaikkonen et al. ²³	N = 27 A = 42.5 ± 7 TL = untrained	F = 3 I = 70-80% HR T = 12	CR = passive RT = 20sec	BC = NR MS = NR E = maximum repetition	BC = NR MS = NR E = improvement of muscle endurance (UL and LL)
Harber et al. ²⁴	N = 8(M) A = 23.6 ± 1.8 TL = untrained	F = 3 I = 40-60% 1RM T = 10	CR = passive RT = 20-30sec	BC = hydrostatic weighing MS = 1RM E = NR	BC = reduction in total mass and body fatness MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Ahmadizad et al. ²⁵	N = 8(M) A = 40.9 ± 3.2 TL = untrained	F = 3 I = 50-60% 1RM T = 12	CR = passive RT = 30sec	BC = bioimpedance MS = 1RM E = NR	BC = reduction in total mass and body fatness MS = NR E = NR

Legend: N=number of participants; A=age; TL=training level; M=man; W=woman; FIT=frequency, intensity and time; F=weekly frequency; I=intensity; T=duration of intervention in weeks; NE=number of exercises; UL=upper limbs; LL=lower limbs; EE=execution of exercises; CR=characteristic of rest; RT=recovery time; BC=body composition; MS=muscle strength; E=endurance; NR=not reported

Table 1: Characteristics of the training intervention of studies included (Cont.)

STUDY	SAMPLE	FIT	REST	EVALUATION	RESULT
Camargo et al. ²⁶	N = 7(M) A = 27 ± 3.0 TL = untrained	F = 3 I = 60% 1RM (70% HRMax) T = 12	CR = passive RT = 0sec	BC = NR MS = 1RM E = NR	BC = reduction in fat mass, body fatness and increase in Lean Mass MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Monteiro et al. ²⁷	N = 10(W) A = 37 ± 1.7 TL = untrained	F = 3 I = 10 RM T = 10	CR = passive RT = 30-120sec	BC = NR MS = 10 RM E = NR	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Dorgo et al. ²⁸	N = 53(28M/25W) A = 25.5 ± 5.2 TL = untrained	F = 3 I = 70% 1RM T = 14	CR = passive RT = 20-30sec	BC = NR MS = 1RM E = maximum repetition (70% 1RM)	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = improvement of muscle endurance (UL and LL)
Dorgo et al. ²⁸	N = 31(18M/13W) A = 25.5 ± 6.0 TL = untrained	F = 3 I = 70% 1RM (manual) T = 14	CR = passive RT = 20-30sec	BC = NR MS = 1RM E = maximum repetition (70% 1RM)	BC = NR MS = strength improvement (UL and LL) E = improvement of muscle endurance (UL and LL)
Taskin ²⁹	N = 16(M) A = 23.8 ± 1.5 TL = trained	F = 3 I = 75% 1RM T = 10	CR = active RT = 40-60sec	BC = NR MS = NR E = agility test	BC = NR MS = NR E = improved anaerobic endurance

Legend: N=number of participants; A=age; TL=training level; M=man; W=woman; FIT=frequency, intensity and time; F=weekly frequency; I=intensity; T=duration of intervention in weeks; NE=number of exercises; UL=upper limbs; LL=lower limbs; EE=execution of exercises; CR=characteristic of rest; RT=recovery time; BC=body composition; MS=muscle strength; E=endurance; NR=not reported

Table 1: Characteristics of the training intervention of studies included (Cont.)

STUDY	SAMPLE	FIT	REST	EVALUATION	RESULT
Moghadasi et al. ³⁰	N = 10(W) A = 25.3 ± 3.2 TL = untrained	F = 3 I = 65-80% 1RM T = 12	CR = passive RT = 30sec	BC = skin folds MS = 1RM E = NR	BC = fat percentage reduction MS = strength improvement (UL and LL) E = NR
Pawlak et al. ³¹	N = 11(M) A = 35.0 ± 6.6 TL = trained	F = 2-3 I = 10-15 repetition T = 12	CR = passive RT = 0-30sec	BC = bioimpedance MS = dynamometer E = specific test	BC = reduction in total mass and body fatness MS = improvement in handgrip strength E = NR
Lehnert et al. ³²	N = 9(W) A = 36.2 ± 9.9 TL = trained	F = 3 I = maximum repetition T = 12	CR = passive RT = 5sec/30sec	BC = bioimpedance MS = dynamometer E = NR	BC = reduction of body fatness and increase of lean mass MS = strength improvement (LL) E = NR
Ibrahim et al. ³³	N = 12(M) A = 21 ± 2 TL = untrained	F = 2-3 I = NR T = 12	CR = passive RT = 5min	BC = bioimpedance MS = dynamometer E = NR	BC = has no effect on body composition MS = NR E = NR
Takahata ³⁴	N = 22(M) A = 18.5 ± 0.6 TL = untrained	F = 3 I = BORG T = 12	CR = passive RT = 30sec	BC = bioimpedance MS = NR E = NR	BC = increase in lean mass MS = NR E = NR

Legend: N=number of participants; A=age; TL=training level; M=man; W=woman; FIT=frequency, intensity and time; F=weekly frequency; I=intensity; T=duration of intervention in weeks; NE=number of exercises; UL=upper limbs; LL=lower limbs; EE=execution of exercises; CR=characteristic of rest; RT=recovery time; BC=body composition; MS=muscle strength; E=endurance; NR=not reported

Table 1: Characteristics of the training intervention of studies included (Cont.)

STUDY	SAMPLE	FIT	REST	EVALUATION	RESULT
Strelnikowa et al. ³⁵	N = 16(M) A = 18.5 ± 0.5 TL = trained	F = 1-2 I = BORG T = 28	CR = active RT = NR	BC = NR MS = maximum repetition E = maximum repetition	BC = NR MS = increasing the number of repetitions on the pull-up bar E = improvement in vertical jump and infra-abdominal
Joeng et al. ³⁶	N = 12(W) A = 24 ± 2 TL = untrained	F = 3 I = 40-60% RM T = 10	CR = active RT = 20-60sec	BC = NR MS = dynamometer E = NR	BC = there was no change MS = strength improvement (LL) E = NR
Saavedra et al. ³⁷	N = 18(16M/2W) A = 44.8 ± 15.0 TL = untrained	F = 3 I = BORG T = 12	CR = active RT = 20-30sec	BC = bioimpedance MS = NR E = NR	BC = reduction in total mass and body fatness MS = NR E = NR
Sokoloski et al. ³⁸	N = 22(20M/2W) A = 37.6 ± 10.0 TL = trained	F = 2 I = BORG T = 25	CR = passive RT = NR	BC = DXA MS = NR E = maximum repetition	BC = reduction in total mass and body fatness MS = NR E = improvement in muscle endurance (UL)

Legend: N=number of participants; A=age; TL=training level; M=man; W=woman; FIT=frequency, intensity and time; F=weekly frequency; I=intensity; T=duration of intervention in weeks; NE=number of exercises; UL=upper limbs; LL=lower limbs; EE=execution of exercises; CR=characteristic of rest; RT=recovery time; BC=body composition; SM=muscle strength; E=endurance; NR=not reported, DXA=dual-energy X-ray absorptiometry

Out of eleven studies that examined the body composition as an outcome, two showed a significant improvement in body fatness, three showed a significant reduction in lean mass, and two reported an increase in lean mass. And only Camargo et al. had a significant result in the 3 variables of body composition (reduction in fat mass and body fatness, and increase in lean mass).

Table 2 show the results of body composition, at three variables: body fatness, fat mass and lean mass.

Table 2: Body composition parameters

STUDY	PRE	POST	Δ
Body fatness (%)			
Stanforth et al. (1992)	21.6 ± 7.9	21.7 ± 7.5	0.46%
Stanforth et al. (1992)	23.7 ± 6.2	23.5 ± 6.2	-0.84%
Harber et al. (2004)	17.6 ± 4.0	16.0 ± 3.3	-9.09%
Ahmadizad et al. (2007)	28.3 ± 2.3	28.1 ± 2.5	-0.70%
Camargo et al. (2008)	18.4 ± 5.0	17.1 ± 4.0	-7.06%*
Moghadasi et al. (2013)	29.7 ± 6.0	27.3 ± 5.8	-8.08%*
Pawlak et al. (2015)	24.7 ± 6.0	22.8 ± 5.5	-7.69%
Lehnert et al. (2015)	37.3 ± 5.5	35.8 ± 5.8	-4.02%
Ibrahim et al. (2018)	18.3 ± 6.8	19.3 ± 6.7	5.46%
Takahata et al. (2018)	27.3 ± 4.7	27.9 ± 4.8	2.19%
Sokoloski et al. (2020)	29.3 ± 9.3	28.5 ± 7.5	-2.70%
Fat mass (kg)			
Stanforth et al. (1992)	15.4 ± 7.5	15.6 ± 7.3	1.29%
Stanforth et al. (1992)	16.0 ± 4.5	15.5 ± 4.5	-3.10%
Harber et al. (2004)	15.5 ± 4.3	13.8 ± 3.5	-10.96%
Ahmadizad et al. (2007)	22.8 ± 1.4	18.3 ± 4.1	-19.73%*
Camargo et al. (2008)	15.8 ± 6.0	14.6 ± 5.0	-7.59%*
Pawlak et al. (2015)	23.8 ± 10.1	21.3 ± 9.2	-10.50%
Lehnert et al. (2015)	28.6 ± 7.6	27.7 ± 7.8	-3.14%
Saavedra et al. (2020)	38.5 ± 9.2	37.3 ± 9.4	-3.12%*
Lean mass (kg)			
Stanforth et al. (1992)	54.2 ± 11.5	54.8 ± 11.6	1.10%
Stanforth et al. (1992)	50.9 ± 10.8	51.5 ± 11.2	1.17%
Harber et al. (2004)	65.4 ± 3.4	67.3 ± 3.4	2.90%
Camargo et al. (2008)	68.6 ± 6.0	69.2 ± 6	0.87%*
Lehnert et al. (2015)	47.1 ± 5.2	48.7 ± 5.6	3.26%

Takahata et al. (2018)	33.9 ± 2.9	34.2 ± 2.9	0.88%
Saavedra et al. (2020)	34.1 ± 5.3	34.9 ± 5.6	2.35%*
Sokoloski et al. (2020)	66.0 ± 12.0	66.4 ± 11.3	-0.60%

Legend: Δ = percentage of change pre and post intervention; * = $p < 0.05$

Below, Table 3 present the results regarding strength in upper and lower limbs.

Only one study did not present a significant result.

Table 3: Strength parameters

STUDY	PRE	POST	$\Delta\%$
Upper limb (bench press)			
Allen et al. (1976)	51.4	74.1	44.2*
Marcinik et al. (1985)	57.6	61.7	7.1*
Marcinik et al. (1985)	57.6	59.0	2.4*
Marcinik et al. (1985)	57.6	53.2	-7.6*
Stanforth et al. (1992)	44.1 ± 16.0	49.3 ± 18.1	11.7*
Stanforth et al. (1992)	41.3 ± 14.5	45.9 ± 15.8	11.1*
Harber et al. (2004)	104.0 ± 8.7	119.6 ± 7.4	15.0*
Camargo et al. (2008)	50.2 ± 10.5	56.8 ± 12.0	13.1*
Monteiro et al. (2008)	15.2 ± 5.5	23.2 ± 4.4	52.6*
Dorgo et al. (2009)	61.6 ± 34.3	66.1 ± 32.4	7.3*
Dorgo et al. (2009)	67.3 ± 33.2	73.9 ± 31.8	9.7*
Moghadasi et al. (2013)	20.0 ± 5.6	46.1 ± 6.8	130.5*
Lower limb (squat)			
Allen et al. (1976)	119.1	203.6	70.9*
Messier et al. (1985)	121.2 ± 5.6	127.2 ± 4.3	4.9
Marcinik et al. (1985)	162.9	195.1	19.8*
Marcinik et al. (1985)	162.9	195.6	20.1*
Marcinik et al. (1985)	162.9	146.0	-10.4*
Stanforth et al. (1992)	23.3 ± 7.5	25.5 ± 8.3	9.4*
Stanforth et al. (1992)	24.0 ± 8.3	25.5 ± 8.7	6.2*
Harber et al. (2004)	166.5 ± 9.6	227.3 ± 7.9	36.5*
Camargo et al. (2008)	68.6 ± 21.2	79.3 ± 23.0	15.6*
Monteiro et al. (2008)	38 ± 7.2	68 ± 6.4	78.9*
Dorgo et al. (2009)	76.7 ± 38.6	97.2 ± 39.3	26.8*
Dorgo et al. (2009)	81.1 ± 35.8	107.8 ± 35.5	32.9*
Moghadasi et al. (2013)	51.4 ± 9.3	61.8 ± 9.0	20.2*

Legend: Δ = percentage of change pre and post intervention; * = $p < 0.05$

The muscular endurance parameters are shown in table 4. Note that the six studies presented improvement over 50% on it.

Table 4: Muscular Endurance parameters (maximum number of repetitions test)

STUDY	PRE	POST	Δ%
Upper limb			
Marcinik et al. (1985)	14.7	27.3	85.7*
Marcinik et al. (1985)	14.7	25.4	72.8*
Marcinik et al. (1985)	14.7	17.7	20.5*
Kaikkonen et al. (2000)	12.5 ± 2.0	14.4 ± 2.0	15.2*
Dorgo et al. (2009)	14.0 ± 4.4	20.0 ± 7.3	43.1*
Dorgo et al. (2009)	13.5 ± 4.0	21.2 ± 6.6	57.7*
Strelnikowa et al. (2019)	9.4 ± 0.63	13 ± 0.62	36.1*
Sokoloski et al. (2020)	29 ± 15	35 ± 16	20.7*
Lower limb			
Marcinik et al. (1985)	33.1	47.4	43.2*
Marcinik et al. (1985)	33.1	55.1	66.5*
Marcinik et al. (1985)	33.1	38.5	16.3*
Kaikkonen et al. (2000)	8.5 ± 8	9.7 ± 7	14.1*
Dorgo et al. (2009)	15.4 ± 9.4	32.4 ± 14.0	109.7*
Dorgo et al. (2009)	17.1 ± 10.6	39.3 ± 17.6	129.1*

Legend: Δ = percentage of change pre and post intervention; * = p<0.05

DISCUSSION

The current study investigated the effects of circuit training practice on body composition, muscle strength and endurance, in healthy adults. Neuromuscular training can lead to beneficial health adaptations, particularly in improving body composition (40, 41). This review observed changes in body composition, including reduced body fatness (26, 30), increased lean mass (26, 37), and decreased fat mass (25, 26, 37). A frequency of three times a week and passive recovery (up to 30 seconds) might be associated with greater reductions in body fatness and fat mass. Ahmadizad et al. demonstrated in their study with a group of men undergoing 36 circuit training sessions, alternating exercises with 30 seconds of passive recovery between stations these results (25).

Sixteen men and two women had an improvement in body composition after 12 weeks of CT, with a total volume of 36 sessions of 10 to 16 exercises per week. A CT overload was progressive, and recovery took up to 30 seconds. (37)

Another important point of discussion is the variation in body weight. Maintaining the same total body weight does not negate improvements in body composition, as reductions in fatness and increases in muscle mass can contribute to such outcomes. Furthermore, significant changes in body composition are directly linked to training combined with an appropriate nutrition (41).

Intervention protocols with a weekly frequency of less than twice may not yield consistent body adaptations. Studies lasting more than 10 weeks of resistance training have shown the beneficial effects as presented by Ramos-Campos et al (1).

A recent publication from the American Academy of Pediatrics reported that different types of training lead to strength gains. However, a weekly frequency of two to three times, 20 to 30 minutes of exercise, lasting a minimum of eight weeks, appears to be more effective (42). Supporting this, 16 young individuals aged 18 to 19 experienced strength gains ($p < 0.05$), increasing their pull-up quantities by 38% after 28 weeks of resistance training with 14 exercises and a fixed number of repetitions per exercise (35). These effects also seem to be associated with chronic adaptations resulting from continued training and planned overload after several weeks of training, as observed in studies lasting over 12 weeks with progressive increments in load (22, 26, 28, 30, 33).

Moreover, Dorgo et al. found that 84 men and women undergoing 14 weeks of resistance training improved strength (absolute and relative) in bench press and squat exercises. Once again, training duration and individualized overload contributed to consistent results ($p < 0.001$) (28).

Ten sedentary young women also had a significant improvement in strength after 12 weeks, with a frequency of 3 workouts per week, improving their performance of the squat exercise by 20%. (30). This indicates the promotion of new muscle adaptations and consequent long-term strength enhancement.

Only seven studies analyzed the effects of resistance training on muscular endurance, of which six showed significant improvement in the maximum number of repetitions for upper and lower body exercises (20, 21, 23, 28, 35, 38). In a group of 34 firefighters, resistance training led to an increase in upper-body endurance (38). After 25 weeks of training with individualized load, progressive increments, and specific exercises, they achieved over a 20% increase in push-ups and 118.2% more sit-ups (38).

Another group of 22 adults also exhibited statistically significant differences after 10 weeks of resistance training. Thirty sessions resulted in improved maximum repetitions in bench press (57.7%) and squat (129.1%) (28).

Resistance training protocol across studies was low-load execution per station, up to 12 repetitions, performed for a predetermined time. Consequently, the intervention duration, coupled with the type of exercises in resistance training, can significantly enhance adult muscle endurance. Supporting these findings, another study involving 18 trained men reported that training with a low number of repetitions (8 to 12), executed near momentary failure with individualized load, maximized strength and muscular endurance gains compared to training with a higher number of repetitions (25 to 35) (43).

LIMITATION AND FUTURE RESEARCH

A limitation of this systematic review is that the lack of standardization in circuit training protocols; as well the diversity of age range of the samples (18 to 64 years) we consider constrains to this review.

On the other hand, the large number of studies with more than 10 weeks of intervention is the strong point that supports the findings.

Furthermore, it was observed that four articles used cardiorespiratory fitness as a parameter for the variable of endurance, all showing significant differences in their post-intervention results. The cardiorespiratory adaptations from training are well-known, and the use of weight-bearing exercises in a circuit format can generate adaptations like aerobic training. This research gap could serve as a promising direction for future investigations.

CONCLUSION

The systematic training, involving varied muscle groups, intensity, and short rests, as presented in most studies in this systematic review, led to improvement in at least one of the studied variables: body composition, strength, or muscular endurance.

In this regard, even though there are only a few studies involving interventions lasting beyond 36 sessions, the outcomes consistently exhibited improvements in neuromuscular fitness. Approaches employing greater training volumes, specific exercises, and personalized overload within the training sessions displayed more reliably significant statistical distinctions.

It's worth noting that the use of short recovery periods and variation in muscle groups within exercise sequences seemed beneficial in achieving the proposed circuit

in the training programs. This strategy appears to be important for long-term resistance training.

Based on the consistent results, the following practical applications can be considered: (1) a diversified training approach with a variety of muscle groups and exercises in training sessions can yield favorable results; (2) balanced intensity with challenging workouts with appropriate recovery periods; (3) personalizes overload taken into account the participant's fitness level; (4) circuit training strategies with load and recovery dose; (5) long-term planning for sustained success; (6) regularly monitoring and adjustments; (7) recognize the influence of resistance training on cardiorespiratory fitness, and (8) tailor training considering age varied.

Supplementary Materials: Table S1: Variable search equation; Table S2: Quality of studies; Table S3: Risk of bias.

REFERENCES

- ¹ Ramos-Campo DJ, Andreu Caravaca L, Martínez-Rodríguez A, Rubio-Arias JA: Effects of Resistance Circuit-Based Training on Body Composition, Strength and Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biology (Basel)*. 2021 Apr 28; 10(5):377.
- ² Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Jackson A: The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports*. 1978 Fall; 10(3):171-6.
- ³ Hortobágyi T, Katch FI, Lachance PF: Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 1991 Mar; 31(1):20-30.
- ⁴ Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, et al: Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med*. 2005 Aug; 39(8):555-60.
- ⁵ Straudi S, De Marco G, Martinuzzi C, et al: Combining a supervised and home-based task-oriented circuit training improves walking endurance in patients with multiple sclerosis. The MS_TOCT randomized-controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*. 2022 Apr; 60:103721. doi: 10.1016/j.msard.2022.103721. Epub 2022 Mar 5. PMID: 35276451.
- ⁶ Marín-Pagán C, Blazeovich AJ, Chung LH, et al: Acute Physiological Responses to High-Intensity Resistance Circuit Training vs. Traditional Strength Training in Soccer Players. *Biology (Basel)*. 2020 Nov 7; 9(11):383. doi: 10.3390/biology9110383. PMID: 33171830; PMCID: PMC7695212.
- ⁷ Hendker A, Eils E: A Group-Based 8-Week Functional Interval-Type Outdoor Training Program Improves Physical Performance in Recreationally Active Adults. *Front Sports Act Living*. 2021 Mar 31; 3:627853. doi: 10.3389/fspor.2021.627853. PMID: 33870185; PMCID: PMC8044832.
- ⁸ Posnakidis G, Aphas G, Giannaki CD, et al: High-Intensity Functional Training Improves Cardiorespiratory Fitness and Neuromuscular Performance Without Inflammation or Muscle Damage. *J Strength Cond Res*. 2022 Mar 1; 36(3):615-623. doi: 10.1519/JSC.0000000000003516. PMID: 32108722.
- ⁹ Kim JW, Ko YC, Seo TB, Kim YP: Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. *J Exerc Rehabil*. 2018 Jun 30; 14(3):460-465. doi: 10.12965/jer.1836194.097. PMID: 30018934; PMCID: PMC6028228.
- ¹⁰ Seo YG, Noh HM, Kim SY: Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2019 Nov; 20(11):1642-1650. doi: 10.1111/obr.12911. Epub 2019 Jul 19. PMID: 31322317.

- ¹¹ Scofield, Dennis E, Kardouni, Joseph R: The Tactical Athlete: A Product of 21st Century Strength and Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*. 2015; 37(4):p 2-7. doi: 10.1519/SSC.0000000000000149
- ¹² Trecroci A, Duca M, Formenti D, et al: Short-Term Compound Training on Physical Performance in Young Soccer Players. *Sports (Basel)*. 2020 Jul 30; 8(8):108. doi: 10.3390/sports8080108. PMID: 32751640; PMCID: PMC7466703.
- ¹³ Hermassi S, Wollny R, Schwesig R, et al: Effects of In-Season Circuit Training on Physical Abilities in Male Handball Players. *J Strength Cond Res*. 2019 Apr; 33(4):944-957. doi: 10.1519/JSC.00000000000002270. PMID: 29016476.
- ¹⁴ Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al: The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29; 372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. PMID: 33782057; PMCID: PMC8005924.
- ¹⁵ Mourad Ouzzani, Hossam Hammady, Zbys Fedorowicz, et al: Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*; 2016. 5:210, doi: 10.1186/s13643-016-0384-4.
- ¹⁶ Smart NA, Waldron M, Ismail H, et al: Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *Int J Evid Based Healthc*. 2015 Mar; 13(1):9-18. doi: 10.1097/XEB.0000000000000020. PMID: 25734864.
- ¹⁷ Sterne JAC, Higgins JPT, Reeves BC: on behalf of the development group for ACROBAT- NRSI. A Cochrane Risk Of Bias Assessment Tool: for Non-Randomized Studies of Interventions (ACROBAT- NRSI), Version 1.0.0, 24 September 2014.
- ¹⁸ Allen TE, Byrd RJ, Smith DP: Hemodynamic consequences of circuit weight training. *Res Q*. 1976 Oct; 47(3):229-306. PMID: 1069316.
- ¹⁹ Stephen P. Messier, Mary Elizabeth Dill: Alterations in Strength and Maximal Oxygen Uptake Consequent to Nautilus Circuit Weight Training, *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1985. 56:4, 345-351, doi: 10.1080/02701367.1985.10605339
- ²⁰ Marcinik EJ, Hodgdon JA, O'Brien JJ, et al: Fitness changes of naval women following aerobic based programs featuring calisthenic or circuit weight training exercises. *Europ. J. Appl. Physiol*. 1985. 54, 244–249 (1985). <https://doi.org/10.1007/BF00426140>
- ²¹ Marcinik EJ, Hodgdon JA, Mittleman K, et al: Aerobic/calisthenic and aerobic/circuit weight training programs for Navy men: a comparative study. *Med Sci Sports Exerc*. 1985 Aug; 17(4):482-7. doi: 10.1249/00005768-198508000-00014. PMID: 4033406.
- ²² Stanforth PR, Painter TL, Wilmore JH: Alternation in Concentric Strength Consequent to Powercise and Universal Gym Circuit Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. August 1992. 6(3):p 152-157.
- ²³ Kaikkonen H, Yrjämä M, Siljander E, et al: The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in

- sedentary adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2000 Aug. 10(4):211-5. doi: 10.1034/j.1600-0838.2000.010004211.x. PMID: 10898265.
- ²⁴ Harber MP, Fry AC, Rubin MR, et al: Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports*. 2004 Jun.14(3):176-85. doi: 10.1111/j.1600-0838.2003.371.x. PMID: 15144358.
- ²⁵ Ahmadizad S, Haghghi AH, Hamedinia MR: Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol*. 2007 Nov; 157(5):625-31. doi: 10.1530/EJE-07-0223. PMID: 17984242.
- ²⁶ Camargo MD, Stein R, Ribeiro JP, et al: Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med*. 2008 Feb; 42(2):141-5; discussion 145. doi: 10.1136/bjism.2007.038281. Epub 2007 Jun 22. PMID: 17586582.
- ²⁷ Monteiro WD, Simão R, Polito MD, et al: Influence of strength training on adult women's flexibility. *J Strength Cond Res*. 2008 May; 22(3):672-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a5d45. PMID: 18438255.
- ²⁸ Dorgo S, King GA, Rice CA: The effects of manual resistance training on improving muscular strength and endurance. *J Strength Cond Res*. 2009 Jan. 23(1):293-303. doi: 10.1519/JSC.0b013e318183a09c. PMID: 19050653.
- ²⁹ Taşkin H. Effect of circuit training on the sprint-agility and anaerobic endurance. *J Strength Cond Res*. 2009 Sep. 23(6):1803-10. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3dfc0. PMID: 19675480.
- ³⁰ Moghadasi M, Siavashpour S: The effect of 12 weeks of resistance training on hormones of bone formation in young sedentary women. *Eur J Appl Physiol*. 2013 Jan; 113(1):25-32.
- ³¹ Pawlak R, Clasey JL, Palmer T, et al: The effect of a novel tactical training program on physical fitness and occupational performance in firefighters. *J Strength Cond Res*. 2015 Mar; 29(3):578-88. doi: 10.1519/JSC.0000000000000663. PMID: 25162645.
- ³² Lehnert M, Stastny P, Sigmund M, et al: The effect of combined machine and body weight circuit training for women on muscle strength and body composition. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015; 15(3); 561-568. doi:10.7752/jpes.2015.03084
- ³³ Ibrahim NS, Ooi FK, Chen CK, et al: Effects of probiotics supplementation and circuit training on immune responses among sedentary young males. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Jul-Aug; 58(7-8):1102-1109.
- ³⁴ Takahata Y: Usefulness of circuit training at home for improving bone mass and muscle mass while losing fat mass in undergraduate female students. *Lipids Health Dis*. 2018; 17: 104. doi: 10.1186/s12944-018-0743-3
- ³⁵ Strelnikowa I, Polevoy GG: The influence of circuit training on the development of strength and speed-power abilities in basketball players of 18-19 years old. *Physical Education of Students*. 2019. 23(2):89-92.

- ³⁶ Jeong J, Choi DH, Song Y, et al: Muscle Strength Training Alters Muscle Activation of the Lower Extremity during Side-Step Cutting in Females. *J Mot Behav*. 2020; 52(6):703-712. doi: 10.1080/00222895.2019.1683505. Epub 2019 Nov 4. PMID: 31679474.
- ³⁷ Saavedra JM, Kristjánisdóttir H, Gunnarsson SB, et al: Effects of 2 physical exercise programs (circuit training and brisk walk) carried out during working hours on multidimensional components of workers' health: a pilot study. *Int J Occup Med Environ Health*. 2021 Jan. 34(1):39-51.
- ³⁸ Sokoloski ML, Rigby BR, Bachik CR, et al: Changes in Health and Physical Fitness Parameters After Six Months of Group Exercise Training in Firefighters. *Sports (Basel)*. 2020 Oct. 8(11):143.
- ³⁹ Maestroni L, Read P, Bishop C, et al: The Benefits of Strength Training on Musculoskeletal System Health: Practical Applications for Interdisciplinary Care. *Sports Med*. 2020 Aug. 50(8):1431-1450. doi: 10.1007/s40279-020-01309-5. PMID: 32564299.
- ⁴⁰ Clark JE: Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese. *J Diabetes Metab Disord*. 2015; 14:31. doi: 10.1186/s40200-015-0154-1. PMCID: PMC4429709. PMID: 25973403.
- ⁴¹ Gonzalez DE, McAllister MJ, Waldman HS, et al: International society of sports nutrition position stand: tactical athlete nutrition. *J Int Soc Sports Nutr*. 2022 Jun. 19(1):267-315. doi: 10.1080/15502783.2022.2086017. PMID: 35813846; PMCID: PMC9261739.
- ⁴² Stricker PR, Faigenbaum AD, McCambridge TM: Council on sports medicine and fitness. Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2020 Jun;145(6).
- ⁴³ Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, et al: Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2015 Oct. 29(10):2954-63. doi: 10.1519/JSC.0000000000000958. PMID: 25853914.

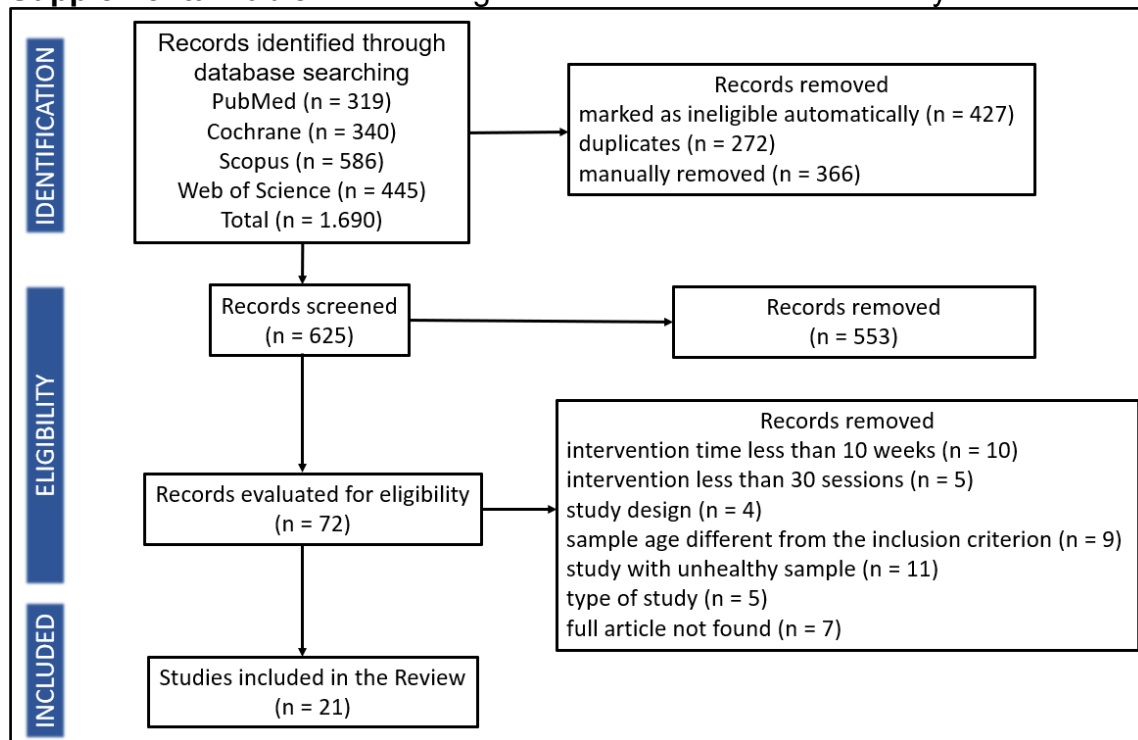
SUPPLEMENTAL

Effects of Circuit Training on Body Composition, Muscle Strength, and Endurance: A Systematic Review

Supplemental Table 1: Variable search equation

VARIABLE	SEARCH EQUATION
Body Composition	(((((("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING")) OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISES")) OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING")) OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING")) OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND ("BODY COMPOSITION"))
Strength	(((((("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING")) OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISES")) OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING")) OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING")) OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND (("STRENGTH") OR ("MUSCLE STRENGTH"))
Endurance	(((((("CIRCUIT TRAINING") OR ("CIRCUIT-BASED TRAINING")) OR ("CIRCUIT-BASED EXERCISES")) OR ("STRENGTH CIRCUIT TRAINING")) OR ("RESISTANCE CIRCUIT TRAINING")) OR ("CIRCUIT WEIGHT TRAINING")) AND (("ENDURANCE") OR ("ENDURANCE TRAINING"))

Supplemental Table 2: Flow diagram of studies included in the systematic review



Supplemental Table 3: Evaluation of the quality of studies

STUDY	#1	#2	#3	#4	#5	#6a	#6b	#6c	#7	#8a	#8b	#9	#10	#11	#12	Total	Evaluation
Allen et al. ¹⁶	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	7	Regular
Messier et al. ¹⁷	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	6	Regular
Marcinick et al. ¹⁸	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	Bad
Marcinick et al. ¹⁹	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	Bad
Stanforth et al. ²⁰	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	8	Regular
Kaikkonen et al. ²¹	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	10	Good
Harber et al. ²²	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	10	Good
Ahmadizad et al. ²³	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	7	Regular
Camargo et al. ²⁴	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	9	Good
Monteiro et al. ²⁵	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	10	Good
Dorgo et al. ²⁶	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	9	Good
Taskin ²⁷	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	9	Good
Moghadasi et al. ²⁸	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	9	Good
Pawlak et al. ²⁹	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	10	Good
Lehnert et al. ³⁰	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	10	Good
Ibrahim et al. ³¹	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	Excellent
Takahata ³²	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6	Regular
Strelnikowa et al. ³³	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	7	Regular
Joeng et al. ³⁴	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	9	Good
Saavedra et al. ³⁵	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	11	Good
Sokoloski et al. ³⁶	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	11	Good

Legend: #1=eligibility criteria specified; #2=randomization specified; #3=allocation concealment; #4=groups similar at baseline; #5=blinding of assessor; #6a=outcome measures assessed in 85% of patients; #6b=reporting adverse events (deaths, hospitalizations, etc. are reported); #6c=reporting session attendance for the exercise group; #7='Intention-to-treat' analysis; #8a=between-group statistical comparisons reported (primary outcome is reported); #8b=between-group statistical comparisons reported (secondary outcome is reported) #9=point measures and measures of variability for all reported outcome measures; #10=activity monitoring in control groups; #11=relative exercise intensity remained constant; #12=exercise volume characteristics and energy expenditure.

Supplemental Table 4: Risk of bias

ESTUDO	Pre-intervention		During Intervention					Risco
	#1	#2	#3	4#	#5	#6	#7	
Allen et al. ¹⁶	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Severe	Low	Moderate	Moderate
Messier et al. ¹⁷	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Severe	Moderate	Moderate	Severe
Marcinick et al. ¹⁸	Moderate	Moderate	Severe	Moderate	Moderate	Low	Severe	Severe
Marcinick et al. ¹⁹	Low	Moderate	Severe	Severe	Moderate	Low	Moderate	Severe
Stanforth et al. ²⁰	Low	Moderate	Moderate	Low	Severe	Low	Moderate	Moderate
Kaikkonen et al. ²¹	Low	Moderate	Low	Low	Moderate	Low	Severe	Moderate
Harber et al. ²²	Moderate	Moderate	Low	Low	Low	Low	Severe	Moderate
Ahmadizad et al. ²³	Moderate	Moderate	Low	Low	Severe	Low	Severe	Severe
Camargo et al. ²⁴	Low	Moderate	Low	Low	Severe	Low	Moderate	Moderate
Monteiro et al. ²⁵	Low	Moderate	Low	Low	Low	Low	Moderate	Moderate
Dorgo et al. ²⁶	Moderate	Moderate	Low	Low	Severe	Low	Severe	Moderate
Taskin ²⁷	Low	Moderate	Low	Low	Severe	Low	Severe	Moderate
Moghadasl et al. ²⁸	Low	Moderate	Low	Low	Severe	Low	Moderate	Moderate
Pawlak et al. ²⁹	Low	Severe	Low	Low	Moderate	Low	Moderate	Moderate
Lehnert et al. ³⁰	Low	Severe	Low	Low	Severe	Moderate	Moderate	Moderate
Ibrahim et al. ³¹	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Takahata ³²	Low	Severe	Moderate	Low	Severe	Low	Severe	Severe
Strelnikowa et al. ³³	Low	Severe	Moderate	Moderate	Moderate	Low	Severe	Severe
Joeng et al. ³⁴	Low	Low	Moderate	Low	Severe	Moderate	Moderate	Moderate
Saavedra et al. ³⁵	Low	Low	Moderate	Low	Moderate	Low	Low	Moderate
Sokoloski et al. ³⁶	Low	Severe	Moderate	Low	Low	Low	Low	Moderate

Legend: #1=random sequence generation; #2=allocation concealment; #3= blinding of participants and personnel; #4=blinding of outcome assessment; #5=incomplete outcome data; #6=selective reporting; #7 other bias.