

Open Access

EFETOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO NA MELHORA DOS INDICADORES CARDIOMETABÓLICOS EM CORREDORES RECREACIONAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Thayana Amorim Berenguel¹, Ricardo Siqueira de Oliveira¹, Géssika Castilho dos Santos², Wayne Ferreira de Faria³, Antônio Stabelini Neto^{1, 2, 3}, Wilson Rinaldi², Rui Gonçalves Marques Elias^{1, 3}

Resumo: O exercício físico, em especial a corrida de rua tem sido recomendada para prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis. O objetivo desta revisão sistemática foi verificar os efeitos de diferentes métodos de treinamento sobre os indicadores cardiometabólicos de corredores recreacionais. As bases de dados eletrônicas utilizadas na presente pesquisa foram: PUBMED, SCIENCE DIRECT, LILACS e COCHRANE LIBRARY, usando os descritores agrupados segundo o método PICO; População ("adults" OR "young adult" OR "middle aged") AND Intervenção ("endurance training" OR "aerobic training" OR "running") OR Comparação ("recreational runners" OR "jogging") AND Outcome/Desfecho ("cardiovascular risk factors" OR "cardiometabolic risk factors" OR "metabolic syndrome"). Na seleção os artigos foram excluídos por título, resumo e texto. Obteve-se um total de 813 artigos encontrados, no qual nove (9) preencheram os critérios de inclusão e baixo risco de viés de acordo com a Escala Testex. Foram encontrados três métodos de treinamento: Combinado (Contínuo +Intervalado); Contínuo e Intervalado. Considerando a somatória das amostras dos nove estudos, um total de 604 indivíduos (466 homens e 138 mulheres) participaram dos ensaios. Os diferentes métodos de treinamentos resultaram na redução dos níveis de triglicédeos, insulina e glicose e na redução do colesterol total e LDL, e consequentemente o aumento do HDL. Na composição corporal houve diminuição significativa do peso e da gordura corporal, do IMC, na medida da circunferência da cintura, e no aumento da capacidade aeróbia (VO₂). Concluiu-se que os treinamentos combinado, contínuo e intervalado podem ser aplicados para melhora dos indicadores cardiometabólicos, cada um dentro da sua especificidade de frequência, volume e intensidade

Palavras-chave: treinamento aeróbio, doença cardiovascular, aptidão física, treinamento intervalado.

Afiliação

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP- Jacarezinho-PR, Brasil; ² Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, Londrina-PR, Brasil; ³ Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP – Jacarezinho-PR, Brasil

EFFECTS OF DIFFERENT TRAINING METHODS IN IMPROVING CARDIOMETABOLIC INDICATORS IN RECREATIONAL RUNNERS: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract: Physical exercise, especially running, has been recommended for the prevention and treatment of chronic non-communicable diseases. The objective of this systematic review was to verify the effects of different training methods on the cardiometabolic indicators of recreational runners. The electronic databases used in the present research were: PUBMED, SCIENCE DIRECT, LILACS and COCHRANE LIBRARY, using the descriptors grouped according to the PICO method: Population ("adults" OR "young adult" OR "middle aged") AND Intervention ("endurance training" OR "aerobic training" OR "running") OR Comparison ("recreational runners" OR "jogging") AND Outcome / Outcome ("Cardiovascular risk factors" OR "cardiometabolic risk factors" OR "metabolic syndrome"). In the selection, articles were excluded by title, abstract and text. A total of 813 articles were obtained, in which nine (9) met the inclusion criteria and low risk of bias according to the Testex Scale. Three training methods were found: Combined (Continuous + Interval); Continuous and Interval. Considering the sum of the samples from the nine studies, a total of 604 individuals (466 men and 138 women) participated in the trials. The different training methods resulted in a reduction in the levels of triglycerides, insulin and glucose and in the reduction of total cholesterol and LDL, and consequently an increase in HDL. In body composition, there was a significant decrease in weight and body fat, in BMI, as measured by waist circumference, and in increased aerobic capacity (VO₂). It is concluded that combined, continuous and interval training can be applied to improve cardiometabolic indicators, each within its specific frequency, volume and intensity.

Key words: aerobic training, cardiovascular disease, physical fitness, interval training.

Introdução

Doenças crônicas não transmissíveis (DNTs) são responsáveis por quase 70% das mortes no mundo e por 16 milhões de mortes prematuras em adultos (antes dos 70 anos), acometendo principalmente países de baixa e média renda.^{1,2} Aderir um estilo de vida saudável durante a vida adulta está fortemente associada a um baixo fator de risco a doenças cardiovasculares na meia idade³. Organizações como World Health Organization (WHO); Advisory Committee Scientific Report – 2018 recomendam a prática regular de atividade física, em especial, o exercício aeróbio, para auxiliar na reabilitação, tratamento e prevenção dessas doenças^{4,5}.

Dentre os exercícios aeróbios, a corrida é um dos esportes mais praticados no mundo^{6,7}. Nas últimas décadas, o número de praticantes de corrida aumentou significativamente no Brasil⁸. Na grande massa de corredores, os participantes das corridas de rua estão entre os amadores ou recreacionais, que treinam com ou sem orientação de um profissional, e tem como objetivo diminuir o risco cardiometabólico, melhorar a qualidade de vida e a autossuperação^{9,10}.

Atualmente, existe uma variedade de métodos de treinamento de corrida, que vão de exercícios contínuos, feitos em longa duração e ritmo cadenciado, com intensidades baixa, moderada ou alta¹¹; exercícios em rampa, onde a corrida é praticada em superfícies íngremes com intensidade média para o desenvolvimento do trabalho de resistência de força aeróbia e anaeróbia¹²; exercícios intervalados, que representam variações de estímulos relacionados aos intervalos entre as repetições de cada corrida¹³.

Estudos sobre os efeitos da corrida nos indicadores cardiometabólicos verificaram efeitos protetores e terapêuticos desta prática, entretanto, não há um consenso na literatura sobre o método de treinamento ideal para alcançar resultados nem tão poucas especificações sobre intensidade, frequência e volume de treino. A sistematização deste conhecimento se faz importante, para entender como diferentes métodos de treinamento, podem impactar nos indicadores cardiometabólicos, por meio do exercício da corrida, norteados profissionais na prescrição do treinamento e sugerindo novos ensaios clínicos sobre esta temática.

Portanto, o presente estudo de revisão sistemática tem como objetivo investigar os efeitos de diferentes métodos de treinamentos nos indicadores cardiometabólicos em corredores recreacionais.

Métodos

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão sistemática, seguida sobre as recomendações do protocolo PRISMA¹⁴. A busca eletrônica sistemática foi realizada nas seguintes bases de dados: PUBMED (MEDLINE), SCIENCE DIRECT, LILACS, COCHRANE LIBRARY, nos dias 13 a 16 de outubro de 2019.

As pesquisas nos bancos de dados utilizaram os seguintes descritores em inglês, combinados

de acordo com álgebra booleana e a metodologia de PICO: "adults" OR "young adult" OR "middle aged" AND "endurance training" OR "aerobic training" OR "running" OR "recreational runners" OR "jogging" AND "cardiovascular risk factors" OR "cardiometabolic risk factors" OR "metabolic syndrome".

Crêterios de inclusão

Foram incluídos os manuscritos publicados em língua inglesa e portuguesa que apresentaram: ensaio clínico randomizado, interven o ≥ 12 semanas, interven o que envolvia o treinamento de corrida realizado em grupo de homens e/ou mulheres de 20 a 75 anos, interven o que envolvia dieta e corrida, apenas se a dieta for a mesma entre o grupo exercício e grupo controle, avalia o dos indicadores cardiometabólicos referentes a adiposidade (peso, percentual de gordura, circunferência da cintura,  ndice de massa corpórea), pressão arterial (sistólica e diastólica), diabetes (insulina e glicose), dislipidemia (triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL e LDL) e capacidade aeróbia (frequência cardíaca máxima e volume máximo de oxig nio).

Crêterios de exclusão

Foram excluídos documentos como: monografias, disserta es e teses; artigos com interven es que não mencionavam o controle de frequência ou o mínimo de duas vezes por semana; e que não especificavam o volume de tempo e/ou não determinavam a intensidade do treinamento.

Sele o dos estudos

Após a elimina o das duplica es, os pesquisadores eliminaram as referências que não estiveram de acordo com os cr terios de inclusão por título ou resumo. Em seguida, realizou-se a leitura dos artigos na íntegra.

Extra o de dados

Os dados relativos às características dos participantes (idade, sexo), detalhes do treinamento (aplica o do treinamento de corrida, interven o nutricional, frequência de corrida, intensidade, dura o e período de interven o) e quantifica o dos marcadores cardiometabólicos foram extraídos independentemente por dois pesquisadores (T.A.B e R.S.O.), com divergências resolvidas por discussão ou por um terceiro pesquisador (R.G.M.E).

Qualidade metodológica

A qualidade metodológica dos estudos foi realizada por dois revisores independentes (T.A.B e R.G.M.E). Para avalia o foi utilizada a escala TESTEX¹⁵, ferramenta avaliativa para saber a qualidade dos relatórios de estudo, projetada para uso em estudos de treinamento físico. A escala cont m 15 pontos (5 pontos para qualidade e 10 pontos para relatórios) e aborda cr terios de avalia o

de qualidade previamente não mencionados especificamente para estudos de treinamento de exercícios. Para este estudo os artigos atingiram pontuação maior ou igual a 12.

Para cada critério definido na escala, um ponto é atribuído à presença de indicadores e qualidade da evidência apresentada, e zero ponto é atribuído à ausência desses indicadores.

A escala é composta por 15 critérios e entre eles estão: 1) especificação dos critérios de inclusão; 2) alocação aleatória; 3) sigilo na alocação; 4) similaridade dos grupos na fase inicial ou basal; 5) mascaramento do avaliador (para pelo menos um resultado chave); 6) a) aderência acima de 85%, b) descrição de algum evento adverso, c) descrição da participação (até três pontos); 7) análise de intenção de tratar; 8) comparação entre grupos de pelo menos um desfecho primário (até dois pontos); 9) relatar medidas de variabilidade para todas as medidas de resultado relatadas; 10) monitoramento de atividades em grupos de controle; 11) a intensidade relativa do exercício permaneceu constante; 12) características do volume do exercício e gasto de energia¹⁵.

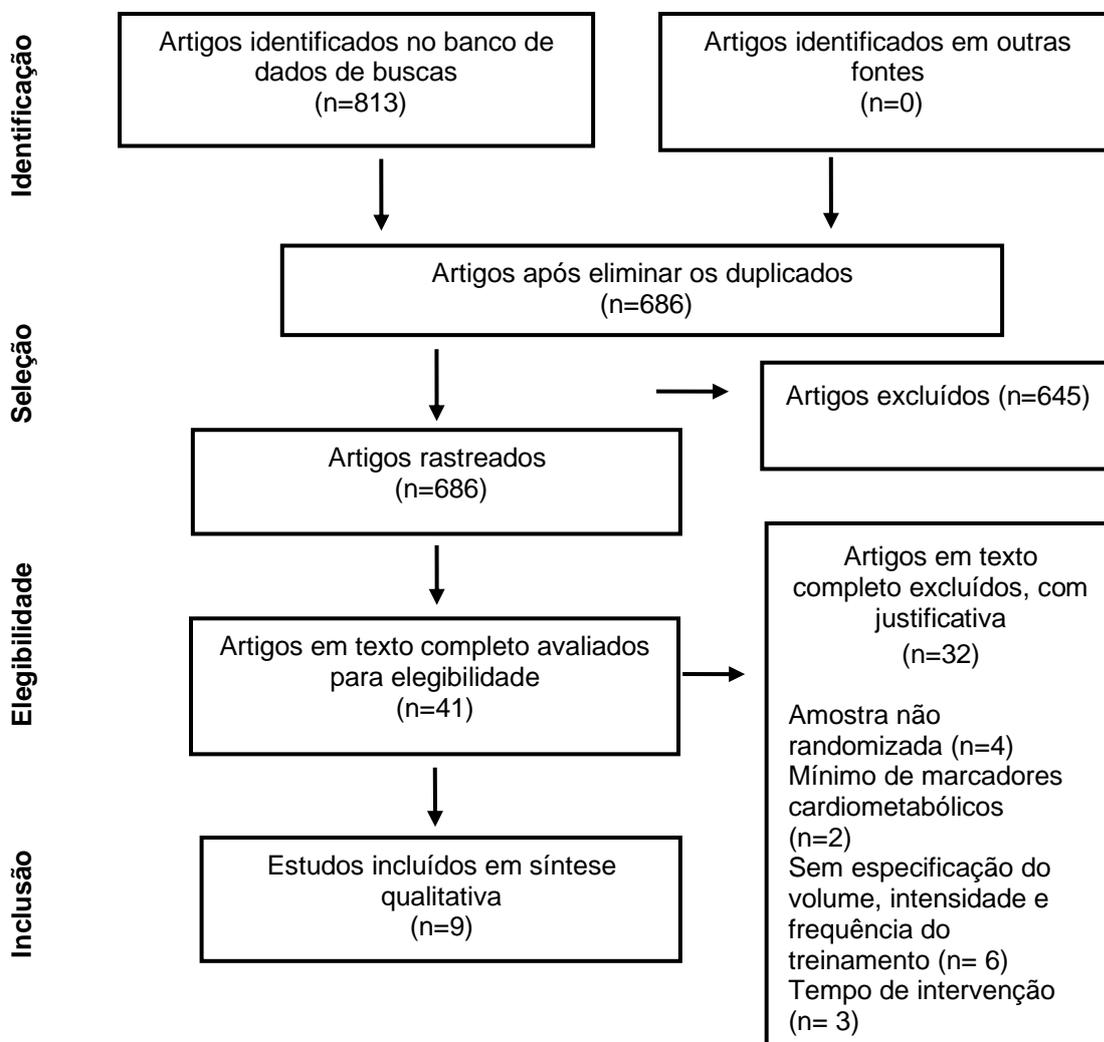


Figura 1- Fluxograma da estratégia de busca.

Resultados

A pesquisa eletrônica realizada em outubro de 2019 resultou em 813 artigos buscados, sendo 145 artigos na PUBMED, 255 artigos na SCIENCE DIRECT, 155 artigos na LILACS e 258 na COCHRANE LIBRARY.

Inicialmente excluiu-se as duplicações (127 manuscritos), em seguida, dois pesquisadores eliminaram por título e resumo as referências que não estavam de acordo com os critérios de inclusão (686 manuscritos). Após, os artigos foram analisados na íntegra para verificar se atendiam os critérios de elegibilidade, sendo 9 trabalhos elegíveis, e realização da análise da qualidade metodológica de acordo com a escala Testex. As avaliações foram feitas de maneira independente, e as divergências eram discutidas e resolvidas por um terceiro pesquisador. Não houve necessidade de contato com os autores por falta de informações dos manuscritos.

Na tabela 1 estão apresentados os dados dos estudos de acordo com os objetivos e as características das amostras.

Tabela 1. Autores, objetivos e características das amostras dos estudos selecionados.

Estudo	Objetivo	Característica da amostra
Sari-Sarraf et al 2015 ¹⁶	Avaliar o efeito do treinamento aeróbio combinado em pacientes com SM.	30 homens (54±8 anos) com SM, e os seguintes critérios: CC (102 cm); triglicerídeos (150mg/dL); pressão arterial (130-85mmHg); colesterol-HDL (40mg/dL) e ingestão de glicose (110mg/dL).
Saremi et al 2010 ¹⁷	Avaliar o efeito do treinamento aeróbico sobre a omentina-1 sérica em relação à melhora da sensibilidade à insulina em homens com sobrepeso e obesidade.	18 homens (43,1±4,7 anos) sedentários, com sobrepeso ou obesidade.
Ring-Dimitriou et al 2007 ¹⁸	Investigar o efeito de nove meses consecutivos de treinamento na aptidão aeróbica e lipídios no sangue em adultos não treinados	14 homens e 16 mulheres (35 a 55 anos), com pico de consumo de oxigênio (VO ₂ máx) ≤40,0 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ .
Suter et al 1991 ¹⁹	Investigar os efeitos da corrida a longo prazo na aptidão física e nos fatores de risco cardiovascular em homens sedentários de meia idade.	61 homens (38,8±8,9 anos) sedentários.
Johnson et al 2007 ²⁰	Determinar a quantidade de exercício para reduzir a prevalência da SM.	91 homens e 80 mulheres (40 a 65 anos), com sobrepeso a levemente obesos (IMC 25 a 35kg/m ²), sedentários, e mulheres na pós menopausa.
Hellenius et al 1993 ²¹	Avaliar e comparar os efeitos da dieta e do exercício em diferentes fatores de risco cardiovasculares.	158 homens (30 a 60 anos), com colesterol sérico 5,2-7,8 mmol/L; triglicerídeos ≤5,6 mmol/L; glicemia em jejum ≤6,7 mmol/L; pressão arterial diastólica ≤100 mmHg.
Tjonna et al 2008 ²²	Testar a eficácia de dois métodos distintos de exercícios que revertam a SM.	13 homens e 15 mulheres (52,3±3,7 anos) com SM.
Hornbuckle et al 2017 ²³	Avaliar os efeitos do treinamento intervalado e do exercício em estado estacionário nos fatores de risco cardiometabólicos em mulheres.	27 mulheres (20 a 40 anos), com sobrepeso ou obesas, apresentando IMC ≥25 kg/m ² , CC >88 cm e/ou baixa atividade (média <7500 passos/dia).

Kemmler et al 2014 ²⁴	Comparar os efeitos do protocolo de treinamento de alta intensidade versus exercício contínuo de intensidade moderada sobre desempenho físico, metabólico e parâmetros cardíacos.	81 homens (30 a 50 anos) com SM.
----------------------------------	---	----------------------------------

Nota: SM- Síndrome Metabólica, IMC- Índice de Massa Corpórea, CC- circunferência de cintura.

Na tabela 2 estão inseridos os dados em métodos de intervenção, com o treinamento combinado, treinamento contínuo e treinamento intervalado, e os principais resultados nos indicadores cardiometabólicos de corredores recreacionais.

Tabela 2. Estudo, característica da intervenção e resultados dos estudos selecionados.

Estudo	Intervenção	Resultados
Sari-Sarraf et al 2015 ¹⁶	Treinamento Combinado 5' aquecimento a 50% FC _{máx} , +20' contínuos a 70% FC _{máx} , 2 séries 4' a 90% FC _{máx} , com 3' recuperação ativa a 70% FC _{máx} , 5' de esfriamento a 50% FC _{máx} , totalizando 54' de treino, 3 x por semana, durante 16 semanas.	PC: ↓ (3,21Kg) GC: ↓ (3,1%) IMC: ↓ (1,1 kg/m ²) CC: ↓ (3,4 cm) PAS: ↓ (12,7 mmHg) PAD: ↓ (11,9 mmHg) INSULINA: ↓ (33% -5,24 μIU/mL) GLICOSE: ↓ (10% -11,27 mg/dL) TG: ↓ (23% -43 mg/dL) CT: -- HDL-C: → LDL-C: -- FC _{máx} : → VO _{2máx} : ↑ (19,5%)
Saremi et al 2010 ¹⁷	Treinamento Contínuo 50' a 60' de treino, a 60-65% FC _{máx} para 80-85% FC _{máx} , 5x por semana, durante 12 semanas.	PC: ↓ (3,78 kg) GC: ↓ (1,81%) IMC: ↓ (1kg/cm ²) CC: ↓ (3,12 cm) PAS: ↓ (2,33 mmHg) PAD: → INSULINA: → GLICOSE: ↓ (4,89mg/dl ²) TG: ↓ (2,22 mg/dl ²) CT: ↓ (8,67 mg/dl ²) HDL-C: → LDL-C: ↓ (4,66 mg/dl ²) FC _{máx} : -- VO _{2máx} : ↑ (0,12 L/min)
Ring-Dimitriou et al 2007 ¹⁸	Treinamento Contínuo Primeiros meses de 2 h para 2,5 h de treino, atingindo 18±7 km (7,8±0,8 MET) por semana. Nos meses seguintes 3h de treino, atingindo 23±10 km (9,3±1,0 MET) por semana, durante 9 meses.	PC: → GC: → IMC: → CC: -- PAS: -- PAD: -- INSULINA: -- GLICOSE: -- TG: → CT: → HDL-C: → LDL-C: → FC _{máx} : -- VO _{2máx} : ↑ (8,6ml/kg ⁻¹ .min ⁻¹)
Suter et al 1991 ¹⁹	Treinamento Contínuo 120' de treino por semana, 2-6 x, a 85% FC _{máx} ., durante 4 meses.	PC: -- GC: → IMC: → CC: -- PAS: → PAD: → INSULINA: -- GLICOSE: -- TG: → CT: -- HDL-C: ↑ (0,12 mmol/ L) LDL-C: -- FC _{máx} : -- VO _{2máx} : --
Johnson et al 2007 ²⁰	Treinamento Contínuo A - Baixo volume de treino, 40-50% VO _{2máx} , 12 milhas (19,2km/semana). B - Baixo volume de treino, 65-85% VO _{2máx} , 12 milhas (19,2km/semana). C - Alto volume de treino, 65-85% VO _{2máx} , 20 milhas (32 km/semana). Durante 6 meses	PC: -- GC: -- IMC: ↓ para C (0,8 kg/m ²), → A e B CC: ↓ para A (1,1 cm), B (1,1cm), C (2,6cm) PAS: ↓ para C (4,2 mmHg), → A e B PAD: ↓ para C (4 mmHg), → A e B GLICOSE: → A, B, C TG: ↓ para A (36,2 mg/dl) e C (19,2 mg/dl), → B CT: -- HDL-C: ↑ para C (3,7mg/dl), → A e B LDL-C: -- FC _{máx} : -- VO _{2máx} : --

		<p>INSULINA: ↓ para A (1,6 mg/dl) e C (1,5 mg/dl) e → B</p>
Hellenius et al 1993 ²¹	<p>Treinamento Contínuo 30' a 45' de treino, a 60-80% FC_{máx}, 2-3x por semana, durante 6 meses.</p>	<p>PC: -- TG: → GC: -- CT: ↓ no grupo DE 0,45 (-0,77, -0,13) mmol/L IMC: ↓ nos grupos E -0,3 (-0,5, -0,01) kg/m² e DE -0,6 (-0,9, -0,3) kg/m² CC: ↓ nos três grupos D -1,3 (-2,5, -0,1) cm, E -2,2 (-3,2, -1,3) cm e DE e -3,0 (-3,9, -2,0) cm PAS: ↓ nos três grupos (D, E e DE - de 4-7 mmHg) PAD: ↓ nos três grupos (D, E e DE - de 2-6 mmHg)</p>
Tjonna et al 2008 ²²	<p>Treinamento Intervalado 10' aquecimento, a 70% FC_{máx}, 4 x 4' de corrida, a 90% FC_{máx}, +3' recuperação ativa, a 70% FC_{máx}, 5' resfriamento, 40' de treino. Treinamento Contínuo 47' contínuos, a 70% FC_{máx}, 3 x por semana, durante 16 semanas.</p>	<p>PC: ↓ T.I. (2,3 kg) e T.C. (3,6 kg) GC: -- IMC: ↓ T.I. (0,7kg/m²) e ↓ T.C. (1,2 kg/m²) CC: ↓ T.I. (5 cm) ↓ T.C. (6 cm) PAS: ↓ T.I. e T.C. (~10 mmHg) PAD: → T.I. e T.C. INSULINA: → T.I. e T.C.</p>
Hornbuckle et al 2017 ²³	<p>Treinamento Intervalado 5' aquecimento+7x alternando 3' a 60-70% da FC_{máx} com 1' a 80-90% da FC_{máx} +5' resfriamento Treinamento Contínuo 5' aquecimento +32' contínuos, a 60-70% da FC_{máx} +5' resfriamento Ambos os treinos 3 x por semana, durante 16 semanas.</p>	<p>PC: → INSULINA: → GC: → TG: → IMC: → CT: → CC: ↓ HIIT (107,0±11,3 cm a 105,1±11,9 cm), → T.C. PAS: → PAD: →</p>
Kemmler et al 2014 ²⁴	<p>Treinamento Intervalado 90s a 12' > 85-97,5% FC_{máx}, 1'-3' recuperação ativa, a 65-70% FC_{máx} Treinamento Contínuo Corrida contínua a 75% FC_{máx} Ambos realizaram 35'a 90' de treino, 2-4 x por semana, durante 16 semanas</p>	<p>PC: ↓ HIIT (1,3±2,3 kg) vs T.C. (2,5±2,4 kg) GC: ↓ HIIT (4,9±9,0%) vs T.C. (9,5±10,4%) IMC: -- CC: ↓ HIIT (2,3±2,7%) e ↓ T.C. (2,6±2,9%) PAS: -- PAD: -- INSULINA: → GLICOSE: →</p>

Nota: PC-peso corporal, GC-Gordura Corporal, IMC-Índice de Massa Corpórea, CC-circunferência de cintura, PAS-Pressão Arterial Sistólica, PAD-Pressão Arterial Diastólica, TG-triglicerídeos, CT-colesterol total, HDL-C-colesterol HDL, LDL-C-colesterol, FC_{máx}-frequência cardíaca Máxima, VO_{2máx}-volume máximo de oxigênio

T.I.-treinamento intervalado, **T.C.**-treinamento contínuo, **D**-grupo dieta, **E**-grupo exercício, **DE**-grupo dieta e exercício, → (sem significância), ↓ (redução ou diminuição), ↑ (melhora ou aumento), -- (não foi testado).

Característica dos artigos incluídos

Considerando a somatória das amostras dos nove estudos, 604 indivíduos (466 do sexo masculino e 138 do feminino) participaram dos ensaios (Tabela 1). Dos artigos selecionados, três abordaram em suas amostras ambos os sexos^{18,20,22}, um estudo recrutou participantes do sexo feminino²³ e cinco estudos recrutaram participantes do sexo masculino^{16,17,19,21,24}.

Foram encontrados três métodos de treinamento (Tabela 2), entre eles o Combinado¹⁶; Contínuo¹⁷⁻²⁴ e Intervalado²²⁻²⁴, todos aplicados de maneiras diferentes, tanto o Contínuo como o Intervalado, variando tempo, volume e intensidade do treino. Destes estudos, três compararam dois tipos de treinamento, o contínuo e o intervalado²²⁻²⁴. O tempo de intervenção variou entre 12 semanas a 9 meses.

Os marcadores cardiometabólicos avaliados nos estudos foram o Peso Corporal^{16-18,22,24}; Gordura Corporal^{16-18,23,24}; Índice de Massa Corpórea (IMC)^{16-18,20-23}; Circunferência da Cintura (CC)^{16,17,20-24}; Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Diastólica (PAD)^{16,17,19-22}; Insulina^{16,17,20,22-24}, Glicose^{16,17,20,22-24}; Triglicerídeos¹⁶⁻²³, Colesterol HDL¹⁶⁻²⁴; Colesterol Total (CT)^{17,18,21,23}; Colesterol LDL^{17,18,21}; Frequência Cardíaca Máxima (FCM)^{16,31} e Volume Máximo de Oxigênio (VO_{2máx})^{16-18,22-24}.

Análise e qualidade dos estudos

Quadro 1. Qualidade metodológica dos estudos avaliados pela escala TESTEX.

AUTORES/ CRITÉRIOS	Sari-Sarraf et al 2015 ¹⁶	Saremi et al 2010 ¹⁷	Ring-Dimitriou et al 2007 ¹⁸	Suter et al 1991 ¹⁹	Johnson et al 2007 ²⁰	Hellenius et al 1993 ²¹	Tjonna et al 2008 ²²	Hornbuckle et al 2017 ²³	Kemmler et al 2014 ²⁴
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3									X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5									X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X		X	X	X		X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pontuação Testex	13	13	12	13	13	13	12	13	15

Fonte: Os autores.

O risco de viés apresentado no quadro 01 apresentou a pontuação máxima (15 pontos)

somente em um estudo²⁴, atendendo os requisitos para obter ótima qualidade. Os demais estudos não apresentaram sigilo na alocação dos participantes caracterizando um alto risco de viés neste domínio. Além disso, estes estudos não descreveram informações suficientes a respeito do cegamento dos participantes, equipe e avaliação dos desfechos.

Quanto à qualidade metodológica dos estudos, observou-se que seis estudos^{16,17,19-21,23} atingiram 13 pontos e dois estudos^{18,22} atingiram 12 pontos na escala TESTEX, pois não relataram cegamento dos participantes e avaliadores. Desta forma, pode-se afirmar que os estudos incluídos apresentaram boa qualidade metodológica.

Características dos Métodos de Treinamento

Tabela 3. Dados da Metodologia de Treinamento

Método de Treinamento	Característica do Treinamento
Combinado (Contínuo+Intervalado) *	3X por semana. Aquecimento de 5min a 50% FCM. Contínuo: 20 min a 70%FCM + Intervalado: 2X [4min (90%FCM) /3min (70%FCM)]. Resfriamento de 5min a 50%FCM. Duração Total de 54 minutos.
Contínuo	2X progredindo para 3 ou 4x por semana Intensidade \geq 70% da FCM. Duração da sessão de 35 a 90 minutos. Interrelação entre volume e intensidade ou percorrer 32 quilômetros semanais na intensidade de 60%-80% da FCM, sem fixar a quantidade de dias semanais.
Intervalado	2x progredindo para 3 ou 4x por semana. 5-10 minutos de aquecimento. Duração da Sessão: 25 minutos, progredindo para 40-45 minutos, completando 2-4 séries Estímulo: 85%-97% da FCM com duração de 90 segundos à 12 minutos. Descanso Ativo: 1-3 minutos à 70% da FCM. Resfriamento de 5 minutos.

Nota: *Apenas um estudo.

Discussão

A revisão sistemática de literatura realizada apresentou três métodos: Treinamentos Combinado, Contínuo e Intervalado, com algumas variações aplicadas. De acordo com as buscas realizadas, treinamentos como fartlek, em rampa e progressivo não são facilmente encontrados na literatura científica, sendo interessante abordá-los como diferente tipo de intervenção na melhora tanto da saúde de adultos, quanto para condicionamento e desempenho físico.

Na análise dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, quanto a amostra, foi observado que 77,15% dos participantes foram do sexo masculino. Desta forma, sugere-se a realização de mais pesquisas com treinamento físico e saúde em mulheres. É necessário a realização de mais pesquisas com treinamento físico e saúde em mulheres. Estudos mostram que mulheres com mais de 55 anos são mais predispostas a ter doença cardiovascular do que os homens²⁵, e mulheres que passam do período

da pré para a pós menopausa apresentam aumento na prevalência da síndrome metabólica²⁶. Fator relevante para que haja mais estudos com o sexo feminino.

Outro fator importante a ser explorado é sobre os diferentes métodos de controle da intensidade, no qual o mais utilizado nos estudos foi o controle da FCM. Métodos como o consumo máximo de oxigênio (%VO_{2máx}), frequência cardíaca de reserva (%FCR) e consumo de oxigênio de reserva (%VO_{2R}), limiares metabólicos e intensidade correspondente ao VO_{2máx} (iVO_{2máx})²⁷ também poderiam ser usados. Pesquisas realizadas com estes outros métodos podem diversificar o controle da intensidade do treino, aumentar a aplicabilidade prática da intervenção e diminuir o risco de viés que pode mascarar a intensidade do treino utilizando o método da frequência cardíaca, como por exemplo o consumo de determinados alimentos, estresse e uso de alguns tipos de medicamentos. A falta de frequencímetro na determinação da frequência cardíaca pode trazer dificuldades na medição através da palpação da frequência de pulso, sendo assim, indivíduos que usam a frequência cardíaca para monitorar a intensidade de exercício podem ter uma preocupação excessiva durante o treinamento, devido ao estresse adicional para manter-se dentro dos limites de zona alvo²⁸.

O objetivo desta revisão sistemática foi investigar o efeito de diferentes métodos treinamentos nos indicadores cardiometabólicos em corredores recreacionais. Os 9 estudos testaram estratégias para melhoria da saúde cardiometabólica por meio da corrida, no qual, a maioria teve como desfecho principal a diminuição significativa do peso e gordura corporal, IMC, medida da CC, redução do CT e LDL, e conseqüentemente o aumento do HDL, redução dos níveis de triglicerídeos, insulina e glicose, e aumento da capacidade aeróbia (VO_{2máx}). Os resultados serão discutidos de acordo com o método de treinamento.

Treinamento Combinado

O Treinamento Combinado foi utilizado em um estudo¹⁶ e incluiu 30 participantes do sexo masculino (54±8 anos) com síndrome metabólica.

Os treinos foram realizados três vezes por semana, durante 16 semanas. Cada sessão foi aplicada um aquecimento por cinco minutos a 50% da FCM; vinte minutos de corrida contínua a 70% da FCM; corrida intervalada 2(4X3) de quatro minutos a 90% da FCM, alternada pela recuperação ativa de três minutos a 70% da FCM, por duas vezes; finalizando pelo período de esfriamento de cinco minutos a 50% da FCM, num total de 54 minutos de exercício. Não houve ajuste de cargas em relação a intensidade, frequência e volume de treino.

Foram avaliados 12 marcadores cardiometabólicos, que obtiveram 10 resultados significantes. O peso e a gordura corporal reduziram aproximadamente 3%, o IMC e a CC também reduziram. A PAS e PAD diminuíram. O índice de insulina e glicose no sangue abaixaram, juntamente com o triglicerídeo. Houve aumento no VO_{2máx} dos indivíduos em 19,5%. Resultado inconclusivo para colesterol HDL e frequência cardíaca em repouso. O grupo controle não alterou significativamente

nenhum dos indicadores cardiometabólicos durante o estudo.

O Treinamento Combinado entre o método contínuo e intervalado na mesma sessão, é uma alternativa, onde pode ser proposto, em determinada parte do treino, uma maior intensidade. Neste método o volume de treino é alto, mas de forma dinâmica. A parte destinada ao treinamento aplicado a aproximadamente 62% da FCM, com taxa média de oxidação de gordura de $0,45 \pm 0,07$ g/min, ocorre uma oxidação máxima de gordura, assim utilizado no auxílio da perda de peso²⁹. O aumento do $VO_{2m\acute{a}x}$ decorrente do treinamento resulta no aumento da taxa de oxidação de gordura, mecanismo que também pode ter contribuído para a redução na adiposidade³⁰.

Por este treinamento trazer vários benefícios e melhora dos indicadores cardiometabólicos é importante que haja mais estudos sobre tal. Pesquisas sobre este tipo de treinamento, relacionando os diferentes treinos de corrida, são escassos na literatura científica, na qual a maioria dos combinados são com treinos aeróbio e de força. Uma vasta opção de treinamento combinado pode ser planejada e testada como intervenção na saúde de adultos, sendo possível novas descobertas e formas de aplicação.

Treinamento Intervalado

O Treinamento Intervalado aplicado em três estudos teve duração de 16 semanas, com frequência semanal de 3 vezes^{22,23} e 2 progredindo até 4 vezes²⁴. A sessão por treinamento teve duração de 40 minutos^{22,23} e 25 minutos, progredindo até 45 minutos. Foram utilizados de 4 a 7 séries de estímulo/descanso, e um estudo²⁴ não especificou o número de séries. A intensidade utilizada dos treinamentos variou de 80 a 97% da FCM com duração de 1 minuto a 12 minutos, durante o estímulo e intensidade de 60 a 70% da FCM com duração de 1 minuto a 3 minutos durante o descanso ativo²²⁻²⁴.

O Treinamento Intervalado com maior tempo de estímulo, entre 90 segundos a 12 minutos, obteve resultados significativos nos indicadores cardiometabólicos avaliados, comparado o treinamento intervalo com menor tempo de estímulo²⁴. Pela análise dos artigos foi verificado que a intensidade de estímulo que apresentou maiores respostas cardiometabólicas foi de 85 a 97% da FCM e intensidade de descanso em 70% FCM. Não houve diferenças significativas nos resultados do grupo controle nos três estudos. O ajuste de carga ocorreu quando os indivíduos se apresentavam mais condicionados²³, com o aumento da frequência semanal de treino, pela intensidade da FC e limiar aeróbio²⁴. Apenas um estudo não apresentou ajuste de cargas²².

Desta forma, o Treinamento Intervalado pode ser aplicado 2 vezes progredindo até 3 ou 4 vezes na semana, em sessões de 25 minutos progredindo até 45 minutos em intensidade de estímulo acima a $\geq 85\%$ da FCM com estímulos acima de ≥ 90 segundos, até 12 minutos, com descanso controlado de 70% FCM.

Estudos demonstraram que o Treinamento Intervalado pode ser aplicado controlando as variáveis do estímulo, tempo de recuperação, volume total da sessão e frequência semanal, com o

intuito de comprovar protocolos sustentáveis que mostrem seus benefícios³¹⁻³⁴. Exercícios intervalados realizados a curto período de duas semanas e com baixo volume apresentam melhorias na sensibilidade a insulina, na oxidação da gordura, na pressão arterial e $VO_{2máx}$ com tendência a diminuir a glicemia em jejum³⁵⁻³⁷.

A adesão pelo Treinamento Intervalado comparado com o Contínuo, o que acontece na maioria dos estudos, apresenta maior presença dos indivíduos ao treinamento, pelo fato ser aplicado de maneira dinâmica e rápida, uma vez que a "falta de tempo" permanece a barreira mais citada para a participação regular no exercício³². Esse tipo de treinamento poderia também ser estudado de forma única, testando suas variações em suas intervenções.

Treinamento Contínuo

O Treinamento Contínuo foi o método mais utilizado nos estudos, no entanto, observamos dois modelos distintos de utilização deste método. O primeiro em um formato onde a intervenção propõe frequência semanal, intensidade da sessão e duração da sessão. Neste modelo encontramos estudos com duração de 12 a 24 semanas^{17,20,21}, com frequência semanal de 2 a 4 vezes^{18,20-23} e sessões com duração acima de 32 minutos²³.

Este método apresentou diversos efeitos metabólicos, e os principais resultados foram encontrados em homens e inconclusivo em mulheres. A frequência semanal pode iniciar com 2 e progredir até 4 vezes, com duração de 35 minutos chegando a 90 minutos a sessão e intensidade $\geq 70\%$ da FCM²³. Nota-se nestes métodos de estudo a dependência entre duração da sessão e intensidade.

Outros estudos^{18,19} utilizaram o Treinamento Contínuo, estipulando a zona de intensidade de 7,8 a 9,3 METs¹⁸ e 85% da FCM¹⁹; o tempo semanal de treinamento 120 a 180 minutos¹⁸ e 150 minutos¹⁹, sem estipular a frequência semanal. Este tipo de abordagem obteve resultado significativo para o aumento do VO_2 máx¹⁸ e o aumento do HDL¹⁹. Os grupos controle não apresentaram diferença significativa em seus resultados na maioria dos estudos, apenas um estudo a pressão arterial sistólica diminuiu para o grupo de homens, sem explicar o motivo ou mecanismo de ação²⁰. Houve ajuste de carga por meio da FC^{17,20,21,23,24}, limiar de lactato¹⁸, limiar aeróbio²⁴ e volume de treino^{21,24}. O período desses reajustes ocorreu gradualmente^{17,21}, de 3 em e 3 meses¹⁸, quando os indivíduos se apresentavam mais condicionados²³ e após 8 semanas de treinamento²⁴, porém alguns estudos não especificaram o período desses ajustes²⁰ ou não houveram ajustes^{19,22}.

Nesta mesma estratégia de não fixar a frequência semanal, Johnson et al.²⁰ 2007, realizaram um estudo dividindo a intervenção em 3 grupos com diferentes intensidades, distância semanal percorrida e conseqüentemente tempo decorrido semanalmente.

O treinamento com maior distância percorrida semanalmente (32 km) obteve resultados significativos em diversos indicadores cardiometabólicos. Já modelos de treinamento com menores distâncias percorridas (19,2 km) demonstrou resultados semelhantes quando realizados na intensidade

de 40 a 85%²⁰. No entanto, não podemos afirmar que esses resultados ocorreram devido a intensidade e distância ou apenas a distância percorrida. Estratégia de não fixar frequência semanal pode ser utilizada desde que seja dirigida uma intensidade em cada sessão e uma quilometragem a ser cumprida semanalmente. Os resultados para este tipo de treinamento foram significativos no peso corpóreo, gordura corporal, CC, pressão arterial e aumento do $VO_{2máx}$. A glicose e o lipidograma tiveram pouco resultado na melhora dos indicadores cardiometabólicos.

Considerações Finais

Foram encontrados na literatura três métodos de treinamento: Combinado, Intervalado e Contínuo, os quais apresentaram resultados significativos nos indicadores cardiometabólicos. Para o Treinamento Combinado: peso corpóreo, gordura corporal, IMC, circunferências, pressão arterial, insulina, glicose e lipidograma. No Treinamento Intervalado: gordura corporal, pressão arterial, insulina, glicose e lipidograma. Por fim, no Treinamento Contínuo: peso corpóreo, gordura corporal, circunferências, pressão arterial, insulina, glicose e lipidograma. Desta forma, esses métodos de treinamento podem ser aplicados cada um dentro da sua especificidade de frequência, volume e intensidade.

Sugere-se que os ensaios clínicos randomizados futuros sobre treinamento de corrida e saúde metabólica em adultos devem priorizar a população feminina, pois a maioria dos estudos constatou uma maior participação de indivíduos do sexo masculino. Os futuros estudos também poderão abordar os diferentes protocolos de treinamentos como fartelek, de ritmo e progressivo atuando na melhoria da saúde.

Referências

1. World Health Organization. Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2010. Geneva; 2011[Citado 2020 jul 08]. Disponível em: https://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf.
2. Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Doenças crônicas não transmissíveis causam milhões de mortes prematuras todos os anos. [Acesso em 08 jul 2020]. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4766:doencas-cronicas-nao-transmissiveis-causam-16-milhoes-de-mortes-prematuras-todos-os-anos&itemid=839.
3. Liu K, Daviglius ML, Loria CM, Colangelo LA, Spring B, Moller AC, Lloyd-Jones DM. Healthy lifestyle through young adulthood and the presence of low cardiovascular disease risk profile in middle age: The coronary artery risk development in (young) adults (cardia) study. *Circulation*. 2012 Feb 28;125(8):996-1004. doi: 10.1161/Circulationaha.111.060681. Epub 2012 Jan 30. PMID: 22291127.
4. Bueno DR, Marucci MDFN, Codogno JS, de Almeida Roediger M. The costs of physical inactivity in the world: a general review. *Cien Saude Colet*. 2016; 21(4): 1001–10.

<https://doi.org/10.1590/1413-81232015214.09082015>.

5. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, Berra K, Blair SN, Costa F, Franklin B, Fletcher GF, Gordon NF, Pate RR, Rodriguez BL, Yancey AK, Wenger NK; American Heart Association Council on Clinical Cardiology Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism Subcommittee on Physical Activity. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*. 2003 Jun 24;107(24):3109-16. doi: 10.1161/01.CIR.0000075572.40158.77.

6. Salgado JVV, Chacon-Mikahil MPT. Corrida de rua: análise do crescimento do número de Provas e de praticantes. *Revista Conexões*, Campinas. 2006; 4(1): 100-109.

7. Dallari MM. Corrida de rua: um fenômeno sociocultural contemporâneo. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; 2009

8. Corredores Paulistas Reunidos [Internet]. Estatísticas [acesso em 26 fev 2018]. Disponível em: http://www.corpore.org.br/cor_corpore_estatisticas.asp.

9. Marti B, Abelin T, Minder CE, Vader JP. Smoking, alcohol consumption, and endurance capacity: an analysis of 6,500 19-year-old conscripts and 4,100 joggers. *Prev Med*. 1988 Jan;17(1):79-92. doi: 10.1016/0091-7435(88)90074-6.

10. Lima R P. A fantasia de atleta no imaginário de corredores amadores: análise do papel das marcas esportivas na construção da imagem de participantes de grupos de corrida. 2007. [Dissertação de Mestrado em Ciências Sociais/Antropologia] - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

11. Wilmore JH, Costill DL. Training for sport and activity. The physiological basis of the conditioning process. 3rd ed. Dubuque, IA: Wm. C. Brown, 1988:113-212.

12. Cogo AC. Treinamento intervalado para atletas amadores praticantes de Corrida de rua: buscando a intensidade ideal. [Dissertação de Mestrado], Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

13. Barnes D. A strength and conditioning survey. *Modern athlete and coach*, v. 38, no 1, p. 33-36, 2000.

14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097.

15. Smart NA, Waldron M, Ismail H, Giallauria F, Vigorito C, Cornelissen V, Dieberg G. 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.000000000000020.

16. Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali MM, Esmaeili H, Naderali EK. A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. *Int J Gen Med.* 2015 May 21;8:203-10. doi: 10.2147/IJGM.S81938.
17. Saremi A, Asghari M, Ghorbani A. Effects of aerobic training on serum omentin-1 and cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *Journal of Sports Sciences.* 2010 Jul;28(9):993-998. DOI: 10.1080/02640414.2010.484070.
18. Ring-Dimitriou S, von Duvillard SP, Paulweber B, Stadlmann M, Lemura LM, Peak K, Mueller E. Nine months aerobic fitness induced changes on blood lipids and lipoproteins in untrained subjects versus controls. *Eur J Appl Physiol.* 2007 Feb;99(3):291-9. doi: 10.1007/s00421-006-0347-x.
19. Suter E, Marti B, Tschopp A, Wanner HU, Wenk C, Gutzwiller F. Effects of self-monitored jogging on physical fitness, blood pressure and serum lipids: a controlled study in sedentary middle-aged men [published correction appears in *Int J Sports Med* 1991 Feb;12(1):161-2]. *Int J Sports Med.* 1990;11(6):425-432. doi:10.1055/s-2007-1024832
20. Johnson JL, Slentz CA, Houmard JA, Samsa GP, Duscha BD, Aiken LB, McCartney JS, Tanner CJ, Kraus WE. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention through Defined Exercise). *Am J Cardiol.* 2007 Dec 15;100(12):1759-66. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.07.027.
21. Hellénus ML, de Faire U, Berglund B, Hamsten A, Krakau I. Diet and exercise are equally effective in reducing risk for cardiovascular disease. Results of a randomized controlled study in men with slightly to moderately raised cardiovascular risk factors. *Atherosclerosis.* 1993 Oct;103(1):81-91. doi: 10.1016/0021-9150(93)90042-s.
22. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, Loennechen JP, Al-Share QY, Skogvoll E, Slørdahl SA, Kemi OJ, Najjar SM, Wisløff U. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation.* 2008 Jul 22;118(4):346-54. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822.
23. Hornbuckle LM, McKenzie MJ, Whitt-Glover MC. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk in overweight and obese African-American women: a pilot study. *Ethn Health.* 2018 Oct;23(7):752-766. doi: 10.1080/13557858.2017.1294661.
24. Kemmler W, Scharf M, Lell M, Petrasek C, von Stengel S. High versus moderate intensity running exercise to impact cardiometabolic risk factors: the randomized controlled RUSH-study. *Biomed Res Int.* 2014;2014:843095. doi: 10.1155/2014/843095.
25. Rosamond W, Flegal K, Furie K, Go A, Greenlund K, Haase N, Hailpern SM, Ho M, Howard V, Kissela B, Kittner S, Lloyd-Jones D, McDermott M, Meigs J, Moy C, Nichol G, O'Donnell C, Roger V, Sorlie P, Steinberger J, Thom T, Wilson M, Hong Y; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics--2008 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics

Subcommittee. *Circulation*. 2008 Jan 29;117(4):e25-146. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.187998. Epub 2007 Dec 17. Erratum in: *Circulation*. 2010 Jul 6;122(1): e10. Kissela, Bret [corrected to Kissela, Brett].

26. Janssen I, Powell LH, Crawford S, Lasley B, Sutton-Tyrrell K. Menopause and the metabolic syndrome: the Study of Women's Health Across the Nation. *Arch Intern Med*. 2008 Jul 28;168(14):1568-75. doi: 10.1001/archinte.168.14.1568.

27. Hills AP, Byrne NM, Ramage AJ. Submaximal markers of exercise intensity. *J Sports Sci*. 1998 Jan;16 Suppl:S71-6. doi: 10.1080/026404198366696.

28. De Lucca L, Freccia GW, Silva AEL, Oliveira R. Talk test como método para controle da intensidade de exercício. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* [Internet]. 2012 [cited: 2020 Jul 11] ; 14(1): 114-124. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-00372012000100012&lng=en. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n1p114>.

29. Horowitz JF. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends in Endocrinology and Metabolism: TEM*. 2003 Oct;14(8):386-392. doi: 10.1016/s1043-2760(03)00143-7.

30. Jeukendrup AE, Achten J. Fatmax: a new concept to optimize fat oxidation during exercise? *European Journal of Sport Science*, 2001;5:1–5. doi: [10.1080/17461390100071507](https://doi.org/10.1080/17461390100071507).

31. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*. 1996 Oct;28(10):1327-30. doi: 10.1097/00005768-199610000-00018.

32. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky MA. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 2006 Sep 15;575(Pt 3):901-11. doi: 10.1113/jphysiol.2006.112094.

33. Hazell TJ, Olver TD, Hamilton CD, Lemon P WR. Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2012 Aug;22(4):276-83. doi: 10.1123/ijsnem.22.4.276.

34. Edge J, Bishop D, Goodman C, Dawson B. Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Nov;37(11):1975-82. doi: 10.1249/01.mss.0000175855.35403.4c.

35. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012 Mar 1;590(5):1077-84. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725.

36. Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-

related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*. 2010 Oct;59(10):1421-8. doi: 10.1016/j.metabol.2010.01.002. Epub 2010 Feb 12.

37. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)*. 2008 Apr;32(4):684-91. doi: 10.1038/sj.ijo.0803781.