

# Efeito do treinamento físico na pressão arterial de adolescentes com obesidade

*Effect of physical training on the blood pressure of adolescents with obesity*

Breno Quintella Farah<sup>1</sup>, Mariana de Freitas Berenguer<sup>2</sup>, Wagner Luiz do Prado<sup>3</sup>, Crivaldo Gomes C. Júnior<sup>4</sup>, Raphael Mendes R. Dias<sup>5</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Descrever, por meio de uma revisão sistemática, os efeitos do treinamento físico sobre a pressão arterial em adolescentes com obesidade.

**Fontes de dados:** Recorreu-se à revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados que analisaram o efeito do treinamento físico sobre a pressão arterial de adolescentes obesos, publicados em periódicos indexados nas bases de dados PubMed/Medline, Lilacs, SciELO e ISI *Web of Knowledge*<sup>SM</sup>. Foram incluídos os estudos que avaliaram adolescentes publicados até 2010, e que possuíam Grupo Controle.

**Síntese dos dados:** Oito estudos atenderam aos critérios de inclusão. Dois deles utilizaram exercícios de força combinados com aeróbios, enquanto seis empregaram apenas os aeróbios. Cinco estudos utilizaram intervenções complementares, sendo a nutricional a mais frequente. Quatro estudos observaram redução da pressão arterial sistólica no Grupo Exercício comparado ao Controle. Nesses quatro estudos, além da redução da pressão arterial, notou-se diminuição da massa corpórea. Todos aqueles que verificaram redução da pressão arterial utilizaram 12 a 24 semanas de exercícios aeróbios, três a seis sessões semanais, com duração de 50 a 90 minutos e intensidade entre 55 e 75% da frequência cardíaca máxima.

**Conclusões:** O efeito do treinamento físico na pressão arterial de adolescentes obesos é controverso. A redução da pressão arterial parece ocorrer com programas de treinamento aeróbios que promovam também a redução da massa corpórea.

**Palavras-chave:** adolescentes; obesidade; pressão arterial; exercício.

## ABSTRACT

**Objective:** To systematically review the results of studies that analyzed the effects of physical training on the blood pressure of obese adolescents.

**Data sources:** A systematic review of randomized clinical trials was performed and examined the effect of physical training on the blood pressure of obese adolescents, published in journals indexed at PubMed/Medline, Lilacs, SciELO, and ISI *Web of Knowledge*<sup>SM</sup> databases. Studies that evaluated adolescents published until 2010 and that had a Control Group were included.

**Data synthesis:** Eight studies met the inclusion criteria. Two of them used strength exercises combined with aerobics, while six used only aerobics. Five studies used complementary intervention, especially nutritional. Four studies found decreased systolic blood pressure in the Training Group compared to Controls, together with the reduction in body mass. All studies that found a reduction in systolic blood pressure used aerobic exercises from 12 to 24 weeks three to six times per week, lasting 50 to 90 minutes, and with intensity between 55 and 75% at the maximum heart rate.

**Conclusions:** The effect of physical training on the systolic blood pressure of obese adolescents is controversial. However, the reduction in systolic blood pressure seems to occur with aerobic training programs, that also reduce body mass.

**Key-words:** adolescents; obesity; blood pressure; exercise.

Instituição: Escola Superior de Educação Física da Universidade de Pernambuco (ESEF/UPE), Recife, PE, Brasil

<sup>1</sup>Mestrando em Hebiatria pela UPE, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup>Graduação em Bacharelado em Educação Física pela UPE, Recife, PE, Brasil

<sup>3</sup>Doutor em Nutrição pela Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp); Professor Adjunto da UPE, Recife, PE, Brasil

<sup>4</sup>Doutor em Educação Física pela Universidade de São Paulo (USP); Docente do Curso de Educação Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil

<sup>5</sup>Doutor em Saúde Pública pela USP; Professor Adjunto da UPE, Recife, PE, Brasil

Endereço para correspondência:

Raphael Mendes R. Dias

Rua Arnobio Marques, 310

CEP 50100-130 – Recife/PE

E-mail: raphaelritti@gmail.com

Conflito de interesse: nada a declarar

Recebido em: 30/10/2011

Aprovado em: 27/2/2012

## Introdução

A obesidade é uma das doenças mais prevalentes em adolescentes<sup>(1)</sup>, variando, no Brasil, entre 6 e 22%, a depender da região<sup>(2-5)</sup>. A hipertensão arterial, principal fator de risco cardiovascular, é também altamente prevalente em adolescentes, principalmente nos obesos<sup>(6-13)</sup>. De fato, em estudo recente<sup>(9)</sup> observou-se que a prevalência de hipertensão arterial é seis vezes maior em adolescentes obesos comparados aos eutróficos. Dessa forma, o tratamento desses adolescentes deve contemplar tanto o controle ponderal<sup>(14-16)</sup> como a redução dos níveis de pressão arterial<sup>(10,17-22)</sup>.

O treinamento físico é considerado parte importante no tratamento dos adolescentes obesos. Diversos estudos demonstram que aqueles submetidos a programas de treinamento físico sistematizados apresentam melhoria na aptidão física<sup>(23)</sup>, na composição corporal<sup>(14)</sup> e na redução dos marcadores inflamatórios<sup>(24,25)</sup>. Em contrapartida, os efeitos do treinamento físico nos níveis de pressão arterial desses indivíduos ainda é controverso<sup>(20-22,26-32)</sup>. Enquanto alguns estudos observaram diminuição<sup>(19,28,30,31)</sup> da pressão arterial sistólica, outros notaram sua manutenção<sup>(20-22,29)</sup> após um programa de treinamento. São controversos também os resultados das pesquisas que analisaram os efeitos do treinamento físico na pressão arterial diastólica e média<sup>(19-22,28-31)</sup>.

Diante desse quadro, faz-se necessário sintetizar os resultados referentes aos efeitos do treinamento físico na pressão arterial em adolescentes obesos, objetivando identificar os

fatores relacionados às divergências encontradas. Assim, o objetivo do presente estudo foi descrever, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os efeitos do treinamento físico sobre a pressão arterial em adolescentes obesos.

## Método

O desfecho principal dessa revisão foi a alteração na pressão arterial após um programa de treinamento físico em adolescentes obesos. Dessa forma, realizou-se uma revisão sistemática de estudos originais publicados em periódicos indexados nas bases de dados eletrônicas PubMed/Medline (*National Library of Medicine – NLM*), Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) e ISI Web of Knowledge<sup>SM</sup>, que continham análises referentes ao efeito do treinamento físico sobre a pressão arterial em adolescentes obesos.

Os descritores utilizados na pesquisa eletrônica foram definidos mediante consulta ao *Medical Subject Headings* (MeSH), no portal da NLM, e aos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), por meio do portal da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Os descritores foram separados em quatro blocos, e, posteriormente, combinados, conforme exibido na Figura 1.

A busca eletrônica nas bases de dados foi realizada com a combinação dos descritores e a aplicação dos limites, sendo incluídos os estudos que avaliaram indivíduos com idades entre 10 e 18 anos, foram publicados até 2010, realizados

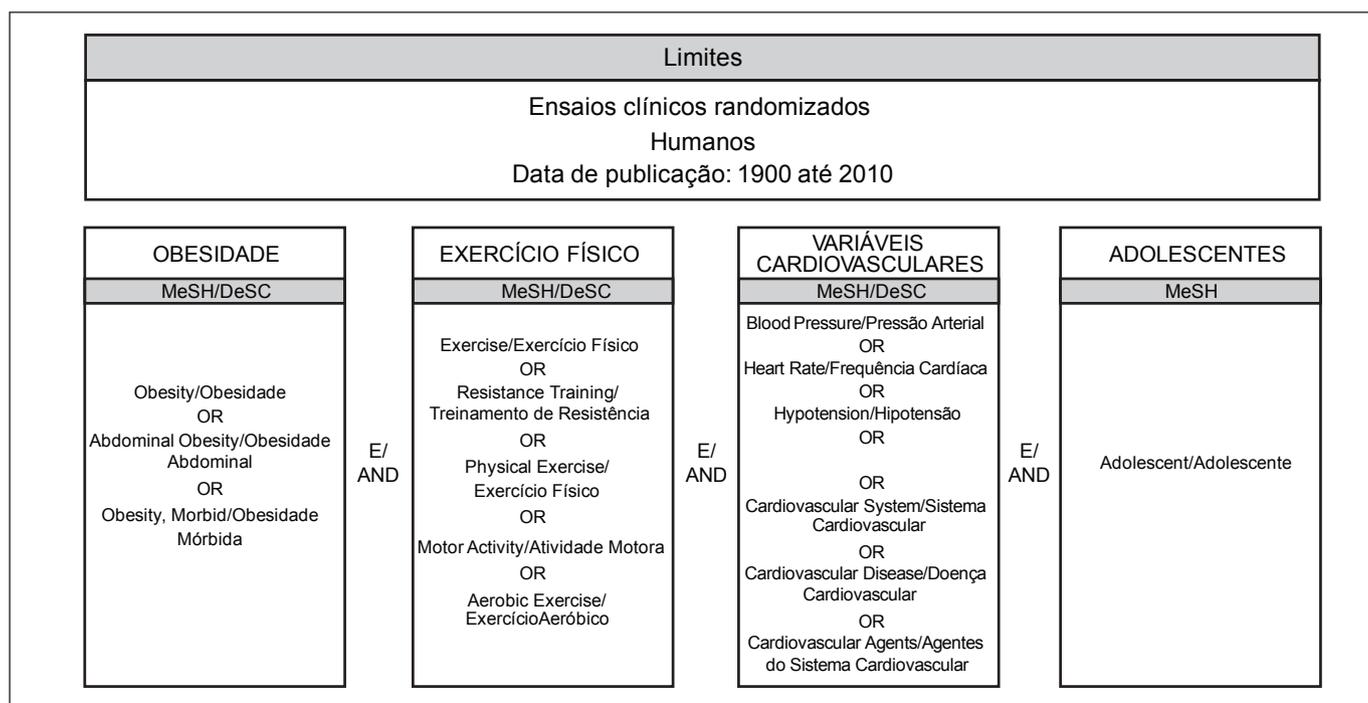


Figura 1 - Descritores utilizados para a pesquisa

com seres humanos, eram ensaios clínicos randomizados e possuíam Grupo Controle.

A partir da pesquisa inicial foi feita a leitura dos títulos e dos resumos das publicações. Com base nisso, foram incluídos os estudos que preencheram as seguintes características: a amostra era composta por adolescentes obesos, independentemente do fato de os artigos abrangerem outras faixas etárias, a pressão arterial foi aferida e incluíam Grupo Controle sem exercício.

Na etapa subsequente, realizou-se a leitura dos artigos na íntegra e a extração dos dados. Nessa etapa, foram extraídos os dados que poderiam interferir no desfecho analisado, tais como a característica da amostra, a massa corpórea, o protocolo de exercício e as intervenções complementares. Além disso, foi feita a análise da qualidade dos estudos por meio da escala PEDro<sup>(33)</sup>, que é composta por 11 questões, sendo atribuídas notas que variam de zero (mínima) a dez (máxima).

Todas as etapas (busca eletrônica nas bases de dados, seleção e avaliação dos artigos potenciais, extração dos dados dos estudos e análise da qualidade dos estudos) foram realizadas por dois pesquisadores independentes. Os resultados de cada etapa foram comparados por um terceiro avaliador a fim de verificar a concordância entre os pares. Na eventualidade de divergências, um terceiro pesquisador foi responsável pela análise final.

## Resultados

Foram identificados 106 artigos (Figura 2) na base de dados PubMed/Medline, 103 na Lilacs, 77 na ISI e nenhum na SciELO. Destes, apenas 15 investigaram os efeitos do treinamento físico nas variáveis cardiovasculares de adolescentes obesos<sup>(17-22,26-31,34-36)</sup>. No entanto, quatro foram excluídos por não apresentarem Grupo Controle<sup>(26,27,35,36)</sup> e outros três por

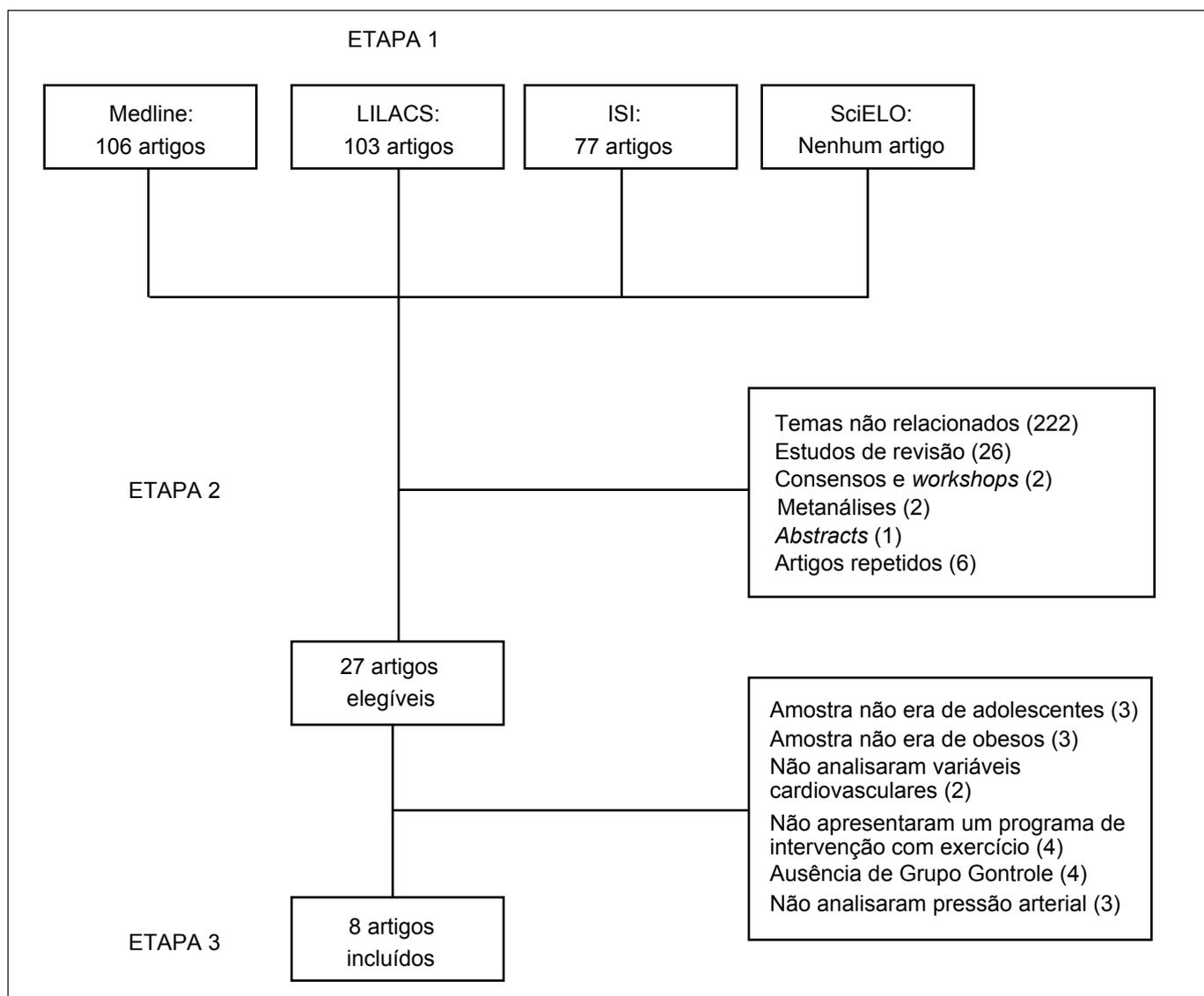


Figura 2 - Fluxograma da seleção dos estudos incluídos na revisão

não analisarem os efeitos do treinamento físico na pressão arterial<sup>(17,18,34)</sup>.

Na Tabela 1 estão descritas as características gerais dos estudos incluídos na revisão. Dos oito estudos, seis foram publicados a partir de 2000<sup>(19-22,28,29)</sup>. O tamanho das amostras variou de 19 a 443 adolescentes, com idades entre 10 e 17 anos. A média do índice de massa corporal (IMC) variou de 29,2 a 34,4kg/m<sup>2</sup>. A análise da escala de PEDro revelou pontuação variando de quatro a sete.

Cinco estudos empregaram algum tipo de intervenção complementar<sup>(19,28-31)</sup>, sendo a nutricional a mais frequente (Tabela 2). O tempo de treinamento variou de 8 a 48 semanas. Quanto aos protocolos de exercício, dois estudos utilizaram os de força combinados com aeróbios<sup>(21,22)</sup>, enquanto seis utilizaram apenas exercícios aeróbios. Destes, três combinaram a caminhada com atividades desportivas<sup>(22,28,30)</sup>. A maioria dos estudos utilizou três sessões semanais de exercício, as quais variavam de 40 a 90 minutos, com intensidade entre 55 e 95% da frequência cardíaca máxima.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos estudos quanto ao efeito do treinamento na pressão arterial. Quatro estudos observaram redução da pressão arterial sistólica no grupo treinamento comparado ao Controle<sup>(19,28-30)</sup>, enquanto outros quatro não evidenciaram qualquer alteração<sup>(20-22,29)</sup>.

Dois estudos<sup>(29,30)</sup> observaram redução na pressão arterial diastólica, e um<sup>(30)</sup> mostrou diminuição da pressão arterial média no grupo treinamento comparado ao Controle. Os quatro estudos que indicaram redução da pressão arterial sistólica também verificaram diminuição na massa corpórea.

## Discussão

Os principais resultados encontrados neste estudo foram: os efeitos do treinamento físico na pressão arterial de adolescentes obesos são controversos; a redução da pressão arterial com o treinamento físico parece ocorrer concomitantemente com a redução da massa corpórea; os estudos que observaram redução da pressão arterial com o treinamento físico utilizaram exercício aeróbio realizado de três a seis sessões semanais, com duração de 50 a 90 minutos, intensidade entre 55 e 75% da frequência cardíaca máxima e tempo de treinamento variando de 12 a 24 semanas.

Para a presente revisão realizou-se pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed/Medline, Lilacs, ISI e SciELO, as quais representam as principais fontes de dados científicos originais na área das ciências da saúde. A partir da pesquisa realizada, evidenciou-se que artigos sobre a temática do presente estudo foram identificados apenas nas bases PubMed/

**Tabela 1** - Características gerais dos estudos incluídos na revisão

Autor	Ano	Grupos	n	Idade (anos)	IMC	PEDro
Rocchini <i>et al</i> <sup>(31)</sup>	1987	MC + dieta + treinamento	18;	10 a 16	NA	6
		MC + dieta	15;			
		Controle	17;			
Rocchini <i>et al</i> <sup>(30)</sup>	1988	MC + dieta + treinamento	23;	10 a 17	NA	6
		MC + dieta	22;			
		Controle	18			
Watts <i>et al</i> <sup>(21)</sup>	2004	Treinamento	19	13 a 16	34,4±0,8	6
		Controle	19			
Meyer <i>et al</i> <sup>(28)</sup>	2006	Treinamento	33	11 a 16	29,8±5,9	4
		Controle	34			
Park <i>et al</i> <sup>(19)</sup>	2007	Treinamento	19	13 a 15	29,3±2,9	7
		Controle	21			
Wong <i>et al</i> <sup>(22)</sup>	2008	Treinamento	12	13 a 14	31,8±4,4	7
		Controle	12			
Reinehr <i>et al</i> <sup>(29)</sup>	2009	Treinamento	257	10 a 16	NI	6
		Controle	186			
Tjonna <i>et al</i> <sup>(20)</sup>	2009	Treinamento	28	13 a 14	33,3±4,5	7
		Controle	26			

MC: mudança de comportamento; IMC: índice de massa corpórea; NA: não analisado; NI: não informado; PEDro: escala de análise da qualidade dos estudos clínicos randomizados e controlados<sup>(33)</sup>

Medline e ISI. Tais resultados ressaltam que as informações originais referentes aos efeitos do treinamento físico na pressão arterial de adolescentes obesos não são veiculadas na literatura latino-americana, de forma que os profissionais interessados em obter informações sobre essa temática devem necessariamente ter acesso a outras bases de dados, com conteúdo em língua inglesa.

Os resultados dos estudos que analisaram os efeitos do treinamento físico sobre a pressão arterial de adolescentes obesos revelaram grande controvérsia. Dos oito que avaliaram os efeitos do treinamento físico na pressão arterial sistólica, apenas quatro verificaram redução significativa. Da mesma maneira, apenas uma parte dos estudos que investigaram os efeitos sobre a pressão arterial diastólica e média verificou diminuição dessas variáveis com o treinamento físico. Essa controvérsia parece estar relacionada às alterações na massa corpórea, decorrentes dos programas de treinamento físico. De fato, os estudos que verificaram redução da pressão arterial sistólica também observaram redução da massa corpórea

e, em dois deles<sup>(30,31)</sup>, as alterações nessas variáveis estavam correlacionadas.

A redução da pressão arterial mediada pela redução da massa corpórea pode ser explicada por fatores mecânicos (menor compressão mecânica do tecido gorduroso sobre os vasos sanguíneos), metabólicos (redução dos níveis de leptina<sup>(37)</sup> e resistência à insulina<sup>(38)</sup>), inflamatórios (redução dos agentes pró-inflamatórios<sup>(39)</sup>) e neurais (redução da atividade nervosa simpática<sup>(40)</sup>). Estes resultados demonstram a importância da redução da massa corpórea para a diminuição da pressão arterial, reforçando o valor da intervenção nutricional na terapêutica do adolescente obeso<sup>(41-43)</sup>.

Com base na síntese das evidências deste estudo, foi possível identificar grande variabilidade nos protocolos de treinamento empregados, o que também pode ter contribuído para os resultados controversos encontrados. Dos oito estudos incluídos, cinco utilizaram apenas o exercício aeróbio, enquanto dois utilizaram-no junto com os exercícios de força; somente um aplicou o treinamento aeróbio

**Tabela 2** - Característica do programa de treinamento físico dos estudos incluídos na revisão

Autor	Intervenção complementar	Tempo de intervenção	Programa de treinamento
Rocchini <i>et al</i> <sup>(31)</sup>	Nutricionista	20 semanas	Três sessões semanais de atividades aeróbias, com duração de 60 minutos e intensidade entre 70 e 75% da FCM.
Rocchini <i>et al</i> <sup>(30)</sup>	Nutricionista	20 semanas	Três sessões semanais de atividades aeróbias, esportivas e jogos recreativos, com duração de 60 minutos e intensidade entre 70 e 75% da FCM.
Watts <i>et al</i> <sup>(21)</sup>	–	8 semanas	Três sessões semanais de exercício aeróbio em cicloergômetro e exercícios de força realizados em circuito com duração de 60 minutos e intensidade de 65 a 85% da FCM e 55 a 75% de 1RM, respectivamente.
Meyer <i>et al</i> <sup>(28)</sup>	Nutricionista	24 semanas	Três sessões semanais: segunda – 60 minutos de atividades aquáticas; quarta – 90 minutos de atividades esportivas; sexta – 60 minutos de caminhada.
Park <i>et al</i> <sup>(19)</sup>	Nutricionista	12 semanas	Seis sessões semanais: segunda, quarta e sexta – 10 minutos de caminhada pela manhã; terça, quinta e sábado – 30 a 40 minutos de caminhada à tarde, com intensidade entre 55 e 75% da FCM.
Wong <i>et al</i> <sup>(22)</sup>	–	12 semanas	Duas sessões semanais de atividades aeróbias e exercício de força, realizado em circuito com duração de 55 minutos e intensidade de 55 a 65% da FCM, nas duas primeiras semanas, e de 65 a 85% nas semanas seguintes.
Reinehr <i>et al</i> <sup>(29)</sup>	Psicólogo; nutricionista e médico	48 semanas	Uma sessão semanal, com duração de 40 minutos de atividades esportivas e caminhada.
Tjonna <i>et al</i> <sup>(20)</sup>	–	12 semanas	Duas sessões semanais de exercício aeróbio intervalado em esteira, com duração de 40 minutos: 10 minutos de aquecimento a 70% da FCM, quatro <i>sprints</i> com quatro minutos em alta intensidade (90 a 95% da FCM) para cada três minutos de recuperação ativa a 70% da FCM, e cinco minutos de volta à calma.

FCM: frequência cardíaca máxima; 1RM: uma repetição máxima

Tabela 3 - Principais resultados obtidos após treinamento físico em adolescentes obesos

Autor	Grupos	PAS (mmHg)		PAD (mmHg)		PAM (mmHg)		Massa corporal (kg)	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Rocchini et al <sup>(31)</sup>	MC + dieta + treinamento	128±8	114±7*	78±10	69±6*	94±9	84±5*	71±12	68±10*
	MC + dieta	125±15	115±7	79±12	69±9	94±13	84±8	72±14	69±14
	Controle	126±13	131±16	73±12	77±14	90±10	92±12	73±14	76±15
Rocchini et al <sup>(30)</sup>	MC + dieta + treinamento	129±9	113±6*§	79±11	66±7*§	95±10	83±7*	72±12	70±11*
	MC + dieta	127±14	117±8	80±11	68±9	95±9	82±8	73±14	70±15
	Controle	126±13	130±14	78±10	77±15	90±11	93±12	73±14	77±16
Watts et al <sup>(21)</sup>	Treinamento	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NA	NA
	Controle	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NA	NA
Meyer et al <sup>(28)</sup>	Treinamento	128±16	120±13*	68,3±5,8	68,3±5,9	NA	NA	NA	NA
	Controle	133±14	133±20	68,1±7,3	68,5±7,5	NA	NA	NA	NA
Park et al <sup>(19)</sup>	Treinamento	118,5±6,0	112,0±7,6*	69,7±5,3	67,5±4,6	NA	NA	75,7±9,4	71,4±9,3*
	Controle	119,8±6,9	119,3±7,5	70,4±6,9	69,9±6,5	NA	NA	74,2±6,9	74,5±6,6
Wong et al <sup>(22)</sup>	Treinamento	119,6±10,8	113,8±7,1	73,8±8,8	71,7±7,5	NA	NA	83,1±8,1	80,7±8,1*
	Controle	115,0±8,0	117,0±6,2	71,3±6,8	70,8±6,7	NA	NA	87,6±9,2	88,9±7,4
Reinehr et al <sup>(29)</sup>	Treinamento	127±17	120±15	69±12	64±11	NA	NA	NA	NA
	Controle	120±14	122±15	67±12	67±12	NA	NA	NA	NA
Tjonna et al <sup>(20)</sup>	Treinamento	128,8±12,8	119,4±7,1	70,4±7,5	64,9±7,1	89,9±8,6	82,7±6,3	94,1±23,3	94,4±6,3
	Controle	125,0±12,9	122,5±7,0	65,5±8,6	67,3±7,5	85,3±9,5	85,3±6,5	94,3±15,3	95,4±6,6

MC: mudança de comportamento; NI: não informado; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; \*diferente do Grupo Controle ( $p<0,05$ ); §diferente do Grupo MC + dieta ( $p<0,05$ )

intervalado. A intensidade variou de 55 a 95% da frequência cardíaca máxima e a duração de cada sessão variou de 40 a 90 minutos. A redução da pressão arterial mediada pelo treinamento físico tem sido atribuída a uma série de fatores, tais como: melhoria na função endotelial<sup>(21)</sup>, redução do tônus simpático cardíaco<sup>(44-46)</sup>, aumento da sensibilidade dos reflexos cardiovasculares<sup>(47)</sup> e diminuição dos níveis de leptina<sup>(48-50)</sup>, entre outros. Todavia, esses fatores parecem ser menos importantes para a diminuição da pressão arterial do que para a diminuição da massa corpórea, uma vez que nem todos os estudos que realizaram treinamento físico observaram diminuição no nível de pressão.

Na análise dos protocolos dos estudos que verificaram redução da pressão arterial, é possível notar alguns pontos em comum: todos utilizaram o exercício aeróbio com, no mínimo, três sessões por semana, durando entre 50 e 90 minutos e com intensidade variando de 55 a 75% da frequência cardíaca máxima. Além disso, não foi observada diferença na pressão arterial em estudos com treinamento inferior a 12 semanas. Nesse sentido, programas de treinamento físico que tenham por objetivo a redução da pressão arterial de adolescentes obesos devem se basear nesses protocolos de treino.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A pesquisa bibliográfica foi realizada apenas em periódicos indexados nas bases de dados eletrônicas PubMed/Medline, Lilacs e ISI. Dessa

forma, é possível que alguns estudos sobre esta temática não tenham sido incluídos. Contudo, vale ressaltar que as bases de dados utilizadas no presente estudo são as mais consultadas para pesquisa bibliográfica de manuscritos em línguas portuguesa e inglesa. Ademais, a pesquisa bibliográfica deste estudo não incluiu os bancos de dados de teses e dissertações, motivo pelo qual o número de estudos também pode ter sido limitado. A investigação foi realizada utilizando apenas descritores em português ou inglês, portanto, estudos existentes em outros idiomas não foram incluídos.

Os resultados desta revisão indicaram que não há um consenso na literatura sobre os efeitos cardiovasculares do treinamento físico na pressão arterial de adolescentes obesos. Não obstante, foi possível identificar que os estudos que observaram redução na pressão arterial também verificaram diminuição da massa corporal, possuindo, como protocolo de exercício aeróbio, a realização de três a seis sessões semanais, com duração de 50 a 90 minutos, intensidade entre 55 e 75% da frequência cardíaca máxima e tempo de treinamento variando de 12 a 24 semanas. Apesar desses resultados, deve-se levar em consideração que o treinamento físico bem planejado deve ser estimulado para essa população, independentemente da resposta da pressão arterial, tendo em vista os demais benefícios associados a esse treinamento na diminuição do risco cardiovascular.

## Referências bibliográficas

1. World Health Organization - WHO. Global strategy on diet, physical activity and health. Geneva: WHO; 2008.
2. Cavalcanti CB, Barros MV, Meneses AL, Santos CM, Azevedo AM, Guimarães FJ. Abdominal obesity in adolescents: prevalence and association with physical activity and eating habits. *Arq Bras Cardiol* 2010;94:350-6.
3. De Moraes AC, Fadoni RP, Ricardi LM, Souza TC, Rosaneli CF, Nakashima AT *et al.* Prevalence of abdominal obesity in adolescents: a systematic review. *Obes Rev* 2011;12:69-77.
4. Terres NG, Pinheiro RT, Horta BL, Pinheiro KA, Horta LL. Prevalence and factors associated to overweight and obesity in adolescents. *Rev Saude Publica* 2006;40:627-33.
5. Balaban G, Silva GA. Overweight and obesity prevalence in children and adolescents from a private school in Recife. *J Pediatr (Rio J)* 2001;77:96-100.
6. Davy KP, Hall JE. Obesity and hypertension: two epidemics or one? *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2004;286:R803-13.
7. Gomes BM, Alves JG. Prevalence of high blood pressure and associated factors in students from public schools in Greater Metropolitan Recife, Pernambuco State, Brazil, 2006. *Cad Saude Publica* 2009;25:375-81.
8. Hall JE, da Silva AA, do Carmo JM, Dubinon J, Hamza S, Munusamy S *et al.* Obesity-induced hypertension: role of sympathetic nervous system, leptin, and melanocortins. *J Biol Chem* 2010;285:17271-6.
9. Obarzanek E, Wu CO, Cutler JA, Kavey RE, Pearson GD, Daniels SR. Prevalence and incidence of hypertension in adolescent girls. *J Pediatr* 2010;157:461-7.
10. Sociedade Brasileira de Cardiologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol* 2010;95 (Suppl 1):1-51.
11. Iwashima S, Nakagawa Y, Ishikawa T, Satake SS, Nagata E, Ohzeki T. Abdominal obesity is associated with cardiovascular risk in Japanese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2011;24:51-4.
12. Katona E, Zrínyi M, Lengyel S, Komonyi E, Paragh G, Zatik J *et al.* The prevalence of adolescent hypertension in Hungary - the Debrecen hypertension study. *Blood Pressure* 2011;20:134-9.
13. Christofaro DG, Casonatto J, Fernandes RA, Reichert FF, Lock MR, Guariglia DA *et al.* High blood pressure in adolescents of high economic status. *Rev Paul Pediatr* 2010;28:23-8.
14. Prado WL, Siegfried A, Dâmaso AR, Carnier J, Piano A, Siegfried W. Effects of long-term multidisciplinary inpatient therapy on body composition of severely obese adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2009;85:243-8.
15. Taylor RW, Mcauley KA, Williams SM, Barbezat W, Nielsen G, Mann JI. Reducing weight gain in children through enhancing physical activity and nutrition: the APPLE project. *Int J Pediatr Obes* 2006;1:146-52.
16. Nowicka P, Höglund P, Pietrobelli A, Lissau I, Flodmark CE. Family Weight School treatment: 1-year results in obese adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2008;3:141-7.

17. Mitchell BM, Gutin B, Kapuku G, Barbeau P, Humphries MC, Owens S *et al*. Left ventricular structure and function in obese adolescents: relations to cardiovascular fitness, percent body fat, and visceral adiposity, and effects of physical training. *Pediatrics* 2002;109:E73-3.
18. Naylor LH, Watts K, Sharpe JA, Jones TW, Davis EA, Thompson A *et al*. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:2027-32.
19. Park TG, Hong HR, Lee J, Kang HS. Lifestyle plus exercise intervention improves metabolic syndrome markers without change in adiponectin in obese girls. *Ann Nutr Metab* 2007;51:197-203.
20. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R *et al*. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)* 2009;116:317-26.
21. Watts K, Beyre P, Siafarikas A, Davis EA, Jones TW, O'Driscoll G *et al*. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:1823-7.
22. Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC *et al*. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:286-93.
23. Sabia RV, Santos JE, Ribeiro RP. Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:349-55.
24. Gutin B, Ramsey L, Barbeau P, Cannady W, Ferguson M, Litaker M *et al*. Plasma leptin concentrations in obese children: changes during 4-mo periods with and without physical training. *Am J Clin Nutr* 1999;69:388-94.
25. Dâmaso AR, Tock L, Tufik S, Prado WL, Stella SG, Fisberg M *et al*. Multidisciplinary treatment reduces visceral adiposity tissue, leptin, ghrelin and the prevalence of non-alcoholic fat liver disease (NAFLD) in obese adolescents. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:263-7.
26. Brownell KD, Kelman JH, Stunkard AJ. Treatment of obese children with and without their mothers: changes in weight and blood pressure. *Pediatrics* 1983;71:515-23.
27. Kelishadi R, Hashemipour M, Sarrafzadegan N, Mohammadifard N, Alikhasy H, Beizaei M *et al*. Effects of a lifestyle modification trial among phenotypically obese metabolically normal and phenotypically obese metabolically abnormal adolescents in comparison with phenotypically normal metabolically obese adolescents. *Matern Child Nutr* 2010;6:275-86.
28. Meyer AA, Kundt G, Lenschow U, Schuff-Werner P, Kienast W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1865-70.
29. Reinehr T, Kleber M, Toschke AM. Lifestyle intervention in obese children is associated with a decrease of the metabolic syndrome prevalence. *Atherosclerosis* 2009;207:174-80.
30. Rocchini AP, Katch V, Anderson J, Hinderliter J, Becque D, Martin M *et al*. Blood pressure in obese adolescents: effect of weight loss. *Pediatrics* 1988;82:16-23.
31. Rocchini AP, Katch V, Schork A, Kelch RP. Insulin and blood pressure during weight loss in obese adolescents. *Hypertension* 1987;10:267-73.
32. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. The effects of exercise on resting blood pressure in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol* 2003;6:8-16.
33. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2003;83:713-21.
34. Adamo KB, Rutherford JA, Goldfield GS. Effects of interactive video game cycling on overweight and obese adolescent health. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35:805-15.
35. Akimoto-Gunther L, Hubler M, Santos M, Carolino I, Sonoo N, Botti B *et al*. Effects of re-education in eating habits and physical activity on the lipid profile of obese teenagers. *Clin Chem Lab Med* 2002;40:460-2.
36. Kelishadi R, Hashemi M, Mohammadifard N, Asgary S, Khavarian N. Association of changes in oxidative and proinflammatory states with changes in vascular function after a lifestyle modification trial among obese children. *Clin Chem* 2008;54:147-53.
37. Chu NF, Wang DJ, Shieh SM. Obesity, leptin and blood pressure among children in Taiwan: the Taipei children's heart study. *Am J Hypertens* 2001;14:135-40.
38. Lurbe E, Torro I, Aguilar F, Alvarez J, Alcon J, Pascual JM *et al*. Added impact of obesity and insulin resistance in nocturnal blood pressure elevation in children and adolescents. *Hypertension* 2008;51:635-41.
39. Syrenicz A, Garanty-Bogacka B, Syrenicz M, Gebala A, Dawid G, Walczak M. Relation of low-grade inflammation and endothelial activation to blood pressure in obese children and adolescents. *Neurol Endocrinol Lett* 2006;27:459-64.
40. Kaufman CL, Kaiser DR, Steinberger J, Dengel DR. Relationships between heart rate variability, vascular function, and adiposity in children. *Clin Auton Res* 2007;17:165-71.
41. Stabouli S, Papakatsika S, Kotsis V. The role of obesity, salt and exercise on blood pressure in children and adolescents. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2011;9:753-61.
42. Randall OS, Kwagyan J, Huang Z, Xu S, Ketete M, Maqbool AR. Effect of diet and exercise on pulse pressure and cardiac function in morbid obesity: analysis of 24-hour ambulatory blood pressure. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2005;7:455-63.
43. Roberts CK, Vaziri ND, Barnard RJ. Effect of diet and exercise intervention on blood pressure, insulin, oxidative stress, and nitric oxide availability. *Circulation* 2002;106:2530-2.
44. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: the role of the autonomic nervous system. *Neurosci Biobehav Rev* 2009;33:107-15.
45. Malpas SC. Sympathetic nervous system overactivity and its role in the development of cardiovascular disease. *Physiol Rev* 2010;90:513-57.
46. Fisher JP, Paton JF. The sympathetic nervous system and blood pressure in humans: implications for hypertension. *J Hum Hypertens*. 2011. In press.
47. Heffernan KS, Collier SR, Kelly EE, Jae SY, Fernhall B. Arterial stiffness and baroreflex sensitivity following bouts of aerobic and resistance exercise. *Int J Sports Med* 2007;28:197-203.
48. Paolisso G, Manzella D, Montano N, Gambardella A, Varricchio M. Plasma leptin concentrations and cardiac autonomic nervous system in healthy subjects with different body weights. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:1810-4.
49. Eikelis N, Schlaich M, Aggarwal A, Kaye D, Esler M. Interactions between leptin and the human sympathetic nervous system. *Hypertension* 2003;41:1072-9.
50. Fisher JS, van Pelt RE, Zinder O, Landt M, Kohrt WM. Acute exercise effect on postabsorptive serum leptin. *J Appl Physiol* 2001;91:680-6.