










EFEITOS DE UM PROGRAMA DE FUTEBOL REDUZIDO SOBRE OS PARÂMETROS DE SAÚDE DE CRIANÇAS OBESAS

EFFECTS OF A SMALL-SIDED SOCCER PROGRAM ON HEALTH PARAMETERS IN OBESE CHILDREN

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE FÚTBOL REDUCIDO EN LOS PARÁMETROS DE SALUD DE NIÑOS OBESOS

Carolina Dertzbocher Feil Pinho¹ 
(Profissional de Educação Física)
Juliano Boufleur Farinha¹ 
(Profissional de Educação Física)
Salime Donida Chedid Lisboa¹ 
(Profissional de Educação Física)
Natália Carvalho Bagatini¹ 
(Profissional de Educação Física)
Gabriela Tomedi Leites² 
(Fisioterapia)
Rogério da Cunha Voser¹ 
(Profissional de Educação Física)
Anelise Reis Gaya¹ 
(Profissional de Educação Física)
Alvaro Reischak-Oliveira¹ 
(Profissional de Educação Física)
Giovani dos Santos Cunha¹ 
(Profissional de Educação Física)

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Laboratório de Fisiologia do Exercício, Porto Alegre, RS, Brasil.
2. Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

Correspondência:

Carolina Dertzbocher Feil Pinho
Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico,
Porto Alegre, RS, Brasil. 90690-200.
cacadfpinho@gmail.com

RESUMO

Introdução: A obesidade infantil está aumentando e, como consequência, gera complicações de saúde decorrentes do comportamento sedentário e baixos níveis de aptidão física. Existem poucos estudos que envolvem crianças, perfis metabólicos e cardiorrespiratórios e futebol. **Objetivo:** O objetivo foi medir os efeitos de um programa de futebol recreativo reduzido de 12 semanas sobre o risco cardiometabólico e respostas individuais em meninos com sobrepeso ou obesos. **Métodos:** Treze meninos de 8 a 12 anos ($34,9 \pm 11,6\%$ de gordura corporal) participaram de um programa de treinamento de futebol recreativo reduzido de 12 semanas com duas sessões de 80 minutos por semana em intensidades acima de 80% da frequência cardíaca máxima. As características antropométricas, a aptidão cardiorrespiratória, o perfil metabólico e as respostas individuais do pico de consumo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$), carga máxima de trabalho ($W_{\text{máx}}$), glicemia e insulina em jejum, HOMA-IR, LDL-C, HDL-C, CT e TG foram medidos pré e pós-treinamento. **Resultados:** considerando as respostas individuais dos participantes, o treinamento recreativo de futebol foi eficaz para melhorar as variações da potência máxima e do tempo até a exaustão, bem como promover pelo menos uma alteração benéfica nos fatores de risco cardiometabólico em 84% das crianças com sobrepeso ou obesidade. Não houve diferenças entre as características antropométricas pré e pós-programa, perfis metabólicos ou $VO_{2\text{pico}}$. **Conclusões:** Doze semanas de programas de futebol recreativo reduzido foram capazes de melhorar a potência máxima e a capacidade anaeróbica, bem como manter os níveis de fatores de risco cardiometabólicos em meninos com sobrepeso e obesos. **Nível de evidência I; Estudo prospectivo de alta qualidade (todos os pacientes foram inscritos no mesmo estágio da doença, com > 80% dos pacientes inscritos).**

Descritores: Obesidade; Futebol; Aptidão física; Saúde; Crianças.

ABSTRACT

Introduction: Childhood obesity is increasing and, as a consequence, it generates health complications resulting from sedentary behavior and low levels of physical fitness. There are few studies involving children, metabolic and cardiorespiratory profiles, and soccer. **Objective:** The purpose was to measure the effects of a 12-week recreational small-sided soccer program on cardiometabolic risk and individual responses to cardiometabolic risk factors in overweight or obese boys. **Methods:** Thirteen boys aged 8-12 years ($34.9 \pm 11.6\%$ body fat) participated in a 12-week recreational small-sided soccer training program with two 80-minute sessions per week at intensities over 80% of the maximal heart rate. Anthropometric characteristics, cardiorespiratory fitness, metabolic profile, individual responses to peak oxygen uptake ($VO_{2\text{peak}}$), maximal workload (W_{max}), fasting blood glucose, insulin, HOMA-IR, LDL-C, HDL-C, TC, and TG were measured both pre- and post-training. **Results:** Considering the individual responses of the participants, recreational soccer training was effective in improving variations in maximum power and exhaustion time, as well as promoting at least one beneficial change in cardiometabolic risk factors in 84% of the overweight or obese children. There were no differences between pre- and post-program anthropometric characteristics, metabolic profiles, or $VO_{2\text{peak}}$ values. **Conclusion:** Twelve-week recreational small-sided soccer programs were able to improve maximal power and anaerobic capacity and maintain cardiometabolic risk factor levels in overweight and obese boys. **Level of evidence I; High-quality prospective study (all patients were enrolled at the same stage of disease, with >80% of patients enrolled).**

Keywords: Obesity; Soccer; Physical fitness; Health; Children.

RESUMEN

Introducción: La obesidad infantil está aumentando y, como consecuencia, genera complicaciones de salud derivadas del comportamiento sedentario y de los bajos niveles de aptitud física. Existen pocos estudios sobre niños, perfiles metabólicos, cardiorrespiratorios y fútbol. **Objetivo:** El objetivo fue medir los efectos de un programa de fútbol recreativo reducido de 12 semanas sobre el riesgo cardiometabólico y respuestas individuales en niños con sobrepeso u obesos. **Métodos:** Trece niños de 8 a 12 años ($34,9 \pm 11,6\%$ de grasa corporal) participaron en un programa de entrenamiento de fútbol recreativo reducido de 12 semanas con dos sesiones de 80 minutos por semana a intensidades superiores al 80% de la frecuencia cardíaca máxima. Se midieron las características antropométricas, la aptitud



cardiorrespiratória, o perfil metabólico e as respostas individuais do consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}), a carga de trabalho máxima (W_{max}), a glicemia e a insulina em ayunas, HOMA-IR, LDL-C, HDL-C, CT e TG antes e depois do treinamento. Resultados: Tendo em conta as respostas individuais, o treinamento de futebol recreativo foi eficaz para melhorar as variações de potência máxima e o tempo até o agotamento, assim como para promover ao menos um benefício em os fatores de risco cardiometabólico em 84% dos meninos com sobrepeso e obesidade. Não houve diferenças entre as características antropométricas, os perfis metabólicos ou o pico de VO_2 antes e depois do programa. Conclusões: Doze semanas de programas de futebol recreativo reduzido foram capazes de melhorar a potência máxima e a capacidade anaeróbica, assim como de manter os níveis de fatores de risco cardiometabólicos em meninos com sobrepeso e obesidade. **Nível de evidência I; Estudo prospectivo de alta qualidade (todos os pacientes se inscreveram na mesma etapa da doença, com > 80% dos pacientes inscritos).**

Descritores: Obesidade; Futebol; Aptidão física; Saúde; Crianças.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329012021_0398

Artigo recebido em 13/09/2021 aprovado em 20/12/2021

INTRODUÇÃO

A epidemia global de obesidade tem sido considerada um grande problema de saúde pública, principalmente devido ao aumento do risco de várias doenças crônicas graves, como diabetes, hipertensão, câncer e dispnéia.¹ A obesidade infantil decorre de uma combinação de fatores, inclusive atividade física (AF) insuficiente.² Por conta disso, os esportes em grupo surgiram como possível intervenção para aumentar a AF.^{3,4} No entanto, pouco se sabe sobre os benefícios dos esportes em grupo sobre os fatores de risco cardiometabólicos (hipertensão, lipemia, glicemia, resistência à insulina e baixa atividade física e aptidão física) e aptidão física relacionada com a saúde (aptidão cardiorrespiratória e muscular) em crianças com sobrepeso ou obesidade.

A atividade física inadequada tem sido associada ao aumento do risco de obesidade infantil,² e o futebol é um dos esportes mais populares do mundo e pode melhorar a composição corporal,^{3,5} marcadores bioquímicos,^{3,4} forças de preensão manual⁶ e respostas cardiorrespiratórias.³⁻⁷ Da mesma forma, o treino de futebol é considerado treinamento completo com aptidão de amplo espectro e pode ser uma importante alternativa para o tratamento da obesidade infantil.⁸

A obesidade tem causas multifatoriais, e as respostas individuais aos programas de treinamento devem ser consideradas mesmo quando o exercício é realizado em grupo. Na era da medicina personalizada, as diferenças interindividuais na magnitude da resposta a um programa de treinamento físico (resposta individual) têm recebido crescente interesse científico.⁹⁻¹² Indivíduos com estímulo semelhante podem obter diferentes benefícios depois de um programa de treinamento físico e são considerados respondedores (R), ao passo que aqueles cujas respostas permanecem inalteradas ou pioram são considerados não respondedores (NR).¹¹ Por esse motivo, o objetivo do presente estudo foi medir os efeitos de um programa de futebol recreativo de 12 semanas sobre fatores de risco cardiometabólico, lipemia de jejum, glicemia de jejum, insulina de jejum, Modelo de Avaliação da Homeostase da Resistência à Insulina (HOMA-IR), VO_{2pico} e carga máxima de trabalho ($W_{máx}$) e respostas individuais em meninos com sobrepeso ou obesidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Treze meninos com idades entre 8 e 12 anos foram recrutados para este estudo quase experimental para investigar os efeitos de um programa de futebol recreativo reduzido de 12 semanas. Todos os participantes realizavam apenas educação física na escola e foram orientados a manter seus hábitos diários durante a intervenção. O estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade (ID do Projeto de Caso: 53943116300005347) e foi conduzido de acordo com os padrões estabelecidos pela Declaração de Helsinque. Os meninos e seus responsáveis legais foram informados sobre o protocolo experimental e os riscos potenciais e forneceram o termo de consentimento livre e esclarecido assinado antes da participação.

Critérios de inclusão e exclusão

O estudo incluiu meninos com sobrepeso ou obesidade definidos pelos critérios: escore Z do índice de massa corporal (escore Z do IMC) ≤ 2 desvios padrão (DP) foram classificados como sobrepeso (quatro meninos) e escore Z do IMC > 2 DP foram classificados como obesos (nove meninos)^{13,14} e que estavam matriculados no sistema escolar. Foram excluídos os meninos que tinham alguma incapacidade para a prática de exercícios físicos ou que utilizavam medicamentos que pudessem influenciar os resultados do estudo.

Medidas antropométricas e estado de maturidade

A massa corporal, a estatura e a altura sentada foram avaliadas em balança digital e estadiômetro (Urano PS 180A, resolução de 0,1 kg e 0,01 m; Rio Grande do Sul, Brasil), respectivamente. Esses valores foram utilizados para calcular o IMC com a seguinte equação: massa corporal (kg)/altura² (m). Foram medidas oito dobras cutâneas (mm): tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespal, abdominal, coxa anterior e panturrilha medial (compasso de dobras cutâneas Mitutoyo-CESCORF, Porto Alegre-RS, Brasil).¹⁵ Os pontos de referência para cada dobra cutânea e a medida da circunferência da cintura estavam de acordo com os procedimentos descritos anteriormente.¹⁵ As equações propostas por Slaughter et al.¹⁶ foram utilizadas para estimar os percentuais de gordura corporal e de massa sem gordura. A altura sentada foi usada para estimar os anos de pico de velocidade de crescimento de acordo com Mirwarid et al.¹⁷

Aptidão cardiorrespiratória

Foi realizado um teste de exercício incremental, usando o McMaster All-Out Progressive Continuous Cycling Test.^{18,19} O teste iniciou com 25 W e teve incrementos de 25-50 W a cada 2 minutos, de acordo com a altura do participante, mantendo a cadência entre 60 e 80 rpm. As medidas de VO_2 e VCO_2 expirados foram feitas continuamente usando equipamentos metabólicos calibrados (Quark CPET, Cardio Pulmonary Exercise Test, COSMED-Itália). O pico foi considerado o maior valor de consumo de oxigênio (VO_2) em todo o protocolo. Os participantes foram encorajados verbalmente durante o teste para atingir seu desempenho máximo. Para ser considerado um esforço exaustivo, cada participante teve que satisfazer pelo menos dois dos seguintes critérios ao término do teste de cicloergômetro devido à exaustão volitiva: (1) Patamar de VO_2 , definido como um aumento do VO_2 menor que 2,1 mL.kg⁻¹.min⁻¹ acompanhado de aumento da intensidade do exercício.²⁰ (2) Ao final do teste, a frequência cardíaca era de 95% da frequência cardíaca máxima prevista [$208 - (0,7 \times \text{idade})$] = $FC_{máx}$.²¹ (3) Razão de troca respiratória (RER) $\geq 1,0$.²² (4) Apesar do forte incentivo verbal, incapacidade de manter uma cadência de ciclismo acima de 60 rpm.¹⁸ A frequência cardíaca

foi medida com um monitor de frequência cardíaca (Polar, S610 EUA). Os participantes deveriam ter demonstrado sinais evidentes de esforço físico extremo, como rubor facial e caretas, sudorese, hiperpneia e marcha instável, ao final do teste.²² O $W_{m\acute{a}x}$ foi considerado a carga de trabalho correspondente à última etapa concluída do teste de exercício incremental. A $W_{m\acute{a}x}$ foi considerada um indicador de aptidão muscular.

Medidas metabólicas

Para a análise bioquímica, foram coletados glicemia de jejum, insulina de jejum, triglicérides (TG), colesterol total (CT), colesterol HDL (HDL-C) e colesterol LDL (LDL-C) depois de 10 a 12 horas de jejum. Uma amostra de 8 ml de sangue foi coletada por punção venosa e armazenada em tubos com gel anticoagulante específico (EDTA). As amostras foram então centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos, e as alíquotas de plasma foram armazenadas a -80°C para análise posterior. Glicemia, TG, CT e HDL-C foram determinados por testes colorimétricos enzimáticos (Cobas C111, Roche, Diagnostics, Basileia, Suíça). A insulina em jejum foi avaliada por kits para seres humanos (DRG International, Springfield, EUA) e determinada por um ensaio imunoenzimático (ELISA). A resistência à insulina foi estimada usando o modelo de avaliação da homeostase da resistência à insulina: HOMA-IR é a abreviatura para [glicemia de jejum (mmol.L-1) insulina em jejum (uUml-1)] 22,5. O LDL-C foi estimado usando a equação de Friedewald: LDL-C: CT HDL-C TG 5.

Classificação dos respondentes e não respondentes

A porcentagem de respondedores e não respondedores foi obtida de acordo com estudos anteriores, considerando $\Delta\%$ de efeito (% do após menos o valor antes).^{9,10,12} Para considerar os efeitos clínicos e individuais aceitáveis, foram utilizados os valores de $\Delta\%$ obtidos em estudos previamente publicados com parâmetros públicos e metabólicos semelhantes ao presente estudo, definindo pontos de corte como: TG (pontos de corte – 10,1 mg.dl⁻¹, R > 10%), CT (alteração dos pontos de corte – 7,7 mg.dl⁻¹, R > 5%), HDL-C (alteração dos pontos de corte 4,2 mg.dl⁻¹, R > 10%), LDL-C (alteração dos pontos de corte – 12,4 mg.dl⁻¹, R > 10%), e HOMA-IR (alteração dos pontos de corte – 1,0, R > 30%).¹²

Programa de futebol recreativo reduzido

Treze meninos participaram de um programa de treinamento de futebol recreativo reduzido de 12 semanas com duas sessões por semana. O treinamento teve duração de 90 minutos e foi dividido nas seguintes seções: aquecimento (10 minutos) com jogos lúdicos; exercícios técnicos (15 minutos) para aprender fundamentos específicos (passe, chute, controle de bola, etc.); jogos de futebol reduzido (20 a 40 minutos) com jogos adaptados começando com [2 vs. 2, 3 vs. 3, 4 vs. 4, 5 vs. 5] e suas variações nas mudanças no tamanho da quadra para dar a dinâmica do jogo; e relaxamento (5 minutos). Na parte principal, houve aumento no volume de tempo de jogo livre, com intervalos de 1 a 3 minutos para recuperação a cada 5 minutos de jogo. Durante as primeiras quatro

semanas, houve 20 minutos de jogos de futebol reduzidos, aumentando para 30 minutos nas quatro semanas seguintes e depois para 40 minutos nas últimas quatro semanas. A intensidade do treinamento foi monitorada no final de cada atividade (aquecimento, treinos técnicos, jogos de futebol reduzidos) por meio de um monitor de frequência cardíaca. Durante jogos reduzidos de futebol, os meninos foram monitorados para manter a frequência cardíaca acima de 80% da $FC_{m\acute{a}x}$ obtida no teste de exercício incremental máximo. Todos os participantes tiveram que completar 80% das sessões de treinamento. Os indivíduos com três faltas consecutivas não tiveram seus dados computados. Todos os participantes foram instruídos a não alterar seus hábitos regulares de atividade física durante o experimento.

Análise estatística

A normalidade e a homogeneidade dos dados foram verificadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os testes T pareados foram usados para comparar o pré-teste com os resultados pós-teste. Os dados são apresentados como desvio padrão da média. As medidas do tamanho do efeito foram calculadas pelo teste *d* de Cohen, e a magnitude do tamanho do efeito foi classificada de acordo com os seguintes critérios: *d* < 0,2 foi considerado “trivial”, 0,2-0,59 foi considerado “pequeno” e 0,6-1,19 representava “moderado”, 1,2-1,99 foi considerado “alto”, 2,0-3,9 foi considerado “muito alto” e > 4 constituiu “próximo de perfeito”.²³ Foi adotado um nível de significância de 0,05 para todos os testes estatísticos, e foi utilizado o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 20.0.

RESULTADOS

As características antropométricas pré e pós-treinamento estão descritas na Tabela 1. O $W_{m\acute{a}x}$ mais alto e o aumento do tempo até a exaustão no teste de aptidão cardiorrespiratória foram significativos depois do período de 12 semanas. Não foram encontradas diferenças significativas entre pré e pós-programa recreativo para glicemia de jejum, insulina em jejum, HOMA-IR, CT, TG, LDL-C, HDL-C e VO_{2pico} . Os dados são descritos na Tabela 2.

A (Figura 1) apresenta as respostas individuais para fatores de risco cardiometabólicos. Neste estudo, 46% dos meninos foram considerados respondedores ao CT; 38% para LDL-C, 23% para HDL-C, TG e HOMA-IR, respectivamente. A (Figura 2) mostra as respostas individuais de cada participante no HOMA e no perfil lipêmico.

DISCUSSÃO

O treinamento de futebol recreativo foi eficaz depois de 12 semanas quanto à melhora da potência máxima e do tempo até a exaustão, além de promover pelo menos uma mudança benéfica nos fatores de risco cardiometabólico em 84% das crianças com sobrepeso ou obesidade, quando consideradas as respostas individuais. O percentual dos indivíduos

Tabela 1. Medidas antropométricas pré e pós-programa de treinamento de futebol recreativo.

Variáveis	Pré-treinamento	Pós-treinamento	$\Delta\%$	P	d de Cohen	d de Cohen qualitativo
Idade (anos)	9,6 ± 1,3	9,8 ± 1,3	-	-	-	-
Peso corporal (kg)	55,1 ± 14,8	55,9 ± 14,6	1,5	0,203	0,05	Trivial
Estatuta (m)	1,43 ± 0,1	1,45 ± 0,1	1,4	0,02*	0,1	Trivial
ΣDC (mm)	212 ± 78	219 ± 75	3,2	0,384	0,09	Trivial
Anos de PHV	-4,1 ± 0,9	-3,9 ± 1,1	-	-	-	-
IMC (kg/m ²)	26,5 ± 6,1	26,3 ± 6,01	-0,7	0,955	0,03	Trivial
Gordura corporal (%)	34,9 ± 11,6	36,8 ± 12,6	5,1	0,248	0,1	Trivial
FFM (%)	65,1 ± 11,6	63,1 ± 12,6	-3,0	0,295	0,1	Trivial
Gordura corporal (kg)	20,6 ± 11,9	22,0 ± 12,0	6,4	0,303	0,1	Trivial
FFM (kg)	34,6 ± 4,5	33,8 ± 4,7	-2,3	0,352	0,1	Trivial

Os dados dos testes t pareados são expressos como média ± desvio padrão. *Diferenças significantes (p < 0,05). Abreviações: $\Delta\%$ Alterações Delta; ΣDC : Soma de dobras cutâneas; IMC: Índice de massa corporal; FFM: Massa sem gordura; PHV = Pico de velocidade de crescimento.

Tabela 2. Glicose, insulina, lipemia, HOMA-IR e VO₂pico pré e pós-programa de treinamento de futebol recreativo.

Variáveis	Pré-treinamento	Pós-treinamento	P	Δ%	ES	ES qualitativo
Glicose (mg.dl ⁻¹)	97.8 ± 7.1	95.3 ± 7.9	0.33	-2.5	0.33	Pequeno
Insulina (μU.ml ⁻¹)	20.8 ± 7.8	20.2 ± 5.9	0.81	-2.8	0.08	Trivial
HOMA-IR	4.9 ± 1.7	4.7 ± 1.2	0.06	-4.0	0.13	Trivial
CT (mg.dL ⁻¹)	147.2 ± 30.3	147.3 ± 29.6	0.98	0.06	0.003	Trivial
TG (mg.dL ⁻¹)	88.1 ± 25.3	99.6 ± 31.6	0.28	13.1	0.4	Pequeno
LDL-C (mg.dL ⁻¹)	93.7 ± 34.5	91.3 ± 31,1	0.70	-2.5	0.007	Trivial
HDL-C (mg.dL ⁻¹)	45.0 ± 11.4	46.4 ± 11.5	0.23	3.1	0.1	Trivial
VO _{2peak} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	27.9 ± 8.8	27.2 ± 6.3	0.52	-2.5	0.09	Trivial
VO _{2peak} (mL.min ⁻¹)	1412 ± 347	1473 ± 293	0.32	4.1	0.18	Trivial
W _{máx} (Watts)	67.6 ± 31.13	87.6 ± 20,8	0.004*	22.8	0.75	Moderada
Tempo de teste (s)	495 ± 186	576 ± 150	0.02*	14.0	0.40	Moderada

Os dados são expressos como média ± desvio padrão. Abreviações: Δ% Alterações delta; HOMA-IR: modelo de avaliação da homeostase da resistência à insulina; CT: colesterol total; TG: triglicérides; HDL-C: HDL colesterol; LDL-C: LDL colesterol; VO₂pico: consumo máximo de oxigênio; W_{máx}: carga máxima de trabalho; ES = Tamanho do efeito d de Cohen; s: segundos.

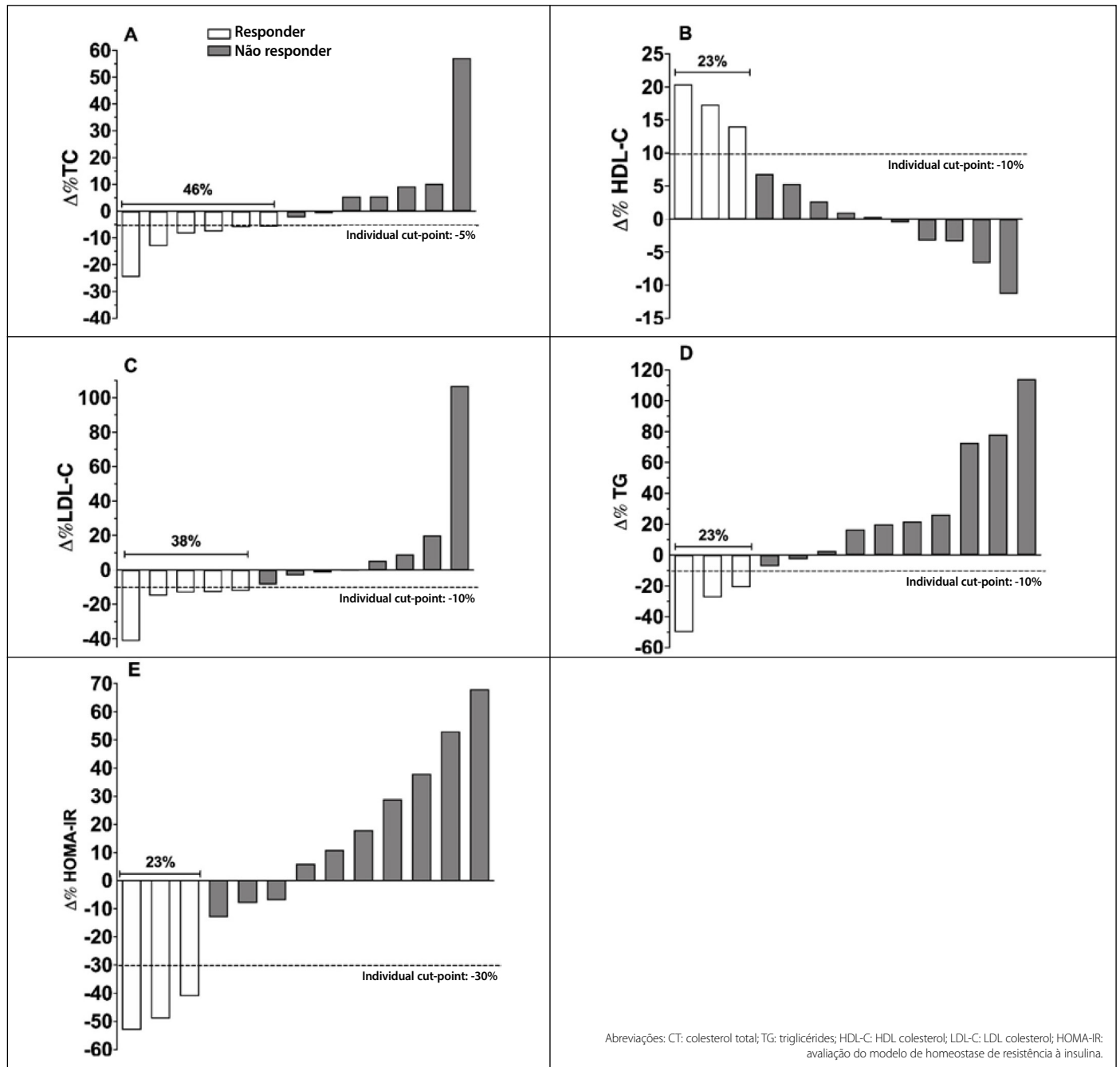


Figura 1. Percentual de respondedores para CT (A), HDL-C (B), LDL-C (C), TG (D) e HOMA-IR (E) depois do programa de treinamento recreativo de futebol reduzido.

Variáveis	Respostas individuais													R	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
TC (mg/dL)															46%
HDL-C (mg/dL)															23%
LDL-C(mg/dL)															38%
TG (mg/dL)															23%
HOMA-IR															23%
Overall NR															84%

Abreviações: CT: colesterol total; HDL-C: HDL colesterol; LDL-C: LDL colesterol; TG: triglicérides; HOMA-IR: modelo de avaliação da homeostase da resistência à insulina; R: respondedores; NR: não respondedores.

Figura 2. Respostas individuais do perfil lipêmico e HOMA depois de 12 semanas de programa de futebol recreativo reduzido. Quadro branco: Denota casos que mudaram positivamente (respondedores). Quadro de listagem horizontal: Denota casos que não mudaram positivamente depois do treino de futebol (não respondedores). Quadro preto: Denota indivíduos que não conseguiram melhorar nenhuma variável tanto do perfil lipêmico quanto do HOMA (Não respondedores em geral).

considerados respondedores foi de 46% para CT, 38% para LDL-C, 23% para HDL-C, TG e HOMA-IR, respectivamente. Compreender as respostas individuais é importante devido à complexidade do tratamento da obesidade, e podemos propor uma abordagem benéfica para o controle da obesidade infantil, pois faltam estudos que relatem os efeitos de intervenções esportivas individuais e em grupo sobre fatores de risco cardiometabólicos em meninos em idade pré-escolar com sobrepeso ou adolescentes obesos.

Encontramos um tamanho de efeito moderado e significativo no tempo até a exaustão e carga máxima no teste de cicloergômetro máximo, o que indica maior tolerância à fadiga. As crianças apresentaram ganhos significativos com aumento de 1 minuto e 21 segundos no tempo total do teste e atingiram carga máxima superior a 20 W com relação ao período pré-treino. As respostas podem ser vinculadas a melhoras periféricas. As atividades realizadas pelo treinamento do futebol, como *sprints*, chutes e mudanças de direção, estão relacionadas com adaptações mitocondriais, capilarização muscular, atividade enzimática e adaptações neuromusculares, movimentos que geram potência e melhoram as adaptações periféricas que parecem preceder a adaptação central.²⁴

O aumento da via metabólica anaeróbica e da aptidão muscular está de acordo com a literatura, onde se constatou que a intervenção do futebol estimula e aumenta a resistência das crianças em 22% após seis semanas, enquanto atividades de baixa a moderada intensidade e sem estrutura de treinamento parecem não induzir adaptações positivas.²⁵ No presente estudo, encontramos um aumento de 29% na $W_{máx}$ alcançada durante o teste de esforço cardiopulmonar. Em grupo semelhante ao do presente estudo (crianças com obesidade), depois de seis meses de treinamento, Faude et al.²⁶ também verificaram um aumento de 7% na $W_{máx}$ alcançada após treino de futebol, enquanto o grupo que realizou exercício aeróbico aumentou 6%. Essas respostas parecem ser independentes da frequência semanal de treinamento, pois tanto o presente estudo quanto o de Faude et al.²⁶ levaram ao aumento da aptidão muscular com duas e três vezes por semana.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre os programas de futebol recreativo reduzido pré e pós HOMA-IR, lipemia e VO_{2pico} médio. É importante destacar que os meninos já apresentavam valores de lipemia considerados normais para a idade anterior ao treino de futebol. Nesse sentido, a obesidade é um processo inflamatório crônico progressivo e os resultados indicam que um

programa de futebol recreativo foi capaz de prevenir alterações nos fatores de risco cardiometabólicos.

Com relação à resposta individual, nossos achados indicam que 23% dos meninos responderam a HOMA-IR e melhoraram a sensibilidade à insulina, indicando que intervenções com alta intensidade de exercício (85% de $FC_{máx}$) podem conter a progressão do processo inflamatório.^{3,9,12} Com relação à gordura corporal, os indivíduos que apresentaram maior redução de adiposidade foram os que tiveram melhora da sensibilidade à insulina e o HOMA-IR, o que indica que intervenções com alta intensidade de exercício podem melhorar a composição corporal e promover benefícios à saúde.^{3,27}

Para crianças com sobrepeso ou obesidade, a baixa aptidão cardiorrespiratória está relacionada a valores ruins de aptidão física, altas taxas de doenças crônicas e mortalidade.²⁸ Não houve diferenças significativas na aptidão cardiorrespiratória medida pelo VO_{2pico} antes e após o programa de futebol. Uma possível explicação é que mesmo com alta intensidade próxima ao limiar anaeróbico, a duração do programa de futebol e a frequência semanal podem ter sido insuficientes para melhorar os indicadores de saúde de forma mais efetiva.² Seabra et al.⁴ constataram aumento de 11,3% no VO_{2pico} em meninos (11 anos) e Vasconcellos et al.³ encontraram aumento de 31% em adolescentes (13 anos) com intervenção três vezes por semana.

No tocante às respostas das crianças ao VO_{2pico} , os resultados ainda são controversos, pois muitos fatores, como idade cronológica, maturação biológica e composição corporal, além de fatores genéticos e ambientais, podem influenciar a aptidão cardiorrespiratória,²⁹ e desconhecemos estudos que tenham avaliado as respostas cardiorrespiratórias individuais (respondedores e não respondedores) em crianças depois da participação em programa de futebol recreativo.

Este estudo apresenta pontos fortes, como um pequeno programa recreativo de futebol de 12 semanas, duas vezes por semana, que poderia melhorar a capacidade anaeróbica e apresentar respostas benéficas para o controle da obesidade. Além disso, destaca que alguns indivíduos requerem de maior carga ou volume de treinamento para reduzir os riscos cardiometabólicos. No entanto, o estudo apresenta algumas limitações, como a ausência de um grupo controle que pudesse trazer respostas mais efetivas quanto às respostas do treinamento e o tamanho amostral relativamente pequeno, em que mesmo depois de realizar um cálculo amostral, a perda de amostra do estudo foi significativa e limitou as respostas encontradas.

Concluiu-se que doze semanas de programas de futebol recreativo reduzido foram capazes de melhorar a potência máxima, a capacidade anaeróbica e manter os níveis de fatores de risco cardiometabólico em meninos com sobrepeso e obesos.

AGRADECIMENTOS

Os autores CDFP, JBF, NCB e SDCL receberam bolsa da CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ARO com bolsa do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Os autores reconhecem o grande esforço dos jogadores no presente estudo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. CDFP, ARG, ARO e GSC: concepção e desenho da pesquisa. CDFP, JBF e SDCL: coleta de dados. ARG, ARO e RCV: conclusão da análise. CDFP e GSC: realização da análise estatística. CDFP, NCB, GTL e GSC: versão preliminar do artigo. ARG, JBF, RCV, NCB, GTL e GSC: revisão e redação da versão preliminar. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Stefan N, Häring HU, Schulze MB. Metabolically healthy obesity: the low-hanging fruit in obesity treatment? *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2018;6(3):249–58.
2. Stoner L, Rowlands D, Morrison A, Credeur D, Hamlin M, Gaffney K, et al. Efficacy of Exercise Intervention for Weight Loss in Overweight and Obese Adolescents: Meta-Analysis and Implications. *Sports Med.* 2016;46(11):1737–51.

3. Vasconcellos F, Seabra A, Cunha F, Montenegro R, Penha J, Bouskela E, et al. Health markers in obese adolescents improved by a 12-week recreational soccer program: a randomised controlled trial. *J Sports Sci.* 2016;34(6):564–75.
4. Seabra A, Katzmarzyk P, Carvalho MJ, Seabra A, Coelho-E-Silva M, Abreu S, et al. Effects of 6-month soccer and traditional physical activity programmes on body composition, cardiometabolic risk factors, inflammatory, oxidative stress markers and cardiorespiratory fitness in obese boys. *J Sports Sci.* 2016;34(19):1822–9.
5. Krstrup P, Hansen PR, Nielsen CM, Larsen MN, Randers MB, Manniche V, et al. Structural and functional cardiac adaptations to a 10-week school-based football intervention for 9-10-year-old children. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24 Suppl 1:4–9.
6. Makhlof I, Chaouachi A, Chaouachi M, Othman A Ben, Granacher U, Behm DG. Combination of agility and plyometric training provides similar training benefits as combined balance and plyometric training in young soccer players. *Front Physiol.* 2018;9:1611.
7. Milanović Z, Pantelić S, Čović N, Sporiš G, Krstrup P. Is Recreational Soccer Effective for Improving $\dot{V}O_{2\max}$? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2015;45(9):1339–53.
8. Ring-Dimitriou S, Krstrup P, Coelho-E-Silva MJ, Mota J, Seabra A, Rego C, et al. Could sport be part of pediatric obesity prevention and treatment? Expert conclusions from the 28th European Childhood Obesity Group Congress. *J Sport Heal Sci.* 2019;8(4):350–2.
9. Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Cano-Montoya J, Ramírez-Vélez R, Harridge SDR, Alono-Martínez AM, et al. Exercise and glucose control in children with insulin resistance: prevalence of non-responders. *Pediatr Obes.* 2018;13(12):794–802.
10. Alvarez C, Ramírez-Campillo R, Ramírez-Vélez R, Izquierdo M. Effects of 6-weeks high-intensity interval training in schoolchildren with insulin resistance: Influence of biological maturation on metabolic, body composition, cardiovascular and performance non-responses. *Front Physiol.* 2017;8:444.
11. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6 Suppl):S446–51.
12. Brand C, Martins CMDL, Lemes VB, Pessoa MLF, Dias AF, Cadore EL, et al. Effects and prevalence of responders after a multicomponent intervention on cardiometabolic risk factors in children and adolescents with overweight/obesity: Action for health study. *J Sports Sci.* 2020;38(6):682–91.
13. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85(9):660–7.
14. Kéké LM, Samouda H, Jacobs J, Pompeo C di, Lemdani M, Hubert H, et al. Body mass index and childhood obesity classification systems: A comparison of the French, International Obesity Task Force (IOTF) and World Health Organization (WHO) references. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 2015;63(3):173–82.
15. Marfell-Jones MJ, Olds T, SAC. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2006.
16. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60:709–23.
17. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(4):689–94.
18. Leites GT, Cunha GS, Chu L, Meyer F, Timmons BW. Energy substrate utilization with and without exogenous carbohydrate intake in boys and men exercising in the heat. *J Appl Physiol.* 2016;121(5):1127–34.
19. Bar-Or O. Pediatric exercise medicine: from physiologic principles to health care application. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 2004.
20. Cunha GDS, Vaz MA, Geremia JM, Leites GT, Baptista RR, Lopes AL, et al. Maturity status does not exert effects on aerobic fitness in soccer players after appropriate normalization for body size. *Pediatr Exerc Sci.* 2016;28(3):456–65.
21. Mahon AD, Marjerrison AD, Lee JD, Woodruff ME, Hanna LE. Evaluating the Prediction of Maximal Heart Rate in Children and Adolescents. *Res Q Exerc Sport.* 2010;81(4):466–71.
22. Armstrong N, Welsman JR. Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11- to 17-year-old humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85(6):546–51.
23. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(11):3–13.
24. Stone NM, Kilding AE. Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Med.* 2009;39(8):615–42.
25. Bendiksen M, Williams CA, Hornstrup T, Clausen H, Kloppenborg J, Shumikhin D, et al. Heart rate response and fitness effects of various types of physical education for 8- to 9-year-old schoolchildren. *Eur J Sport Sci.* 2014;14(8):861–9.
26. Faude O, Kerper O, Multhaupt M, Winter C, Beziel K, Junge A, et al. Football to tackle overweight in children. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20 Suppl 1:103–10.
27. Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Ramírez-Vélez R, Martínez C, Castro-Sepúlveda M, Alonso-Martínez A, et al. Metabolic effects of resistance or high-intensity interval training among glycemic control-nonresponsive children with insulin resistance. *Int J Obes.* 2018;42(1):79–87.
28. Mintjens S, Menting MD, Daams JG, van Poppel MNM, Roseboom TJ, Gemke RBJ. Cardiorespiratory Fitness in Childhood and Adolescence Affects Future Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Med.* 2018;48(11):2577–2605.
29. Williamson PJ, Atkinson G, Batterham AM. Inter-Individual Responses of Maximal Oxygen Uptake to Exercise Training: A Critical Review. *Sport Med.* 2017;47(8):1501–13.