

Efeitos de dois tipos de protocolos de cross training sobre a composição corporal e aptidão física

Effect of two types of cross training protocols on body composition and physical fitness of young adults

Marzo Edir Da Silva-Grigoletto¹, Ezequias Pereira-Neto¹, Leandro Henrique Albuquerque Brandão¹, Leury Max da Silva Chaves¹, Marcos Bezerra de Almeida¹

1. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

RESUMO

Introdução: Alterações em parâmetros da composição corporal são considerados fatores de risco à saúde. Com isso, programas de exercício físico como o *Cross Training* surgem como alternativa para reduzir fature de risco à saúde, em especial a composição corporal dos praticantes.

Objetivo: Verificar se existe diferença entre dois protocolos diferentes de *Cross Training* sobre a composição corporal e aptidão física de jovens ativos.

Métodos: Sessenta adultos foram submetidos a dez semanas de dois programas de *Cross Training*, organizados em circuito agrupado (CTG: n=26; IMC 24±3kg/cm²) e alternado (CTA: n=29; IMC 25±4kg/cm²). Massa corporal e adiposa foram avaliadas por meio de análise de impedância bioelétrica (BIA). Aptidão física foi verificada por meio da força muscular isométrica máxima (*isometric deadlift e Handgrip test*) e aptidão cardiorrespiratória (*yoyo intermitent recovery test-IR2*). ANOVA de medidas repetidas, seguido por *post hoc test* de Bonferroni foram utilizados para comparação de médias, adotando $p \leq 0,05$ para significância estatística.

Resultados: Ambos protocolos de treinamento apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao tempo em parâmetros da composição corporal (massa muscular: $p \leq 0,001$ e massa adiposa: $p \leq 0,001$) e aptidão cardiorrespiratória ($p \leq 0,01$). Em relação a força isométrica máxima, o CTG apresentou diferença significativa em relação ao momento inicial (*Handgrip*: $p=0,02$; *Deadlift*: $p=0,03$), resultado observado no grupo CTA somente no *Deadlift* ($p=0,05$). Quando confrontados entre si, os grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa nas comparações.

Conclusão: Ambos protocolos de treinamento foram eficazes para melhora dos parâmetros de composição corporal e aptidão cardiorrespiratória em jovens adultos.

Palavras-chave: Exercício, Antropometria, Treinamento resistido.

ABSTRACT

Introduction: Modifications in body composition parameters are considered health risk factors. Thus, exercise programs such as *Cross Training* emerge as an alternative to reduce health risk factors, especially the body composition of practitioners.

Aim: To compare the adaptations from 10 weeks of *Cross Training* performed in a grouped and alternated manner on body composition and physical fitness of active young people.

Methods: Sixty adults underwent ten weeks of two *Cross Training* programs, organized in grouped circuit (CTG: n=26; BMI 24.30 ± 3.10 kg/cm²) and alternated (CTA: n=29; BMI 25.00 ± 3.60). Before and after the intervention period, the subjects were evaluated on body composition and physical fitness parameters. Body and adipose mass were evaluated by bioelectrical analyzer (bioimpedance). Verification of physical fitness was performed using isometric deadlift, handgrip test and yoyo intermittent recovery test-IR2. Analysis of variance (2x2 ANOVA) of repeated measures, followed by Bonferroni post hoc test were used to compare means and detect differences between protocols, adopting $p \leq 0.05$ for statistical significance. Percentage change and effect size were also calculated for each dependent variable.

Results: Both training protocols presented statistically significant difference in relation to time in body composition parameters (muscle mass: $p \leq 0,001$ and fat mass: $p \leq 0,001$) and cardiorespiratory fitness ($p \leq 0,01$). Regarding the maximum isometric force, the CTG showed a significant difference when compared to the initial moment (*Handgrip*: $p=0,02$; *Deadlift*: $p=0,03$), a fact observed in the CTA group deadlift ($p=0,05$) only, (*Handgrip*: $p=0,08$). When confronted with each other, the groups showed no statistically significant difference in any comparison.

Conclusion: Both training protocols were effective for improving body composition and cardiorespiratory fitness parameters in young adults.

Key-words: Exercise, Anthropometry, Resistance Training.

Recebido em: 4 de outubro de 2019; Aceito em: 26 de maio de 2020.

Correspondência: Marzo Edir Da Silva-Grigoletto, Universidade Federal de Sergipe (UFS), Avenida Marechal Rondon, s/n – Jardim Rosa Elze, 49100-000 São Cristóvão SE, medg@ufs.br

Introdução

A obesidade e sobrepeso são fatores de riscos à saúde e estão associados a inatividade física, baixos níveis de capacidade cardiorrespiratória e força [1,2]. Essa condição é revertida quando há inclusão de um programa de treinamento físico e melhora dos hábitos alimentares diários, resultando assim em um estilo de vida saudável do ponto de vista da composição corporal e aptidão física do indivíduo [3,4].

Sob esta perspectiva, estratégias de treinamento físico que possuem diferentes características atuam de maneira similar na melhora da composição corporal e aptidão física. No entanto, o treinamento funcional (TF) tem se destacado como um importante método para incremento desses componentes, e para a manutenção de níveis adequados de atividade física. Além disso, recentemente, o TF foi considerado como uma das 20 principais tendências de intervenção pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) [5].

O TF caracteriza-se por realização de movimentos integrados, multiplanares, multiarticulares, em exercícios que possuem estímulos de aceleração, desaceleração e estabilização com objetivo de melhora da função diária do indivíduo, por meio do aprimoramento dos componentes básicos da aptidão física [6]. A notória boa aceitação popular demandou variações metodológicas com vistas a ampliar sua utilização. O *Cross Training*, por exemplo, é uma variação do TF que possui as mesmas características de planificação e controle da dose do treinamento. Assim como o TF, o *Cross Training* também utiliza padrões de movimento funcionais (inerentes a vida diária do ser humano), tais como puxar, empurrar, agachar e transportar, realizados em alta intensidade, promovendo adaptações na estrutura morfológica e na funcionalidade dos praticantes [7] de diferentes grupos populacionais [8,9].

O controle da dose do treinamento é pautado primariamente na manipulação de indicadores objetivos, tais como volume, intensidade, frequência de treinamento e densidade. Há ainda um elemento qualitativo na prescrição do treino, mas que pode igualmente afetar a dose da carga externa, expresso sob a ótica da organização metodológica da sessão. Nesse sentido, é comum que os exercícios utilizados na sessão de treinamento sejam alternados de acordo com o padrão de movimento. Alternativamente, a sessão pode ser realizada agrupando padrões de movimento em um, dois ou três exercícios dispostos de maneira sequencial. Essas propostas de organização metodológica apresentam diferenças entre si de acordo com o tempo sob tensão em um determinado conjunto de grupamentos musculares em um curto período de tempo. Porém, ao nosso conhecimento ainda não está elucidado na literatura científica se essa diferença metodológica pode influenciar adaptações na composição corporal e componentes da aptidão física de jovens ativos.

Baseado nesse fato, o objetivo do estudo é verificar se existe diferença entre dois protocolos diferentes de *Cross Training* sobre a composição corporal e aptidão física de jovens ativos.

Métodos

Abordagem experimental para o problema

Para verificar as adaptações sobre a massa gorda e massa livre de gordura em adultos jovens submetidos a dois programas de *Cross training*, os participantes foram submetidos a avaliação inicial duas semanas antes do início do treinamento, na qual foram avaliados parâmetros funcionais e quantidade de massa gorda e massa livre de

gordura em indivíduos adultos. Na semana seguinte, os indivíduos participaram de familiarização dos exercícios utilizados durante o treinamento. Em seguida os voluntários realizaram o treinamento proposto e ao final das 10 semanas foram reavaliados sob as mesmas condições. Todos os procedimentos realizados no presente estudo foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Sergipe (número do parecer: 2.099.370) e todos os testes e treinamento foram executados no ginásio de esportes da referida instituição.

Avaliações antropométricas (peso e altura), composição corporal e aptidão física (força muscular isométrica máxima e aptidão cardiorrespiratória) foram realizadas no momento inicial, que antecedeu o período de intervenção (M1) e após o período de treinamento (M2). Dois protocolos de treinamento funcional de alta intensidade (*cross training*) com modificações na organização metodológica dos exercícios foram executados por indivíduos sedentários ao longo de 30 sessões de treinamento, realizadas três vezes por semana em dias alternados.

Informações sobre os procedimentos bem como os riscos e benefícios da pesquisa foram repassados verbalmente para cada indivíduo, os quais concordaram através de assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os participantes foram orientados a não executar exercício físico regular durante o período de intervenção. O protocolo de treinamento foi conduzido em um ginásio esportivo, durante o período vespertino, entre 17:00 e 19:00h.

Amostra

Participaram do estudo 60 adultos. Para a randomização foi utilizado os valores iniciais de força muscular. Posteriormente os indivíduos foram alocados em dois grupos igualmente, denominados CTA e CTG. Porém, cinco indivíduos não completaram as avaliações, quatro do CTG e um do CTA, por questões pessoais não relacionadas ao treinamento. A Tabela I. Apresenta as características gerais dos dois grupos.

Tabela I - Característica da amostra por grupo.

Medidas	Círculo Agrupado (CTG: n=26)*	Círculo Alternado (CTA: n=29)*
Idade (anos)	26 ± 7	27 ± 8
Massa Corporal (kg)	68 ± 11	69 ± 10
Estatuta (cm)	167 ± 8,4	167 ± 8,5
IMC (kg/cm ²)	24 ± 3,1	25 ± 3,6

IMC: índice de massa corporal; *nenhuma diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) foi encontrada nas comparações.

Para serem incluídos na amostra, os voluntários deveriam atender aos seguintes critérios: a) não possuir qualquer tipo de alteração cardiovascular, pulmonar ou lesão articular e/ou musculoesquelética; b) não participar de qualquer tipo de treinamento nos últimos três meses. Indivíduos que apresentaram algum desconforto físico ao longo das avaliações e/ou dos protocolos, que não concluíram as avaliações ou que não alcançaram a frequência mínima de 85% do treinamento proposto foram excluídos das análises.

Avaliação antropométrica e composição corporal

Determinação da massa e a estatura corporal foram realizadas através de balança analógica com estadiômetro acoplado (Welmy® Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, Brasil) com escala de 100 g e 1,0 cm, respectivamente. O cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi realizado com base na equação: $IMC = \text{massa corporal (kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$.

Para avaliação da composição corporal foi utilizada uma balança para análise de impedância bioelétrica (BIA) (Tanita, thetrapolar BC 558, Japão) [10]. Medidas absolutas de massa livre de gordura e adiposa foram verificadas. Os requisitos necessários para a execução da avaliação de bioimpedância foram repassados verbalmente e através de folhetos distribuídos para todos os participantes da pesquisa, seguindo as orientações sugeridas pela ESPEN [11].

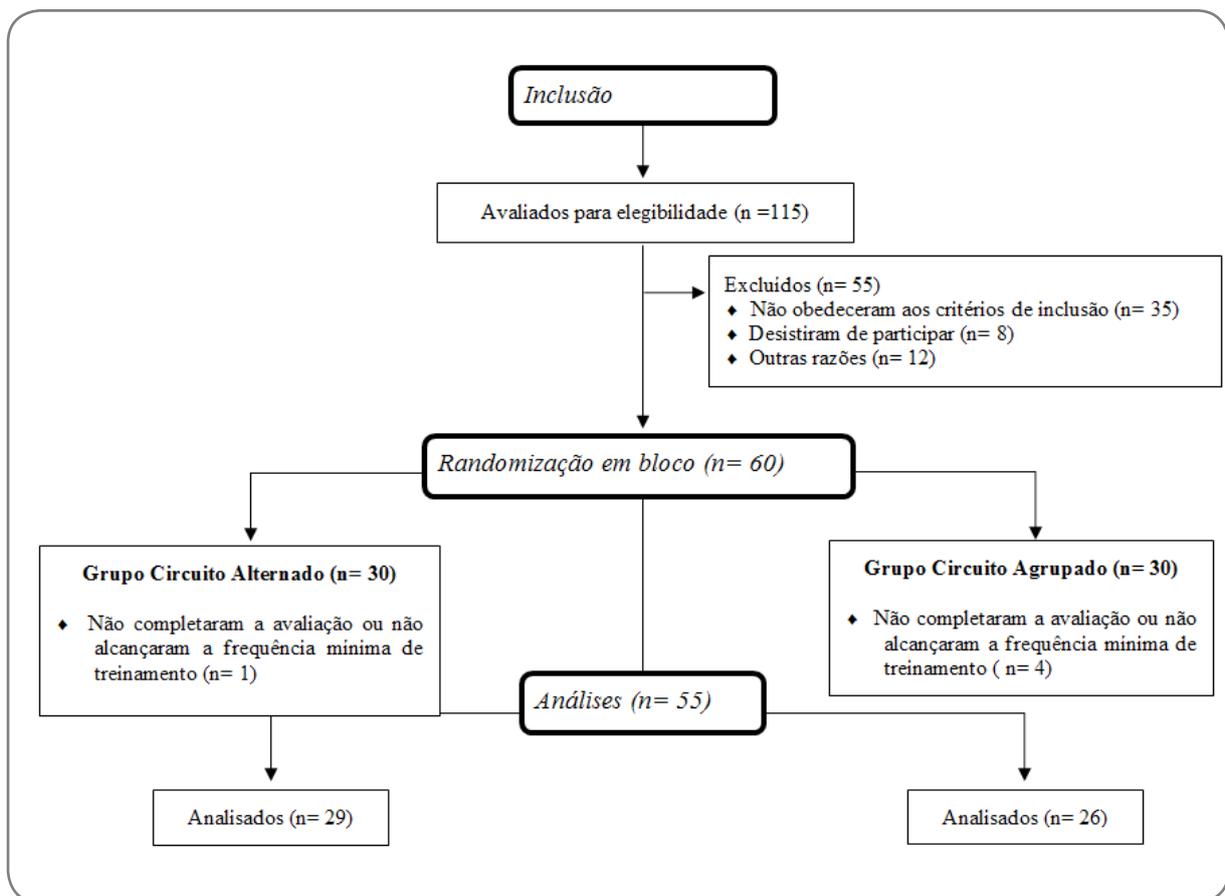


Figura 1 - Desenho experimental da inclusão e análise da amostra.

Avaliação da aptidão física

A verificação da aptidão física foi realizada com base na força muscular e aptidão cardiorrespiratória. O dinamômetro analógico dorsal (HOMIS, Dorsal, São Paulo-SP, Brasil) foi utilizado para avaliar os parâmetros de força muscular dos participantes, no qual foram realizadas quatro tentativas; uma familiarização e três medidas de contração isométrica máxima no exercício de levantamento terra em um dinamômetro específico. O indivíduo iniciava a avaliação na posição inicial, com joelhos e quadril flexionados. Progressivamente, o voluntário aplicava força no aparelho até atingir a máxima força isométrica. Cada contração possuiu de cinco segundos de duração e dois minutos de recuperação ao final de cada estímulo. O maior valor foi utilizado para análise [12].

Além desse, o teste de força isométrica de preensão manual (*handgrip test*) também foi utilizado para mensuração da força isométrica máxima. O teste foi realizado na posição sentada, com o cotovelo do braço que foi avaliado e joelhos flexionados a 90° graus. Ao sinal do avaliador, o indivíduo realizava a contração progressivamente até alcançar a força isométrica máxima [13]. A avaliação foi realizada em ambas as mãos e os valores máximos alcançados para os dois membros foram somados e divididos por dois, criando um score total utilizado para análise.

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada pelo *yoyo intermitente recovery test-IR2*, o qual verifica a distância máxima alcançada pelo avaliado de maneira progressiva [14]. O teste é iniciado em um ponto zero, no qual o indivíduo percorre a distância de 20 metros, delimitado por dois cones, e a cada 40 metros de distância percorrida (20 metros de ida + 20 metros de retorno ao ponto inicial), era realizada uma caminhada de 5 metros para recuperação do estímulo. Um sinal sonoro controlou a velocidade ideal que o indivíduo deveria percorrer o determinado estágio e o teste foi encerrado à medida que os participantes não conseguissem manter a velocidade designada para o estágio por duas vezes [14]. A distância percorrida até o último estágio completado foi utilizada para análise.

Protocolo de exercícios

Os protocolos de exercício dos grupos experimentais foram executados em dias alternados e intervalo de 72h de recuperação entre as sessões. Ambos os treinamentos foram estruturados em circuitos de seis exercícios, ao longo da sessão de treinamento, a qual foi dividida em quatro blocos distintos. No primeiro bloco eram executadas tarefas de mobilidade articular, ativação muscular e atividades coordenativas; na segunda parte do treinamento, seis exercícios distintos estimularam predominantemente a velocidade, agilidade e potência muscular de membros inferiores e superiores, descrito como bloco neuromuscular 1.

No bloco subsequente (neuromuscular 2) eram realizadas seis atividades orientadas a força muscular prescritas com base em padrões de movimento funcionais tais como agachar, puxar e empurrar, organizadas de maneira alternada (CTA) ou agrupadas (CTG) de acordo com a figura 2. Todos os sujeitos foram encorajados a realizar os exercícios a máxima velocidade de contração e maior número de repetições que conseguisse realizar. Durante todas as sessões de treinamento, uma equipe de profissionais e estudantes de Educação Física ajudaram no controle da carga e na aplicação das progressões de treinamento ao longo das semanas para garantir que os indivíduos realizassem o treinamento de maneira efetiva.

No último bloco de treinamento, ambos os grupos executaram uma atividade intermitente (corrida intervalada de 20 m a máxima velocidade - *all out* com 15 segundos de descanso), que possui característica cardiometabólica. Os exercícios utilizados, intensidade e densidade utilizadas durante a intervenção estão descritas na tabela II e III.

As progressões de treinamento foram baseadas no princípio da complexidade, estratégia de modificação da carga de treinamento utilizada principalmente em ações específicas (esportivas ou da vida diária) estimuladas nos protocolos de treinamento funcional, como descritas previamente [15].

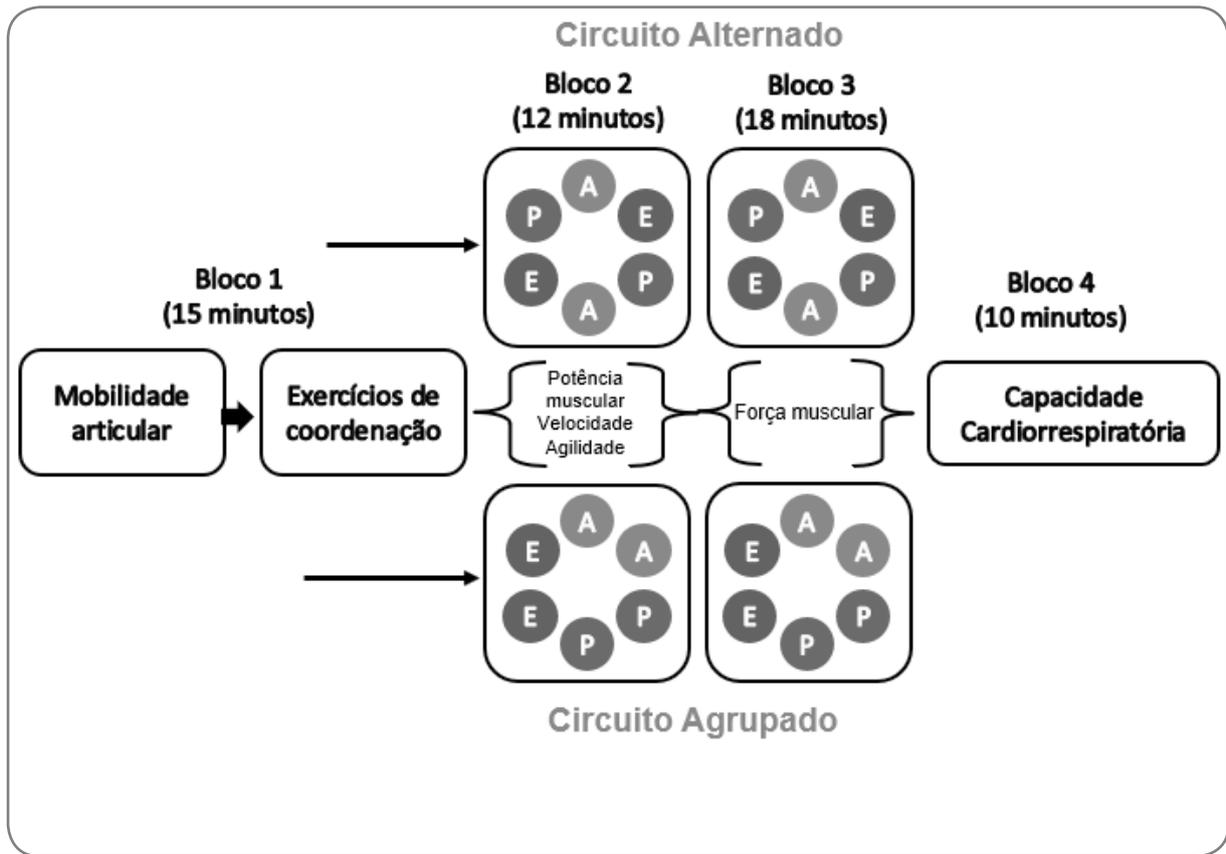


Figura 2 - Organização metodológica do protocolos de circuito alternado (CTAL) e agrupado (CTAG) no bloco neuromuscular 2. Padrões de Movimento: E = Empurrar; A= Agachar; P= Puxar.

Tabela II - Exercícios, progressões, intensidade e densidade utilizados no bloco neuromuscular 1 (Segundo bloco de treinamento) dos grupos circuito alternado (CTA) e circuito agrupados (CTG).

CTA (Semana 1 a 5)	CTA (Semana 6 a 10)	CTG (Semana 1 a 5)	CTG (Semana 5 a 10)
Cross pattern on the agility ladder	"T" pattern with sprint on the agility ladder	Cross pattern on the agility ladder	"T" pattern with sprint on the agility ladder
Vertical jump	Vertical jump more high	Sprint with change of direction	Sprint with cognitive stimulus
Medicine ball launch on the ground	Medicine ball lateral launch	Trunk Rotation with elastic	Trunk Rotation with elastic
Horizontal jump	Horizontal Jump	Medicine ball launch on the ground	Horizontal Jump
Sprint with change of direction	Sprint with cognitive stimulus	Vertical Jump	Vertical jump
Wall Ball Shots	Wall Ball Shots	Alternative waves (Rope Training)	Lateral Alternative waves (Rope Training)
2 series, densidade 1:1 (30:30), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (40:20), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (30:30), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (40:20), 1 minuto por estação
OMNI-GSE: 6 a 7			

OMNI-GSE: Escala de percepção subjetiva de esforço de OMNI.

Tabela III - Exercícios, progressões, intensidade e densidade utilizados no bloco neuromuscular 2 (terceiro bloco de treinamento) dos grupos circuito alternado (CTA) e circuito agrupados (CTG).

CTA (Semana 1 a 5)	CTA (Semana 6 a 10)	CTG (Semana 1 a 5)	CTG (Semana 5 a 10)
Deadlift	Unilateral Deadlift	Deadlift	Unilateral Deadlift
Pull up with suspension tape	Pull up with suspension tape (More inclination)	Globet squat	Lunge Squat
Push up on the box	Push up on the ground	Pull up with suspension tape	Pull up with suspension tape (More inclination)
Globet Squat	Lunge Squat	Paddling pull in the box	Vertical pull with elastic
Paddling pull in the box	Vertical pull with elastic	Push up on the box	Push up on the ground
Vertical press with elastic	Military press	Vertical press with elastic	Military press
2 series, densidade 1:1 (30:30), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (40:20), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (30:30), 1 minuto por estação	2 series, densidade 1:1 (40:20), 1 minuto por estação
OMNI-GSE: 6 a 7	OMNI-GSE: 6 a 7	OMNI-GSE: 6 a 7	OMNI-GSE: 6 a 7

OMNI-GSE: Escala de percepção subjetiva de esforço de OMNI. *Nomenclatura dos exercícios em inglês devido ao anglicismo.

Análise estatística

Os dados foram expressos em média e desvio-padrão para todas as variáveis obtidas. Em seguida, foi realizada uma ANOVA 2x2 (dois grupos x dois momentos) com medidas repetidas no segundo fator, e seguido de *post hoc test* de Bonferroni para comparação de médias e detecção de diferenças entre os protocolos. A normalidade dos dados foi aferida através do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste de Levene. Os dados foram tabulados e analisados utilizando o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 23, adotando nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Todos os testes foram bicaudais e o *Effect Size* (Tamanho do Efeito - ES) foi calculado de acordo com procedimentos metodológicos definidos previamente, interpretando os efeitos como trivial ($< 0,50$), pequeno ($0,50 - 1,25$), moderado ($1,25 - 1,90$) ou grande ($> 1,90$) (16).

Resultados

Após 10 semanas de treinamento os grupos CTG e CTA apresentaram melhora significativa na massa muscular e redução da massa adiposa (CTG: $p < 0,001$; CTA: $p < 0,001$). O grupo CTG mostrou-se eficiente em todas as variáveis da aptidão física, apresentando diferença estatística na força isométrica de prensão manual, força isométrica dos músculos lombares e aptidão cardiorrespiratória. Por sua vez, o grupo CTA apresentou diferença estatística apenas quanto à aptidão cardiorrespiratória. Quando confrontados entre si, os grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa em qualquer das variáveis independentemente do momento em que a avaliação ocorreu no presente estudo (massa muscular [$p = 0,1$]; massa adiposa [$p = 0,754$]; Yoyo [$p = 0,90$]; *Handgrip test* ($p = 0,70$); *Isometric deadlift* ($p = 0,80$)).

Tabela IV - Valores de média, desvio padrão, tamanho do efeito e percentual de mudança apresentados nas avaliações de aptidão física e composição corporal nos momentos pré e pós-intervenção pelos grupos experimentais circuito agrupado (CTG) e circuito alternado (CTA).

Medidas	Circuito Agrupado (CTG: n=26)				Circuito Alternado (CTA: n=29)			
	Pré	Pós	Tamanho do Efeito ($\Delta\%$)	Valor de p	Pré	Pós	Tamanho do Efeito ($\Delta\%$)	Valor de p
Massa Muscular (kg)	47,29 ± 9,35	48,82 ± 9,54	0,16 (3,33)	0,0001	47,2 ± 9,9	48,0 ± 9,6	0,08 (2,0)	0,001
Massa Adiposa (kg)	20,06 ± 6,31	17,56 ± 6,21	-0,40 (-13,33)	0,0001	21,3 ± 8,5	20,5 ± 8,3	-0,10 (-3,9)	0,001
Handgrip test (kgf)	28,62 ± 7,21	30,02 ± 7,74	0,19 (4,09)	0,02	28,63 ± 8,64	29,03 ± 8,65	0,08 (3,07)	0,20
Isometric deadlift (kgf)	76,68 ± 16,79	80,16 ± 19,16	0,21 (4,78)	0,03	80,56 ± 24,70	81,85 ± 24,65	0,05 (2,12)	0,15
Yoyo test (m)	304,00 ± 119,68	396,80 ± 140,67	0,78 (30,53)	0,003	312,59 ± 156,05	391,85 ± 210,48	0,51 (25,36)	0,01

(*) Diferença estatisticamente ($p \leq 0,05$) significativa favorável ao CTG; (#) Diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) favorável ao CTA. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi detectada nas comparações entre os grupos.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de dois protocolos Cross Training com configurações diferentes sobre a composição corporal e aptidão física de jovens ativos. Dez semanas de intervenção foram capazes de promover melhoras sobre composição corporal, capacidade cardiorrespiratória e força muscular na população estudada. Não obstante, a magnitude das mudanças observadas através dos valores de percentual de mudança e tamanho do efeito no grupo que realizou o treinamento organizado de maneira agrupada foi maior em comparação com o treinamento alternado. No entanto, quando comparados entre eles, não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Ambos os protocolos de treinamentos se mostraram eficazes sobre a diminuição da massa adiposa, no entanto, quando analisadas as magnitudes de efeito encontradas por ambos os métodos, o CTG apresentou maior amplitude de mudança. Além das variáveis tradicionais de controle da dose do treinamento (volume, intensidade, densidade e frequência semanal), o Cross Training também possui outra maneira característica de controlar a dose do estímulo da sessão de treinamento, denominada organização/disposição dos exercícios no circuito.

Tais modificações podem proporcionar redução significativa na massa adiposa como já demonstrado na literatura científica [17]. Os autores aplicaram um protocolo de treinamento em circuito e observaram modificações em diversos indicadores antropométricos, incluindo o percentual de gordura, após 20 e 40 semanas de treinamento, em linha com os achados do presente estudo. Outro estudo, aplicou oito semanas de treinamento funcional de alta intensidade e observaram redução significativa do percentual de gordura, mas não da massa adiposa em indivíduos fisicamente inativos [18].

Aumento da perda de massa adiposa é um fator fundamental para manutenção da saúde. A partir desse ponto, intervenções com exercícios de alta intensidade

são consideradas medidas fundamentais para ampliar a magnitude da perda de massa adiposa e, conseqüentemente, combater o sobrepeso e/ou obesidade [19]. Estudos anteriores reportam que 10 a 20 semanas de treinamento em circuito são suficientes para reduzir em 3% da massa corporal de indivíduos inativos [20] em linha com os achados observados no presente estudo.

Outro estudo com período de duração similar aponta melhora na composição corporal em indivíduos submetidos ao treinamento funcional de alta intensidade [21]. No entanto, é importante salientar que este estudo não buscou comparar distintos modelos de organização de um programa de *Cross Training*, que além de ser uma intervenção eficaz e viável, pode ser organizado de maneira específica objetivando a melhoria de indicadores de composição corporal, possibilitando maior eficiência e embasando profissionais da área de Educação Física para que organizem a sessão de acordo com o objetivo do aluno.

Não obstante, os benefícios em aumentar o gasto energético via treinamento e assim diminuir os níveis de gordura corporal, como foi observado nos resultados do presente estudo, têm impacto direto na regulação dos eventos fisiológicos em cascata que promovem termogênese e lipólise [22,23]. As utilizações dos substratos energéticos durante o exercício são dependentes da intensidade, contudo as contribuições de cada substrato estão diretamente ligadas a característica e organização metodológica do programa de treinamento (agrupada ou alternada como no presente estudo), onde intensidade e duração são responsáveis por determinar maior ou menor oxidação de ácidos graxos ou glicose [24].

Uma sessão de *Cross Training* é composta por blocos de treinamento em que são estimulados diferentes componentes da aptidão física (coordenação, força e potência muscular, aptidão cardiorrespiratória etc.) denominada sessão multicomponente [25]. A organização do treinamento é realizada em circuito intermitente o que possibilita diferentes adaptações às capacidades físicas dos indivíduos [26] como foi observado no presente estudo. Melhora na força muscular isométrica máxima lombar e de preensão manual foram observados no grupo CTG. Embora ambos os grupos tenham realizado um bloco específico para força muscular, o intervalo de recuperação para determinados grupamentos musculares foi menor para o CTG (figura 2), devido a esse fato, tais adaptações apresentaram maior magnitude de efeito nesse grupo [27]. Além disso, aumento da força isométrica também está associado à diminuição do risco de morte por qualquer causa [27], representando um importante indicador de saúde dos indivíduos. Para indivíduos inativos, o aumento da força muscular em treinamentos de curta e média duração são justificados pela adaptação neural comumente observada em indivíduos que iniciam um programa de treinamento baseado na força muscular. Esses benefícios se associam principalmente a coordenação e recrutamento de novas unidade motoras, bem como o maior impulso neural para ativação de demais fibras durante o movimento [28].

Outro fato importante em relação às capacidades físicas avaliadas no presente estudo está associado à aptidão cardiorrespiratória, que apresentou melhora em ambos os grupos. Ou seja, os protocolos de treinamento, provavelmente promoveram adaptações nas funções de captação, transporte e utilização do oxigênio pelo organismo (hipotetizada pelo aumento da performance de endurance), características do treinamento de alta intensidade [29]. Essas adaptações podem ser decorrentes de melhora no sistema cardiovascular desde o ponto de vista periférico, promovendo aumento da densidade capilar, até adaptações centrais, estimulando aumento no volume de ejeção cardíaco [30]. Além disso, a alta intensidade observada em ambos os protocolos de exercício também pode ser considerada um fator preponderante para o aumento da aptidão cardiorrespiratória nos indivíduos do presente estudo [31].

Ao melhor conhecimento dos autores, este é o primeiro estudo que compara as adaptações provenientes de dois tipos organização de circuito no treinamento funcional de alta intensidade. Devido a esse fato, algumas limitações podem ser apontadas como forma de embasar estudos posteriores. O não controle da dieta é apontado pela Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (2017) [32] como uma variável interveniente em estudos que visam investigar a composição corporal como desfecho. Não obstante foi dada uma pauta aos indivíduos que compunham a amostra para que mantivessem seus hábitos alimentares, evidenciando assim a influência específica do exercício na composição corporal contida em seus hábitos de vida. Além disso, a falta de grupo controle não apresenta uma referência do cotidiano e influência quanto a hábitos alimentares que eventualmente pudessem contribuir na mudança da composição corporal.

Conclusão

Em conclusão, o presente estudo revelou que tanto o *Cross Training* organizado em circuito agrupado como alternado foram eficazes na redução da massa adiposa, aumento da massa muscular e aptidão cardiorrespiratória em jovens adultos. No entanto, o circuito agrupado apresentou maior magnitude do efeito sobre a força muscular isométrica máxima de músculos lombares e de preensão manual.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Da Silva-Grigoletto ME e Almeida MB. **Obtenção de dados:** Pereira Neto E, Brandão LHA e Chaves LMS. **Análise e interpretação dos dados:** Todos os autores. **Análise estatística:** Brandão LHA e Chaves LMS. **Obtenção de financiamento:** Não se aplica. **Redação do manuscrito:** Pereira Neto E, Brandão LHA e Chaves LMS. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Da Silva-Grigoletto ME, Almeida MB.

Referências

1. González K, Fuentes J, Márquez JL. Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean J Fam Med* 2017;38(3):111. Available from: <http://kjfm.or.kr/journal/view.php?doi=10.4082/kjfm.2017.38.3.111>
2. Roshanravan B, Gamboa J, Wilund K. Exercise and CKD: Skeletal muscle dysfunction and practical application of exercise to prevent and treat physical impairments in CKD. *Am J Kidney Dis* 2017;69(6):837-52. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2017.01.051>.
3. Hauser C, Benetti M, Rebelo FP V. Estratégias para o emagrecimento. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 2004;6(1):72-81.
4. Hunter G, Fisher G, Neumeier W, Carter S, Plaisance E. Exercise training and energy expenditure following weight loss. *Med Sci Sports Exerc* 2017;47(9):1032-57. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000622>
5. Thompson W. Worldwide survey of fitness trends for 2019. *Acsms Heal Fit J* 2018;22(6):10-7. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000438>
6. Silva-Grigoletto ME, Brito CJ, Heredia JR. Treinamento funcional: Funcional para que e para quem? *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 2014;16(6):714-9. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n6p714>.
7. Santos M, Vera-Garcia F, Silva Chaves L, Brandão LH, Silva DR., Silva Grigoletto ME. Are core exercises important to functional training protocols? *Rev Andaluza Med del Deport [Internet]*. 2018;11(4):237-44. <https://doi.org/10.33155/j.ramd.2018.02.002>
8. Evangelista AL, La Scala Teixeira C, Machado AF, Pereira PE, Rica RL, Bocalini DS. Effects of a short-term of

- whole-body, high-intensity, intermittent training program on morphofunctional parameters. *J Bodyw Mov Ther* 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.01.013>
9. Toraman N, Erman A, Agyar E. Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Hum Kinet* 2004;12(1):538–53. <https://doi.org/10.1123/japa.12.4.538>
 10. Fonseca FR, Karloh M, Araujo SLP, Reis CM, Mayer A. Validação de um sistema de análise de impedância bioelétrica para a avaliação da composição corporal de pacientes com DPOC. *J Bras Pneumol*. 2018;44(4):315–20. <https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000121>.
 11. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23(6):1430–53. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>.
 12. De Witt JK, English KL, Crowell JB, Kalogera KL, Williams ME, Nieschwitz BE, et al. Isometric mid-thigh pull reliability and relationship to deadlift 1RM. *J Strength Cond Res* 2016;1. [h10.https://doi.org/10.519/JSC.000000000001605](https://doi.org/10.519/JSC.000000000001605)
 13. Innes E. Handgrip strength testing: A review of the literature. *Aust Occup Ther J* 1999;46(3):120–40. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1630.1999.00182.x>
 14. Oberacker LM, Davis SE, Haff GG, Gavin LM. The yo-yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *J Strength Cond Res* 2012;26(10):2734–40. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227538.20799.08>.
 15. La Scala Teixeira CV, Evangelista AL, Pereira PEA, Silva-Grigoletto ME, Bocalini DS, Behm DG. Complexity: a novel load progression strategy in strength training. *Front Physiol*. 2019;10(June). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00839>
 16. Rhea M. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):918–20. <https://doi.org/10.1519/14403.1>.
 17. Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Georgakouli K, Draganidis D, Deli CK, Papanikolaou K, et al. High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detaining randomized controlled trial. *PLoS One* 2018;13(8):1–21.
 18. Brisebois M, Rigby B, Nichols D. Physiological and fitness adaptations after eight weeks of high-intensity functional training in physically inactive adults. *Sports* 2018;6(4):146. <https://doi.org/10.3390/sports6040146>
 19. National Institute of Health. Managing overweight and obesity in adults: Systematic evidence review from the obesity expert panel [Internet]. National Heart, Lung, and Blood Institute. 2013. 501 p. Available from: <https://www.nhlbi.nih.gov/sites/default/files/media/docs/obesity-evidence-review.pdf>
 20. Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith JC, Weiss LW. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports* 2004;14(3):176–85. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2003.371.x/abstract>
 21. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. *PLoS One* 2018;13(6):e0198324.
 22. Clark JE, Goon DT. The role of resistance training for treatment of obesity related health issues and for changing health status of the individual who is overfat or obese: A review. *J Sports Med Phys Fitness* 2015;55(3):205–22.
 23. Fatouros IG. Is irisin the new player in exercise-induced adaptations or not? A 2017 update. *Clin Chem Lab Med* 2018;28;56(4):525–48. <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0674>
 24. Moghetti P, Bacchi E, Brangani C, Donà S, Negri C. Metabolic effects of exercise. *Front Horm Res* 2016;47:44–57. <https://doi.org/10.1159/000445156>
 25. Silva-Grigoletto ME, Santos MS, García-Manso JM. *Cross Training: Treinamento Funcional de Alta Intensidade*. 1st ed. São Paulo:Lura; 2018. 15–151 p.
 26. Waller M, Miller J, Hannon J. Resistance circuit training: Its application for the adult population. *Strength Cond J* 2011;33(1):16–22. <https://doi.org/10.1519/SSC.ob013e3181f45179>
 27. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: Prospective cohort study. *BMJ* 2008;337(7661):92–5.
 28. Kliszczewicz B, McKenzie M, Nickerson B. Physiological adaptation following four-weeks of high-intensity functional training. *Vojnosanit Pregl Med Pharm J Serbia* 2019;76(3):272–7. <https://doi.org/10.2298/VSP170228095K>
 29. Mcrae G, Payne A, Zelt JGE, Scribbans TD, Jung ME, Little JP, et al. Extremely low volume, whole-body aerobic- resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37(6):1124–31. <https://doi.org/10.1139/h2012-093>
 30. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol* 2017;595(9):2915–30. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
 31. Gormley S, Swain D, High R, Spina R, Dowling E, Kotipalli U, et al. Effect of intensity of aerobic training on $\dot{V}O_{2max}$. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(7):1336–43. <https://doi.org/10.1249/MSS.ob013e31816c4839>.
 32. Aragon AA, Schoenfeld BJ, Wildman R, Kleiner S, VanDusseldorp T, Taylor L, et al. International society of sports nutrition position stand: Diets and body composition. *J Int Soc Sports Nutr* 2017;14(1):1–19.