

# Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica em crianças e adolescentes. Estado da arte.

Association between physical activity, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in youth. The state of the art.

Fernanda Karina dos Santos<sup>1</sup>

Thayse Natacha Queiroz Ferreira Gomes<sup>1</sup>

Daniel Santos<sup>1</sup>

António Prista<sup>2</sup>

José António Ribeiro Maia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada, CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências da Educação Física e Desporto da Universidade de Pedagógica, Maputo, Moçambique.

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo sintetizar os principais resultados da associação entre atividade física (AF) e/ou aptidão cardiorrespiratória com a síndrome metabólica (SM) em crianças e adolescentes. Efetuou-se uma busca *on-line* nas bases de dados *Pubmed*, *Scopus*, *Web of Science* e *Lilacs* para selecionar artigos que investigaram a relação entre AF e/ou aptidão cardiorrespiratória e SM em crianças e adolescentes, publicados entre os anos de 2004 e 2009. Foram localizados 20 estudos que atenderam aos critérios adotados, dos quais 19 compuseram a amostra. Uma associação negativa entre AF e/ou aptidão cardiorrespiratória e SM foi observada. Os valores da associação apresentaram oscilação, a qual pode ser relacionada aos métodos utilizados para recolha da informação, à inexistência de critérios unânimes para determinação da SM em crianças e adolescentes, ao tamanho e características amostrais. Os resultados sugerem que incrementos dos níveis de AF (*odds ratio* de 1,3 a 5,16, e  $\beta = -0.02$  a  $-0.21$ ) e aptidão cardiorrespiratória (*odds ratio* de 2,42 a 13,0, e  $\beta = -0.09$  a  $-0,44$ ) em jovens se apresentam como estratégias para prevenção de fatores de risco metabólico. Não obstante a representatividade dos dados, há a necessidade de estudos posteriores em populações de nações em transição, de forma a possibilitar uma melhor compreensão desta relação.

**Palavras-chave:** Atividade Física, Aptidão Cardiorrespiratória, Síndrome Metabólica, Crianças, Adolescentes.

## Endereço para Correspondência

Fernanda Karina dos Santos

CIFI<sup>2</sup>D, Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada. Faculdade de Desporto, Universidade do Porto. Rua Dr. Plácido Costa, 91. Porto 4200-450, Portugal.  
e-mail: fernandak.santos@hotmail.com

## Abstract

The present study aimed to summarize the main results of the association between physical activity (PA) and cardiorespiratory fitness with metabolic syndrome (MS) in children and adolescents. An *on-line* search was made on *Pubmed*, *Scopus*, *Web of Science* and *Lilacs* databases for published studies concerning the relationship between PA and/or cardiorespiratory fitness with MS in children and adolescents. Published studies covered a period from 2004 to 2009. Twenty studies were found showing according to inclusion criteria, but only 19 were included in the sample. In general a negative association between PA and cardiorespiratory fitness with MS was observed. The association was not equal across studies; a wide variability between them was found, and design of each study, sample size and characteristics, as well as the lack of a universal definition of MS in youth may account for such discrepancies. Improvement on PA levels (*odds ratio* between 1,3 to 5,16, and  $\beta = -0.02$  to  $-0.21$ ) and on cardiorespiratory fitness (*odds ratio* between 2,42 to 13,0, and  $\beta = -0.09$  to  $-0,44$ ) in youth is a potential strategy to overcoming the metabolic risk factors in this population. Notwithstanding data representativeness, it is necessary further studies in developing countries population for a better understanding for this relationship.

**Keywords:** Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, Metabolic Syndrome, Children, Adolescents.

• Recebido: 21/5/2010  
• Re-submissão: 17/07/2010  
06/08/2010  
• Aceito: 11/8/2010

## INTRODUÇÃO

Nos países economicamente desenvolvidos, as doenças cardiovasculares (DCV) constituem a principal causa de morbidade e mortalidade<sup>(1-3)</sup>. Este quadro epidemiológico severo tem sido imputado às múltiplas transformações socioeconômicas e científico-culturais dos últimos 50 anos<sup>(4)</sup>. Ao proporcionarem uma qualidade de vida mais consentânea com expectativas sociais de conforto, a que se associa um aumento da longevidade, tais transformações também provocaram modificações nos hábitos alimentares e comportamentais, de que o aumento do sedentarismo é um bom exemplo, acabando por influenciar o quadro complexo do binômio saúde-doença<sup>(4-5)</sup>.

Embora seja notória e urgente a necessidade de desenvolver estratégias para combater as DCV, tais medidas têm esbarrado na dificuldade em reduzir os seus fatores de risco. O agrupamento aditivo de fatores metabólicos anormais, responsáveis por eventos cardiovasculares, que representam cerca de 30% das causas de morte a nível mundial<sup>(3)</sup>, tem sido genericamente designado por Síndrome Metabólica (SM)<sup>(6-7)</sup>.

A SM procura representar um conjunto de fatores de risco cardiovascular tais como a hipertensão arterial, a deposição central de gordura, a dislipidemia e a resistência à insulina<sup>(8)</sup>, sendo a mesma, segundo a NCEP ATP III<sup>(9)</sup>, identificada pela presença de três ou mais desses fatores de risco. Não tem sido fácil elaborar uma lista de valores de corte dos seus múltiplos indicadores (sobre esta matéria, ver por exemplo, em língua portuguesa, o texto de Leal et al<sup>(10)</sup>), mesmo em adultos, devido à divergência de valores de corte sugeridos por diferentes organismos internacionais; o mesmo ocorre em crianças e adolescentes dado não existirem valores específicos para estes grupos populacionais. A tabela 1 mostra adaptações para valores de corte em crianças e adolescentes, baseadas nas posições de organismos internacionais.

A elevada prevalência da SM em adultos observada, sobretudo, em amostras de países desenvolvidos<sup>(16)</sup>, e/ou caracterizada pela presença de sobrepeso/obesidade<sup>(17)</sup>, parece encontrar algum eco na população jovem (crianças e adolescentes). Dados sobre a prevalência da SM neste estrato populacional reportam prevalência de até 60%, com a variação desta prevalência decorrente dos valores de corte adotados, bem como das características das populações estudadas<sup>(18-20)</sup>.

Diante da existência de evidências da associação entre inatividade física e presença de indicadores da SM<sup>(21)</sup>, e não obstante o peso dos fatores genéticos, alterações nos estilos de vida, sobretudo nos hábitos alimentares e níveis de AF e aptidão cardiorrespiratória, têm sido consideradas boas alternativas para a prevenção ou redução de risco cardiovascular<sup>(6, 21-22)</sup>.

O incremento mundial da prevalência da SM em crianças e adolescentes<sup>(20)</sup>, a que se associa uma redução dos níveis de AF e aptidão cardiorrespiratória<sup>(23)</sup>, reclama a elaboração de um sumário da informação disponível. Daqui o propósito do presente estudo: sintetizar os principais resultados da associação entre AF e/ou aptidão cardiorrespiratória com a SM em crianças e adolescentes.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma busca *on-line* de artigos nas bases de dados *Pubmed* (via *National Library of Medicine*), *Scopus* e *Web of Science*, por meio de uma estratégia de busca com os seguintes descritores (palavras-chave): "*metabolic syndrome*", "*metabolic risk*", "*metabolic syndrome X*", "*physical activity*",

"*physical fitness*", "*cardiorespiratory fitness*", "*children*" e "*adolescents*" e possíveis combinações; concomitantemente, foi realizada uma busca *on-line* na base de dados *Lilacs* com os descritores referidos traduzidos para a língua portuguesa. A busca dos artigos foi realizada entre Junho e Novembro de 2009 pela primeira autora. Foram identificados 251 artigos conforme a estratégia de busca, cujos resumos foram lidos e selecionados, para compor a amostra, conforme os seguintes critérios de inclusão: (1) artigos publicados na íntegra em periódicos nacionais ou internacionais que reportassem a relação entre SM e AF e/ou aptidão cardiorrespiratória em crianças e adolescentes, e (2) publicados entre os anos de 2004 e 2009 (visto que a primeira adaptação de critérios para SM em crianças e jovens foi publicado em 2003<sup>(24)</sup>). Artigos publicados (1) antes de 2004 e após Outubro de 2009, ou (2) cuja amostra não tenha sido composta exclusivamente por crianças e/ou adolescentes, não foram selecionados. Os artigos que pareciam preencher todos os critérios de inclusão foram lidos na íntegra, por forma a serem incluídos no estudo.

## RESULTADOS

Após busca e seleção dos artigos, 20 artigos, com *design* transversal, cumpriram os critérios de seleção e inclusão propostos, contudo apenas 19 foram incluídos no estudo (pelo fato de dois artigos apresentarem amostra e resultados idênticos<sup>(25-26)</sup>, optou-se pela permanência, no estudo, de apenas um deles<sup>(26)</sup>). Sete artigos<sup>(27-33)</sup> investigaram a associação entre AF e SM, oito<sup>(34-41)</sup> pesquisaram a associação da aptidão cardiorrespiratória com a SM e quatro<sup>(26, 42-44)</sup> analisaram a associação independente da AF e da aptidão cardiorrespiratória com a SM. A prevalência da SM nas amostras estudadas foi reportada em seis dos estudos, com valores de 3,5%<sup>(28)</sup>, 5,8%<sup>(31)</sup>, 4,6%<sup>(42)</sup>, 8,4%<sup>(29)</sup>, 7,6%<sup>(38)</sup> e 14,1%<sup>(33)</sup>.

Os estudos que investigaram a associação AF e SM (Tabela 2) são provenientes de três continentes (América do Norte, Europa e Ásia), representando oito países. O espectro amostral é constituído por crianças e/ou adolescentes, dos dois gêneros, cuja dimensão encontra-se compreendida entre 202<sup>(29)</sup> e 4811<sup>(33)</sup>, e a faixa etária entre quatro e 19 anos. A avaliação dos níveis de AF foi realizada por meio de questionário e/ou acelerômetros (quatro estudos fizeram uso de questionários<sup>(28, 31, 33, 42)</sup>, seis utilizaram acelerômetros<sup>(26, 29-30, 32, 43-44)</sup> e um utilizou ambos os instrumentos<sup>(27)</sup>).

No que se refere aos critérios utilizados para determinação de SM, sete estudos utilizaram adaptações de valores de corte sugeridos por entidades internacionais ou adaptações realizadas em estudos anteriores<sup>(26-29, 31, 33, 42)</sup>, e quatro dos estudos construíram um *score* contínuo de SM ajustado para a amostra<sup>(30, 32, 43-44)</sup>. De forma geral, os estudos analisados apresentaram uma associação inversamente significativa entre AF e SM, variando, contudo, nos valores desta associação. Exceção foi observada no estudo de Casazza et al<sup>(29)</sup>, onde foi encontrada, apenas, a associação da AF com os indicadores isolados da SM.

Os estudos que examinaram a associação da SM com a aptidão cardiorrespiratória (Tabela 3) são oriundos de oito países, referentes a quatro continentes (América do Norte, Europa, Ásia e Oceania). A dimensão amostral variou de 163<sup>(35)</sup> a 2845<sup>(41)</sup> crianças e/ou adolescentes, de ambos os sexos, com idades compreendida entre sete e 19 anos. Para avaliar a aptidão cardiorrespiratória, onze estudos recorreram a testes laboratoriais, dos quais sete utilizaram bicicleta ergométrica<sup>(26, 34, 37, 39, 41-43)</sup> e quatro esteira ergométrica<sup>(35-36, 38, 44)</sup>; um estudo

Tabela 1

## Valores de corte para SM em crianças e adolescentes

	Cook et al <sup>(11)</sup>	Cruz et al <sup>(12)</sup>	Weiss et al <sup>(13)</sup>	de Ferranti et al <sup>(14)</sup>	IDF (adaptado de Zimmet et al <sup>(15)</sup> )	
					06 - 10 anos	10 - 16 anos
Obesidade	CC ≥ P90	CC > P90	IMC > P97	CC > P75	CC ≥ P90	CC ≥ P90
HDL-C	≤ 40 mg/dL	< P10	< P10	♀ < 50 mg/dL ♂ < 45 mg/dL	A SM não pode ser diagnosticada antes dos 10 anos. Mensurações futuras são necessárias se existe histórico familiar de SM, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemia, DCV, hipertensão e obesidade	< 1.03 mmol/L
Triglicerídeos	≥ 110 mg/dL	> P90	> P95	≥ 100 mg/dL		≥ 1.7 mmol/L
Glicose	≥ 110 mg/dL (jejum)	> 140 mg/dL (2h após ingestão)	> 140 mg/dL (2h após ingestão)	≥ 110 mg/dL (jejum)		≥ 5.6 mmol/L (jejum)
Pressão arterial	≥ P90	> P90	> P95	> P90		Sistólica ≥ 130 mm Hg Diastólica ≥ 85 mm Hg

CC: circunferência da cintura; P: percentil; P75 a P97: percentil 5 a 97; P ≥ 90, P > 95: percentil ajustado para a idade e a altura; IMC: índice de massa corporal.

fez uso de teste de campo, a corrida de 1,6 km<sup>(40)</sup>. Em apenas três desses estudos, foi reportado o tipo de teste utilizado, dos quais dois fizeram uso de teste submáximo<sup>(38, 42)</sup> e de um teste máximo<sup>(36)</sup>.

Para a determinação da presença de SM, de modo semelhante ao que ocorreu nos estudos que examinaram a associação AF-SM, foram utilizadas adaptações dos critérios internacionais<sup>(26, 35, 38, 42)</sup> ou construiu-se um *score* contínuo da SM<sup>(34, 36-37, 40-41, 43-44)</sup>. Apenas um estudo optou por uma metodologia diferente, tendo recorrido ao uso de percentis<sup>(39)</sup>. De acordo com os resultados encontrados, em apenas um dos estudos não foi encontrada associação entre aptidão cardiorrespiratória e SM<sup>(35)</sup>, prevalecendo o achado da associação negativa entre as referidas variáveis nos demais estudos.

## DISCUSSÃO

Os estudos que examinaram a associação entre AF e SM apresentaram, de forma geral, uma associação inversa entre as duas variáveis, donde crianças e adolescentes mais ativos possuem menores riscos de desenvolvimento de SM. Nos estudos que expressaram os resultados através de *odds ratio*, os sujeitos com menores níveis de AF apresentaram entre 1,3 (95% IC: 1,1 - 1,7)<sup>(33)</sup> e 5,16 (95% IC: 1,05-49,13)<sup>(42)</sup> mais chances de desenvolver SM quando comparados a sujeitos com maiores níveis de AF; já nos estudos que apresentaram os resultados por meio de coeficiente estandardizados de regressão ( $\beta$ ), os valores para a associação entre AF e SM oscilaram entre -0,02<sup>(30)</sup> e -0,21<sup>(43)</sup>. De referir que Casazza et al<sup>(29)</sup> encontraram uma associação positiva (esperada) entre AF e HDL-C na amostra total ( $\beta = 0,18$ ) e entre caucasianos ( $\beta = 0,46$ ); e entre sedentarismo e nível de glicose no sangue na amostra total ( $\beta = 0,22$ ) e em hispânicos ( $\beta = 0,38$ ). Para a parcela da amostra afro-americana os autores encontraram, também, uma associação negativa entre AF e níveis de triglicerídeos ( $\beta = -0,291$ ). Rizzo et al<sup>(43)</sup> encontraram associação negativa entre AF e *score* de SM apenas em adolescentes do gênero feminino ( $\beta = -0,21$ ).

Para a relação entre aptidão cardiorrespiratória e SM, notou-se que os sujeitos com maiores riscos de SM apresentam

menores níveis de aptidão cardiorrespiratória, existindo uma associação inversa entre essas variáveis, tendo os estudos apresentado seus resultados por meio de *odds ratio* entre 2,42 (95% IC: 1,56-3,76)<sup>(39)</sup> e 13,0 (95% IC: 8,8-19,1)<sup>(41)</sup> para sujeitos com baixa aptidão cardiorrespiratória, coeficiente estandardizado de regressão ( $\beta = -0,09$ <sup>(26)</sup> e  $-0,44$ <sup>(43)</sup>), correlação<sup>(44)</sup> e médias de *score* para SM (0,41<sup>(36)</sup> e 2,23<sup>(40)</sup>) para grupos com baixa aptidão aeróbica).

Os diferentes resultados encontrados podem estar relacionados aos distintos métodos utilizados para coleta da informação, à inexistência de critérios unânimes para determinação da SM em crianças e adolescentes, e ao tamanho e características amostrais. A AF e a aptidão cardiorrespiratória foram estimadas por distintos instrumentos, tendo sido utilizados acelerômetros e questionários para AF e, para aptidão cardiorrespiratória, testes laboratoriais (em esteira ou bicicleta ergométricas) e de campo, podendo as diferenças reportadas serem em decorrência da forma com que cada instrumento mensura tais fenótipos. Além disso, por não existirem critérios amplamente aceitos para definição da SM em populações jovens, as adaptações utilizadas podem apresentar valores distintos de pontos de corte para os componentes da SM, que interferem na comparabilidade entre estudos. Essa dificuldade em estabelecer comparações é acentuada com os estudos que não utilizaram adaptações para pontos de corte dos indicadores da SM, mas sim o uso de um *score* contínuo para a mesma, que é específico de cada amostra.

No que diz respeito às características amostrais observou-se uma grande variação tanto na dimensão (entre 202 e 4811, nos estudos de AF/SM; e entre 163 e 2845 nos estudos de aptidão cardiorrespiratória/SM) quanto na idade dos sujeitos (entre quatro e 19 anos, nos estudos de AF/SM; e entre sete e 19 anos, nos estudos de aptidão cardiorrespiratória/SM). Tais diferenças podem ser apontadas como fatores influentes da amplitude dos resultados e na dificuldade em estabelecer comparações, visto não haver consenso sobre a idade mínima para diagnóstico da SM em crianças.

Apesar de os aspectos étnicos, culturais e genéticos apresentarem relação com a AF e comportamento alimentar<sup>(45-46)</sup>,

Tabela 2

## Aspectos metodológicos e resultados dos estudos de associação entre AF e SM

População	Autor, Ano, País	Objetivo(s)	Amostra	Crítérios SM	Instrumentos/Medidas	Resultados
América do Norte	Butte et al <sup>(27)</sup> (2007) EUA	Determinar a associação entre AF, adiposidade e risco de SM	897 jovens (441 ♂, 456 ♀) com idades entre 04 e 19 anos	NHANES III	AF: Acelerômetro e questionário (validado por Treuth et al, 2003); SM: Pressão sanguínea, glicose, colesterol total e HDL-C, triglicerídeos, IMC e CC.	SM negativamente associada com AF; <i>Odds ratio</i> para AF total de 0,98 (95% IC: 0,96-0,99) e para AF moderada a vigorosa de 0,94. (95% IC: 0,89-0,99)
	Pan; Charlotte; Pratt <sup>(28)</sup> (2008) EUA	Estudar a associação entre SM e AF	4450 adolescentes (2260 ♂ e 2190 ♀) com idades entre 12 e 19 anos	Adaptado de NCEP ATP III	AF: Questionário (NHANES); SM: Peso, altura, CC, pressão sanguínea, glicose, HDL-C, triglicerídeos.	Menor prevalência de síndrome metabólica em adolescentes com alto nível de AF(2,6%) comparado com aqueles com nível de AF baixo (4,3%) ou moderado (3,1%).
	McMurray et al <sup>(42)</sup> (2008) EUA	Explorar a associação entre nível de AF na infância com a presença de SM na adolescência	389 crianças (177 ♀ e 212 ♂) com idades entre 07 e 10 anos	Jolliffe & Janssen	AF: Questionário (validado por Gilmer et al, 1996); SM: IMC, percentual de gordura, pressão sanguínea, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos, glicose.	Crianças com baixos níveis de AF apresentaram 5,16 vezes mais chances de desenvolver SM na adolescência (95% IC: 1,05-49,13).
	Casazza et al <sup>(29)</sup> (2009) EUA	Verificar a contribuição da AF na prevalência de SM e seus componentes	202 crianças (79 afro-americanas, 68 brancas, 55 hispânicas), com idades entre 07 e 12 anos	Cook et al	AF: Acelerômetro (validado por Brage et al, 2004); SM: Peso, altura, CC, pressão sanguínea, glicose, triglicerídeos, HDL-C.	Aumento da AF associado a maior nível de HDL-C na amostra total ( $\beta = 0.17676$ ) e em caucasianos ( $\beta = 0.45842$ ); AF moderada e vigorosa inversamente associada com nível de triglicerídeos em afro-americanos ( $\beta = -0.29121$ ); Associação positiva ente sedentarismo e nível de glicose no sangue na amostra total ( $\beta = 0.21768$ ) e em hispânicos ( $\beta = 0.38404$ ).
Europa	Brage et al <sup>(30)</sup> (2004) Dinamarca	Determinar se os fatores de risco metabólico estão associados com níveis distintos de AF	589 crianças (310 ♀; 279 ♂) com idades entre 08 e 10 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	AF: Acelerômetro (validado por Brage et al, 2003); SM: Peso, altura, percentual de gordura, insulina, glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos.	AF inversamente associada com fatores de risco metabólico ( $\beta = -0.020$ ).
	Platat et al <sup>(31)</sup> (2006) França	Investigar a associação entre AF e componentes da SM	640 adolescentes com 12 anos de idade	Cruz & Goran	AF: Questionário (validado por Aaron et al, 1995); SM: CC, IMC, percentual de gordura, glicose, HDL-C, triglicerídeos, insulina.	Adolescentes que não praticam AF organizadamente apresentam maior risco para SM comparados com adolescentes mais ativos ( <i>odds ratio</i> 1,35; 95% IC: 0,56-3,26)
	Andersen et al <sup>(32)</sup> (2006) Estônia, Dinamarca e Portugal	Examinar a associação da AF com os fatores de risco para DCV	1732 crianças (915 ♂ e 817 ♀) com idades entre 09 e 15 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	AF: Acelerômetro (validado por Brage et al, 2006); SM: Pressão sanguínea, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C, insulina, glicose, dobras cutâneas.	O <i>odds ratio</i> para AF dos quintis ascendentes comparados com o quintil mais ativo, foram, respectivamente: 3,29 (95% IC: 1,96-5,52), 3,13 (95% IC: 1,87-5,25), 2,51 (95% IC: 1,47-4,26) e 2,03 (95% IC: 1,18-3,50).
Europa	Ekelund et al <sup>(26)</sup> (2007) Estônia, Dinamarca, Portugal	Examinar a associação da AF com os fatores de risco metabólico	1092 crianças (544 ♂ e 548 ♀) com idades entre 9 e 10 anos, e 829 adolescentes (367 ♂ e 462 ♀) com idades entre 15 e 16 anos	Adaptado de OMS	AF: Acelerômetro (validado por Ekelund et al, 2001); SM: IMC, CC, pressão sanguínea, HDL-C, triglicerídeos, glicose, insulina.	AF significativamente associadas com fatores de risco metabólico ( $\beta = -0,08$ ).
	Rizzo et al <sup>(43)</sup> (2007) Suécia	Examinar a associação da AF com os fatores de risco metabólico	273 crianças (132 ♀ e 141 ♂) com 09 anos de idade, e 256 adolescentes (133 ♀ e 123 ♂) com 15 anos de idade	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	AF: Acelerômetro (validado por Trost et al, 1998); SM: IMC, insulina, glicose, triglicerídeos, colesterol total e HDL-C, pressão sanguínea.	AF total inversamente associada com o <i>score</i> de risco metabólico em garotas adolescentes ( $\beta = -0.214$ ).
Ásia	Hong; Kim; Kang <sup>(44)</sup> (2009) Coreia	Investigar a associação da AF com os fatores de risco metabólico	246 crianças (129 ♂, 117 ♀) com idades entre 12 e 13 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	AF: Acelerômetro (validado por Kumahara et al, 2004); SM: Pressão sanguínea, IMC, CC, percentual de gordura, glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos.	AF total inversamente associada a fatores de risco metabólico ( $\beta = -0.185$ ).
	Kelishadi et al <sup>(33)</sup> (2007) Irã	Investigar a associação entre estilo de vida e fatores do ambiente com a SM	4811 jovens (2248 ♂ e 2563 ♀) com idades entre 06 e 18 anos	de Ferranti et al	AF: Questionário (validado por Aadahl e Jorgensen, 2003); SM: IMC, CC, pressão sanguínea, glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos.	Menores níveis de AF representam aumento do risco de SM em ambos os gêneros [ <i>odds ratio</i> : ♂ 1,3 (95% IC: 1,1-1,7) e ♀ 1,4 (95% IC: 1,2-1,6)]

IC: intervalo de confiança; AF: atividade física; SM: síndrome metabólica; DCV: doenças cardiovasculares; ♂: sexo masculino; ♀: sexo feminino; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; HDL-C: colesterol com lipoproteína de alta densidade; LDL-C: colesterol com lipoproteína de baixa densidade; VO2máx: volume máximo de oxigênio;  $\beta$ : coeficiente de regressão; NHANES: *National Health and Nutrition Examination Surveys*; NCEP ATP III: *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III*; OMS: Organização Mundial de Saúde.



População	Autor, Ano, País	Objetivo(s)	Amostra	Crítérios SM	Instrumentos/Medidas	Resultados
América do Norte	Eisenmann et al <sup>(34)</sup> (2005) Canadá	Examinar a associação do IMC e aptidão aeróbica com fatores de risco metabólico	761 jovens (416 ♂ e 345 ♀) com idades entre 09 e 18 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: PWC <sub>150</sub> (validado por Bouchard et al., 1984); SM: IMC, triglicerídeos, colesterol total, HDL-C, LDL-C, glicose, média da pressão sanguínea.	Grupo alta aptidão aeróbica/baixo IMC apresentou melhor perfil do que grupo baixa aptidão aeróbica/alto IMC.
	Shaibi et al <sup>(35)</sup> (2005) EUA	Investigar a associação entre VO <sub>2max</sub> e SM	163 crianças (91 ♂; 72 ♀) com média etária de 11,2 anos	Cruz et al e NHANES III	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na esteira (protocolo descrito por Trowbridge et al., 1997); SM: CC, percentual de gordura, pressão sanguínea, triglicerídeos, HDL-C.	Não houve associação entre VO <sub>2max</sub> e número de fatores de risco metabólico.
	Eisenmann et al <sup>(36)</sup> (2007) EUA	Investigar a influência da aptidão cardiorespiratória nos fatores de risco para DCV	484 jovens (296 ♂; 188 ♀) com idades entre 08 e 18 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão máxima na esteira (protocolo modificado de Balke); SM: IMC, CC, média da pressão sanguínea, colesterol total, HDL-C, LDL-C, triglicerídeos, glicose.	Grupo alto IMC/baixa aptidão aeróbica apresentou <i>score</i> mais elevado para SM (média = ♂ 0.87, ♀ 0.41).
	DuBose <sup>(37)</sup> (2007) EUA	Examinar a influência da aptidão aeróbica na SM	375 crianças (193 ♀; 182 ♂) com idades entre 07 e 09 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: PWC <sub>170</sub> (validado por Rowland et al., 1993); SM: IMC, CC, pressão sanguínea; Glicose, colesterol total, HDL-C, LDL-C triglicerídeos.	Grupo elevada aptidão aeróbica apresentou média para <i>score</i> de SM de -1.21, enquanto grupo baixa aptidão aeróbica apresentou média de 1.21.
	Janssen et al <sup>(38)</sup> (2007) EUA	Examinar a associação entre aptidão cardiorespiratória e SM	1561 adolescentes (829 ♂, 732 ♀) com idades entre 12-19 anos de idade	Jolliffe & Janssen	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão submáxima na esteira (protocolo NHANES); SM: CC, pressão sanguínea, triglicerídeos, HDL-C.	Aptidão cardiorespiratória moderada a alta associada com menor prevalência de SM; <i>Odds ratio</i> considerando o primeiro tercil foi de 0,18 (95% IC: 0,07-0,48) e 0,01 (95% IC: 0,00-0,07) para o segundo e terceiro tercis, respectivamente.
	McMurray et al <sup>(42)</sup> (2008) EUA	Examinar a associação entre nível de aptidão aeróbica com a presença de SM	389 crianças (177 ♀ e 212 ♂) com idades entre 07 e 10 anos	Jolliffe & Janssen	Aptidão cardiorespiratória: Teste exaustão submáxima na bicicleta (validado por McMurray et al., 1998); SM: IMC, percentual de gordura, pressão sanguínea, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos, glicose.	Crianças com menores valores de aptidão cardiorespiratória apresentaram 6,09 (95% IC: 1,18-60,29) vezes mais probabilidade de desenvolverem SM na adolescência.
Europa	Anderssen et al <sup>(41)</sup> (2007) Estônia, Dinamarca, Portugal	Examinar a associação entre aptidão cardiorespiratória e fatores de risco para DCV	2845 jovens (1454 ♀ e 1391 ♂) com idades entre 09 e 15 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na bicicleta (validado pela correlação com a técnica de mensuração direta do consumo de oxigênio); SM: Dobras cutâneas, pressão sanguínea, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos, glicose, insulina, HOMA.	Associação entre aptidão cardiorespiratória e fatores de risco para DCV; <i>Odds ratio</i> , utilizando o quartil mais elevado como referência, foi, de forma ascendente, respectivamente, 13,0 (95% IC: 8,8-19,1), 4,8 (95% IC: 3,2-7,1) e 2,5 (95% IC: 1,6-3,8).
	Ruiz et al <sup>(39)</sup> (2007) Estônia, Suécia	Examinar a associação entre aptidão cardiorespiratória com fatores de risco metabólico	873 crianças (444 ♀; 429 ♂) com idades entre 09 e 10 anos de idade	Percentil	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na bicicleta (protocolo de Hansen); SM: Dobras cutâneas, pressão sanguínea, triglicerídeos, HDL-C, glicose, insulina.	Associação negativa entre aptidão cardiovascular e fatores de risco para a SM; <i>Odds ratio</i> de 3,09 (95% IC: 1,98-4,84) ♀ e 2,42 (95% IC: 1,56-3,76) ♂, comparando grupo maior aptidão com o de menor aptidão.
	Rizzo et al <sup>(43)</sup> (2007) Suécia	Examinar a associação da aptidão cardiorespiratória com os fatores de risco metabólico	273 crianças (132 ♀ e 141 ♂) com 09 anos, e 256 adolescentes (133 ♀ e 123 ♂) com 15 anos.	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na bicicleta (protocolo de Hansen); SM: IMC, insulina, glicose, triglicerídeos, colesterol total e HDL-C, pressão sanguínea.	Efeito significativo da aptidão cardiorespiratória nos fatores de risco metabólico em ambos os grupos etários e sexuais (9 anos: ♂ $\beta = -0,27$ , ♀ $\beta = -0,22$ 15 anos: ♂ $\beta = -0,44$ ; ♀ $\beta = -0,322$ ).
	Ekelund et al <sup>(26)</sup> (2007) Estônia, Dinamarca, Portugal	Investigar a associação da aptidão cardiorespiratória com os fatores de risco metabólico	1092 crianças (544 ♂ e 548 ♀) com idades entre 9 e 10 anos, e 829 adolescentes (367 ♂ e 462 ♀) com idades entre 15 e 16 anos	Adaptado de OMS	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na bicicleta (validado pela correlação com o consumo de oxigênio); SM: IMC, CC, pressão sanguínea, HDL-C, triglicerídeos, glicose, insulina.	Associação inversa entre aptidão cardiorespiratória e <i>scores</i> para SM ( $\beta = -0,09$ ).
Ásia	Hong; Kim; Kang <sup>(44)</sup> (2009) Coreia	Investigar a associação da aptidão cardiorespiratória com os fatores de risco metabólico	246 crianças (129 ♂, 117 ♀) com idades entre 12 e 13 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: Teste de exaustão na esteira (protocolo de Bruce); SM: Pressão sanguínea, IMC, CC, percentual de gordura, glicose, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos.	Aptidão cardiorespiratória inversamente associada a fatores de risco metabólico ( $r = -0,36$ ).
Oceania	Eisenmann et al <sup>(40)</sup> (2007) Austrália	Examinar a associação da aptidão aeróbica e gordura corporal com o risco cardiovascular	1615 jovens (860 ♂, 755 ♀) com idades entre 09 e 15 anos	Criação de um <i>score</i> contínuo de SM ajustado para a amostra	Aptidão cardiorespiratória: VO <sub>2max</sub> (corrida de 1,6 km) (validado por Cureton et al, 1994); SM: Dobras cutâneas, CC, média da pressão sanguínea, colesterol total, HDL-C, triglicerídeos.	Grupo alto percentual de gordura/baixa aptidão aeróbica apresentou maiores valores para os fatores de risco (média = ♂ 2,22, ♀ 2,23), enquanto que grupo baixo percentual de gordura/alta aptidão aeróbica apresentou os menores valores (média = ♂ -0,546, ♀ -0,65).

IC: intervalo de confiança; SM: síndrome metabólica; DCV: doenças cardiovasculares; PWC: *physical work capacity*; ♂: sexo masculino; ♀: sexo feminino; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; HDL-C: colesterol com lipoproteína de alta densidade; LDL-C: colesterol com lipoproteína de baixa densidade; HOMA: *homeostasis model assessment*; VO<sub>2max</sub>: volume máximo de oxigênio;  $\beta$ : coeficiente de regressão; NHANES: *National Health and Nutrition Examination Surveys*; OMS: Organização Mundial de Saúde.

não é possível inferir, com base nos estudos abordados, a respeito da influência desses aspectos com o risco de SM. Prova disto decorre da dificuldade em observar semelhanças nos resultados quando da utilização de amostras diferentes, mas de mesma origem étnica. Isto pode ser observado quando analisados os resultados reportados pelos estudos realizados com populações norte-americanas<sup>(27-29, 35-38, 42)</sup>, e com amostras de origem estoniana, dinamarquesa e portuguesa<sup>(26, 32, 41)</sup>, as quais não apresentaram consonância entre si. De forma a ilustrar o comportamento dos aspectos supracitados, referimos o trabalho de Casazza et al<sup>(29)</sup> em que reportam distintas associações entre componentes da SM com a AF e a aptidão cardiorrespiratória em diferentes etnias oriundas de uma população.

Observou-se que tanto elevados níveis de AF como de aptidão cardiorrespiratória exercem efeito protetor para o risco de SM, salientando a necessidade de um estilo de vida saudável na prevenção de DCV. Este fato encontra suporte no grande impacto que a AF exerce na resistência à insulina, visto que músculos treinados tendem a ser mais sensíveis à mesma<sup>(47-48)</sup>; na redução do risco de surgimento de pressão arterial elevada assim como seu controle<sup>(48-49)</sup>, sendo um fator cárdio-protetor na redução da adiposidade corporal<sup>(50)</sup>; no aumento do HDL-C<sup>(51)</sup>, diminuição do LDL-C e triglicerídeos<sup>(51)</sup>; e no controle da glicemia em pessoas com diabetes<sup>(47, 49)</sup>. No que se refere à aptidão cardiorrespiratória, esta encontra-se positivamente associada a um perfil cardiovascular mais saudável na infância ou adolescência<sup>(52)</sup>, assim como na idade adulta<sup>(53)</sup>, para além de proporcionar um controle de lipídios plasmáticos, quer em adolescentes normoponderais, como em adolescentes com sobrepeso<sup>(54)</sup>. Mais, a aptidão cardiorrespiratória também está associada com menores valores de gordura corporal<sup>(52)</sup> e com a *compliance* arterial<sup>(55)</sup>, atuando como fator protetor do sistema cardiovascular.

Da revisão dos estudos emerge a associação inversa entre altos níveis de AF e aptidão cardiorrespiratória e os fatores de risco para SM. Não obstante a importância dos resultados apresentados, algumas limitações da presente pesquisa devem ser mencionadas: (1) a restrição a estudos publicados a partir de 2004, causando a exclusão de estudos iniciais sobre a temática abordada; (2) a não utilização de outros descritores de busca, tais como *exercise*, *metabolic disease*, *plurimetabolic syndrome* dentre outros, que tornaria mais genérica a busca podendo ter levado ao aumento dos estudos que compuseram a amostra; e (3) a limitação a estudos que abordassem, apenas, a associação da SM com a aptidão cardiorrespiratória, não considerando aqueles que o fizeram com a aptidão física global. Além disso, a inexistência de critérios unânimes para determinação de SM em crianças e adolescentes, a diversidade de instrumentos utilizados para recolha de dados, e os diferentes tratamentos estatísticos adotados para apresentação dos resultados geraram restrições quando da discussão dos resultados.

Apesar das diferenças étnicas, culturais e dimensional das amostras, das diferenças metodológicas dos estudos, bem como da inconsistência dos valores de corte para determinar a presença de SM em crianças e adolescentes, os resultados reportam a existência de uma associação negativa entre AF e/ou aptidão cardiorrespiratória e SM.

Os resultados encontrados são significativos e constituem um referencial para estudos posteriores desta natureza, não obstante a necessidade de realização de pesquisas que busquem verificar a associação da AF e/ou aptidão cardiorrespiratória e SM em populações de nações emergentes, sobretudo nos continentes Africano e na América Latina, além de

Ásia e Oceania, para melhor compreender o significado desta associação.

### Contribuição dos autores

Fernanda Santos e José Maia delinearão a estrutura do estudo e lideraram a análise e interpretação dos dados, com a leitura crítica dos artigos incluídos na revisão, bem como a elaboração da redação do manuscrito. Fernanda Santos efetuou a busca nas bases de dados, definindo os estudos a serem incluídos. Fernanda Santos e Thayse Gomes colaboraram na análise crítica dos artigos e na redação do texto. Daniel Santos e Antônio Prista colaboraram na revisão crítica do manuscrito, bem como em sua redação. Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

### Agradecimentos

Trabalho financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal com as referências PTDC/DES/67569/2006 e FCOMP-01-0124-FEDEB-09608.

### REFERÊNCIAS

1. Esquirol Y, Bongard V, Mabile L et al. Shift work and metabolic syndrome: respective impacts of job strain, physical activity, and dietary rhythms. *Chronobiol Int* 2009 Apr;26(3):544-559.
2. Leaberry BA. Aspirin for the prevention of cardiovascular disease: systematic review. *Journal of Nursing Care Quality* 2010 Jan-Mar;25(1):17-21.
3. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to select major risks. Geneva: World Health Organization; 2009.
4. Malina RM, Little BB. Physical activity: the present in the context of the past. *Am J Hum Biol* 2008 Jul-Aug;20(4):373-391.
5. Mendonça CP, dos Anjos LA. Aspectos das práticas alimentares e da atividade física como determinantes do crescimento do sobrepeso/obesidade no Brasil. *Cad Saude Publica* 2004 May-Jun;20(3):698-709.
6. Vaughan C, Schoo A, Janus ED et al. The association of levels of physical activity with metabolic syndrome in rural Australian adults. *BMC Public Health* 2009 Jul 31;9:-.
7. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2005;84(Suplemento 1):2-28.
8. Cook S. The metabolic syndrome: antecedent of adult cardiovascular disease in pediatrics. *J Pediatr* 2004 Oct;145(4):427-430.
9. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002 Dec 17;106(25):3143-3421.
10. Leal J, Garganta R, Seabra A et al. Um resumo do estado da arte acerca da Síndrome Metabólica. Conceito, operacionalização, estratégias de análise estatística e sua associação a níveis distintos de actividade física. *Rev Port Ciênc Desp* 2009;9(2-3):231-244.
11. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003 Aug;157(8):821-827.
12. Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TT et al. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004 Jan;89(1):108-113.
13. Weiss R, Dziura J, Burgert TS et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004 Jun 3;350(23):2362-2374.
14. de Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS et al. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation* 2004 Oct 19;110(16):2494-2497.
15. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007 Jun 23;369(9579):2059-2061.
16. Li C, Ford ES. Definition of the Metabolic Syndrome: What's New and What Predicts Risk? *Metab Syndr Relat Disord* 2006 Winter;4(4):237-251.
17. Nguyen NT, Magno CP, Lane KT, Hinojosa MW, Lane JS. Association of hypertension, diabetes, dyslipidemia, and metabolic syndrome with obesity: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. *J Am Coll Surg* 2008 Dec;207(6):928-934.
18. Moraes AC, Fulaz CS, Netto-Oliveira ER, Reichert FF. Prevalência da síndrome metabólica em adolescentes: Uma revisão sistemática. *Cad Saude Publica* 2009 Jun;25(6):1195-1202.
19. Huang TT, Ball GD, Franks PW. Metabolic syndrome in youth: current issues and challenges. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007 Feb;32(1):13-22.
20. Tailor AM, Peeters PH, Norat T, Vineis P, Romaguera D. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Int J Pediatr*

- Obes 2010 May 3;5(3):202-213.
21. Laaksonen DE, Lakka HM, Salonen JT *et al.* Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. *Diabetes Care* 2002 Sep;25(9):1612-1618.
  22. JC. Aerobic fitness, fatness and the metabolic syndrome in children and adolescents. *Acta Paediatr* 2007 Dec;96(12):1723-1729.
  23. Currie C, Gabhainn S, Godeau E *et al.* Inequalities in young people's health. Health behaviour in school-aged children international report from the 2005/2006 survey. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2008.
  24. Mancini MC. Metabolic syndrome in children and adolescents - criteria for diagnosis. *Diabetol Metab Syndr* 2009;1(1):20.
  25. Ekelund U, Brage S, Froberg K *et al.* TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS Med* 2006 Dec;3(12):e488.
  26. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K *et al.* Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007 Sep;50(9):1832-1840.
  27. Butte NF, Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I. Physical activity in non-overweight and overweight Hispanic children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007 Aug;39(8):1257-1266.
  28. Pan Y, Pratt CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc* 2008 Feb;108(2):276-286; discussion 286.
  29. Casazza K, Dulin-Keita A, Gower BA, Fernandez JR. Differential influence of diet and physical activity on components of metabolic syndrome in a multiethnic sample of children. *J Am Diet Assoc* 2009 Feb;109(2):236-244.
  30. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U *et al.* Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care* 2004 Sep;27(9):2141-2148.
  31. Platat C, Wagner A, Klumpp T, Schweitzer B, Simon C. Relationships of physical activity with metabolic syndrome features and low-grade inflammation in adolescents. *Diabetologia* 2006 Sep;49(9):2078-2085.
  32. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB *et al.* Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006 Jul 22;368(9532):299-304.
  33. Kelishadi R, Razaghi EM, Gouya MM *et al.* Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study. *Horm Res* 2007;67(1):46-52.
  34. Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Perusse L *et al.* Aerobic fitness, body mass index, and CVD risk factors among adolescents: the Quebec family study. *Int J Obes (Lond)* 2005 Sep;29(9):1077-1083.
  35. Shaibi GQ, Cruz ML, Ball GDC *et al.* Cardiovascular fitness and the metabolic syndrome in overweight Latino youths. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2005 Jun;37(6):922-928.
  36. Eisenmann JC, Welk GJ, Wickel EE, Blair SN. Combined influence of cardiorespiratory fitness and body mass index on cardiovascular disease risk factors among 8-18 year old youth: The Aerobics Center Longitudinal Study. *International Journal of Pediatric Obesity* 2007;2(2):66-72.
  37. DuBose KD, Eisenmann JC, Donnelly JE. Aerobic fitness attenuates the metabolic syndrome score in normal-weight, at-risk-for-overweight, and overweight children. *Pediatrics* 2007 Nov;120(5):e1262-1268.
  38. Janssen I, Cramp WC. Cardiorespiratory fitness is strongly related to the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Care* 2007 Aug;30(8):2143-2144.
  39. Ruiz JR, Ortega FB, Rizzo NS *et al.* High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatr Res* 2007 Mar;61(3):350-355.
  40. Eisenmann JC, Welk GJ, Ihmels M, Dollman J. Fatness, fitness, and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007 Aug;39(8):1251-1256.
  41. Anderssen SA, Cooper AR, Riddoch C *et al.* Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007 Aug;14(4):526-531.
  42. McMurray RG, Bangdiwala SI, Harrell JS, Amorim LD. Adolescents with metabolic syndrome have a history of low aerobic fitness and physical activity levels. *Dyn Med* 2008;7:5.
  43. Rizzo NS, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Sjostrom M. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr* 2007 Apr;150(4):388-394.
  44. Hong HR, Kim SU, Kang HS. Physical activity and metabolic syndrome in Korean children. *Int J Sports Med* 2009 Sep;30(9):677-683.
  45. Katzmarzyk PT, Baur LA, Blair SN *et al.* International Conference on Physical Activity and Obesity in Children: summary statement and recommendations. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008 Apr;33(2):371-388.
  46. Bray MS, Hagberg JM, Perusse L *et al.* The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Jan;41(1):35-73.
  47. 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(3):197-203.
  48. Dunstan DW, Salmon J, Owen N *et al.* Associations of TV viewing and physical activity with the metabolic syndrome in Australian adults. *Diabetologia* 2005 Nov;48(11):2254-2261.
  49. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2ª ed. Barueri-SP: Manole; 2001.
  50. Fulton JE, Dai S, Steffen LM *et al.* Physical activity, energy intake, sedentary behavior, and adiposity in youth. *American Journal of Preventive Medicine* 2009 Jul;37(1 Suppl):S40-49.
  51. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH *et al.* Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc* 2003 Oct;35(10):1703-1709.
  52. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlof A *et al.* Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2006 Aug;84(2):299-303.
  53. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. *The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study*. *Int J Sports Med* 2002 May;23 Suppl 1:S8-14.
  54. Mesa JL, Ruiz JR, Ortega FB *et al.* Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: influence of weight status. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006 May;16(4):285-293.
  55. Reed KE, Warburton DE, Lewanczuk RZ *et al.* Arterial compliance in young children: the role of aerobic fitness. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005 Oct;12(5):492-497.