



unopar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU DOUTORADO
EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

RAPHAEL GONÇALVES DE OLIVEIRA

**SÍNDROME METABÓLICA E APTIDÃO FÍSICA
RELACIONADA À SAÚDE DE ADOLESCENTES: FATORES
ASSOCIADOS**

Londrina

2017

RAPHAEL GONÇALVES DE OLIVEIRA

**SÍNDROME METABÓLICA E APTIDÃO FÍSICA
RELACIONADA À SAÚDE DE ADOLESCENTES: FATORES
ASSOCIADOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), apresentada à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes

Londrina

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de catalogação na publicação (CIP)

Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Biblioteca CCBS/CCECA PIZA

Setor de Tratamento da Informação

O48s

Oliveira, Raphael Gonçalves de

Síndrome metabólica e aptidão física relacionada à saúde de adolescentes: fatores associados. / Raphael Gonçalves de Oliveira. Londrina: [s.n], 2017. 214f.

Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação). Universidade Norte do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes.

1- Risco cardiometabólico - tese - UNOPAR 2- Comportamento sedentário - jovens 3- Atividade física - aptidão cardiorespiratória 4- Antropometria - critério de saúde 5- Acurácia - diagnóstico - adolescentes I- Guedes, Dartagnan Pinto; orient. II- Universidade Norte do Paraná.

CDD 617.1027

RAPHAEL GONÇALVES DE OLIVEIRA

SÍNDROME METABÓLICA E APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE DE
ADOLESCENTES: FATORES ASSOCIADOS

Tese apresentada à UNOPAR, no Doutorado em Ciências da Reabilitação, área de concentração em Ciências da Saúde, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Dartagnan Pinto Guedes (Orientador)
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Isaias Dichi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Wagner de Campos
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Fábio de Oliveira Pitta
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Júnior
Universidade Norte do Paraná

Londrina, 31 de março de 2017.

OLIVEIRA, Raphael Gonçalves de. **Síndrome metabólica e aptidão física relacionada à saúde de adolescentes: fatores associados**. 2017. 214 páginas. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação - Programa Associado entre UEL e UNOPAR) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

RESUMO

Introdução: A síndrome metabólica (*SMet*) é reconhecida como precursora de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2 e vem sendo identificada em adolescentes com tendência de aumento em sua prevalência. Fatores que possivelmente possam estar associados à sua ocorrência, como é o caso de tempo elevado de comportamento sedentário, prática insuficiente de atividade física de moderada a vigorosa intensidade e baixos índices de aptidão física têm se tornado cada vez mais comuns em jovens. Devido as eventuais associações que indicadores antropométricos relacionados ao excesso de gordura/peso corporal e resultados de testes motores vinculados à aptidão física têm apresentado com riscos cardiometabólicos em populações jovens, estudiosos da área tem procurado propor pontos-de-corte capazes de predizer a presença de *SMet*. Contudo, a literatura disponível apresenta dados conflitantes sobre a capacidade preditiva para *SMet* mediante recursos não-laboratoriais, de menor custo e análise mais imediata.

Objetivo: Verificar associação entre comportamento sedentário, atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes (artigos 1 e 2), determinar capacidade preditiva de resultados de testes motores vinculados à aptidão física direcionada à saúde (artigo 3) e de indicadores antropométricos relacionados ao excesso de peso corporal para presença de *SMet* (artigos 4 e 5).

Métodos: Revisão sistemática e meta-análise foi realizada com busca nas bases de dados *PubMed*, *SPORTDiscus*, *LILACS* e *The Cochrane Library*. *Odds ratio* (OR) foi calculado com intervalo de confiança a 95%, em que comportamento sedentário, prática de atividade física e aptidão cardiorrespiratória foram variáveis de exposição e *SMet* foi tomada como evento (artigo 1). Foi realizado ainda levantamento de dados considerando como população de referência adolescentes de ambos os sexos, entre 12 e 20 anos de idade, matriculados em escolas públicas e privadas da cidade de Jacarezinho, Paraná. A amostra foi selecionada aleatoriamente e envolveu 1.035 adolescentes (565 moças e 470 rapazes). Comportamento sedentário foi tratado mediante tempo de tela recreativo, enquanto informações equivalentes à prática de atividade física foram consideradas por intermédio do *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A). Medidas antropométricas foram tomadas para determinar índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura, relação cintura/estatura e índice de conicidade (índice-C). Os componentes de aptidão física foram tratados por meio da aplicação da bateria de testes *FitnessGram* composta por cinco itens: (a) *back-saver sit and reach*; (b) *trunk lift*; (c) *curl-up*; (d) *push-up*; e (e) *progressive aerobic cardiovascular endurance run* (PACER). A *SMet* foi definida através dos critérios da *International Diabetes Federation*. Análise dos dados envolveu cálculo de *odds ratio* (OR) mediante regressão logística binária para determinar associação entre comportamento sedentário, atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* (artigo 2); método de curva *Receiver Operating Characteristic* para estabelecer sensibilidade, especificidade e área sob a curva (AUC) quanto ao desempenho preditivo para *SMet*

de: a) pontos-de-corte de resultados de testes motores propostos pelo Programa *FitnessGram* (artigo 3); b) critérios diagnósticos de sobrepeso/obesidade por intermédio do IMC (artigo 4); e c) indicadores antropométricos relacionados à quantidade e à distribuição de gordura corporal (artigo 5). **Resultados:** O estudo de revisão sistemática e meta-análise (artigo 1) apontou que baixo nível de prática de atividade física (OR 1,35 [1,03-1,79]) e baixa aptidão cardiorrespiratória (OR 4,05 [2,09-7,87]) estão significativamente associados à presença de *SMet*, enquanto este não é o caso do comportamento sedentário, representado pelo tempo de tela recreativo > 2 h/dia. Análises de subgrupo demonstraram que associação entre atividade física e *SMet* foi dependente do uso da técnica de acelerometria (OR 2,93 [1,56-5,47]). Comportamento sedentário associou-se significativamente com *SMet* quando levado em consideração o tempo de tela recreativo > 2 h/dia apenas nos finais de semana (OR 2,05 [1,13-3,73]). No que se refere à aptidão cardiorrespiratória, verificou-se associação significativa com *SMet* independente do método de medida do volume máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Mediante estudo descritivo (artigos 2-5) envolvendo a população escolar de Jacarezinho, Paraná foi verificado que: (a) *SMet* foi identificada em 4,5% da amostra, sendo significativamente maior nos rapazes e adolescentes entre 16-20 anos. Jovens diagnosticados com *SMet* apresentaram significativamente maior tempo de tela recreativo e menor $VO_{2máx}$ estimado; porém, similar prática de atividade física. Ainda, adolescentes com elevado tempo de tela recreativo e baixo $VO_{2Máx}$ demonstraram, respectivamente, 79% (OR 1,79 [1,10-2,82]) e 95% (OR 1,95 [1,20-3,09]) mais chances de serem identificados com *SMet*, enquanto prática de atividade física não foi associada significativamente com *SMet*; (b) significativa maior proporção de rapazes e de adolescentes com menos idade (12-15 anos) alcançaram os critérios de saúde preconizados pelo Programa *FitnessGram*. As AUCs equivalentes aos pontos-de-corte considerados pelo Programa *FitnessGram* para os testes motores *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up* e *push-up* revelaram baixo nível de acurácia para identificar *SMet*, enquanto para o teste motor *PACER* as AUCs apontaram valores entre 0,72 [0,68-0,76] e 0,83 [0,78-0,89], configurando-se portanto, como uma alternativa para prever adolescentes com *SMet*; (c) os três critérios diagnóstico (*International Obesity Task Force* [IOTF], *World Health Organization* [WHO] e Conde & Monteiro) para identificar excesso de peso corporal por intermédio do IMC apontaram prevalências estatisticamente diferentes. Os três critérios diagnóstico mostraram especificidade $\geq 90\%$ para identificar *SMet*; contudo, sensibilidade estatisticamente superior foi observada mediante o uso do critério IOTF (60% a 85%). O critério Conde & Monteiro apontou AUC (0,52 a 0,64) significativamente menor que os critérios WHO (0,70 a 0,84) e IOTF (0,75 a 0,89); (d) entre os indicadores antropométricos direcionados à quantidade e à distribuição de gordura corporal, a relação cintura/estatura foi a que apresentou significativamente melhor AUC (0,69 a 0,76), seguida do IMC (0,67 a 0,73), circunferência de cintura (0,66 a 0,73) e Índice-C (0,64 a 0,71), dependendo de sexo e idade. Adolescentes que alcançaram os pontos-de-corte identificados com melhor acurácia apresentaram razão de prevalência significativamente maior para *SMet* independente do indicador antropométrico utilizado. **Conclusão:** A presente tese acrescenta à literatura as evidências: a) aptidão cardiorrespiratória se mostrou associada de forma independente a *SMet* em adolescentes, enquanto a prática de atividade física foi dependente do uso da técnica de medida empregada (acelerometria); ainda, o ponto-de-corte considerado para definir comportamento sedentário (> 2 h/dia) necessita ser melhor investigado (artigos 1 e 2); b) entre os testes motores equivalentes à aptidão física relacionada à saúde sugeridos pelo Programa *FitnessGram*, apenas o *PACER*

empregado como indicador da aptidão cardiorrespiratória foi considerado preditor para *SMet*, configurando-se como alternativa razoável a ser utilizado em triagens iniciais (artigo 3); c) em relação aos critérios diagnóstico de excesso de peso corporal por intermédio do IMC, o IOTF foi o que ofereceu melhor capacidade para identificar adolescentes com *SMet*, devendo ser recomendado prioritariamente para tal finalidade; d) quanto aos indicadores antropométricos associados ao acúmulo e à distribuição de gordura corporal, indentificou-se que a relação cintura/estatura apresentou melhor capacidade preditiva para *SMet*, devendo ser utilizada preferencialmente em adolescentes brasileiros para esta finalidade. Por fim, espera-se que os achados referentes aos fatores associados à identificação de *SMet* possam auxiliar profissionais quanto ao incentivo à prática de atividade física de moderada-a-vigorosa intensidade e à redução de comportamento sedentário, especialmente em adolescentes com baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória, que estão mais expostos aos riscos cardiometabólicos. Do nosso conhecimento este foi o primeiro estudo realizado com adolescentes brasileiros a fim de verificar o desempenho de diferentes indicadores antropométricos associados ao excesso de gordura/peso corporal e de aptidão física relacionada à saúde como preditores de *SMet*. Identificar a *SMet* em populações pediátricas não se constitui rotina no âmbito clínico, exceto em situações específicas, como é o caso da presença de obesidade e diabetes. Também, o decréscimo na frequência de consultas médicas na adolescência diminui a possibilidade de detectar precocemente eventuais alterações metabólicas, sendo que, a falta de diagnóstico, controle e tratamento dessas alterações pode constituir-se em fator impeditivo para prevenção de futuros desfechos cardiometabólicos. Os achados do estudo permitirão, por meio de procedimentos simples e acessíveis, a triagem da eventual presença de *SMet* e, quando for o caso, o encaminhamento para serviço especializado para confirmar seu diagnóstico.

Palavras-chave: Risco cardiometabólico, Comportamento sedentário, Atividade física, Aptidão Cardiorrespiratória, Antropometria, Critério de saúde, Diagnóstico, Acurácia, Jovens.

OLIVEIRA, Raphael Gonçalves de. **Metabolic syndrome and physical fitness related to adolescent health: associated factors**. 2017. 214 pages. PhD thesis (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação - Programa Associado entre UEL e UNOPAR) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Background: Metabolic syndrome (MetS) is recognized as a precursor of cardiovascular diseases and type 2 diabetes mellitus and has been identified in adolescents with a tendency to increase in prevalence. Factors that may be associated with its occurrence, such as high time spent in sedentary behavior, insufficient practice of moderate to vigorous physical activity, and low levels of physical fitness have become increasingly common in young people. Due to the possible associations that anthropometric indicators related to excess fat/body weight and results of motor tests related to physical fitness have presented with cardiometabolic risks in young populations, researchers in the area have sought to propose cut-off points capable of predicting the presence of MetS through non-laboratory resources, which are lower cost and provide more immediate analysis. **Objective:** To verify the association between sedentary behavior, physical activity, cardiorespiratory fitness, and MetS in adolescents (articles 1 and 2), to determine the predictive capacity of motor test results linked to physical fitness directed at health (article 3), and anthropometric indicators related to excess body weight for the presence of MetS (articles 4 and 5). **Methods:** A systematic review and meta-analysis was performed by searching the databases PubMed, SPORTDiscus, LILACS, and The Cochrane Library. Odds ratios (OR) were calculated with 95% confidence intervals, in which sedentary behavior, physical activity practice, and cardiorespiratory fitness were variables of exposure and MetS was taken as the event (article 1). Data were also collected considering adolescents of both sexes, between 12 and 20 years of age, enrolled in public and private schools in the city of Jacarezinho, Paraná, as the reference population. The sample was randomly selected and involved 1,035 adolescents (565 girls and 470 boys). Sedentary behavior was treated through recreational screen time, while information related to the practice of physical activity was considered through the Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A). Anthropometric measures were taken to determine body mass index (BMI), waist circumference, waist-to-height ratio, and conicity index (C-index). The physical fitness components were treated by applying the FitnessGram test battery, composed of five items: (a) back-saver sit and reach; (b) trunk lift; (c) curl-up; (d) push-up; and (e) progressive aerobic cardiovascular endurance run (PACER). MetS was defined according to the criteria of the International Diabetes Federation. Data analysis involved the calculation of odds ratios (OR) using binary logistic regression to determine the association between sedentary behavior, physical activity, cardiorespiratory fitness, and MetS (article 2); the Receiver Operating Characteristic method to establish sensitivity, specificity, and area under the curve (AUC) regarding the predictive performance for MetS of: a) cut-off points of motor test results proposed by the FitnessGram Program (article 3); b) diagnostic criteria for overweight/obesity through BMI (article 4); and c) anthropometric indicators related to the quantity and distribution of body fat (article 5). **Results:** The systematic review and meta-analysis (article 1) indicated that low levels of physical activity (OR 1.35 [1.03-1.79]) and low

cardiorespiratory fitness (OR 4.05 [2.09 -7.87]) are significantly associated with the presence of MetS, while this is not the case with sedentary behavior, represented by recreational screen time > 2 h/day. The subgroup analyzes demonstrated that the association between physical activity and MetS was dependent on the use of the accelerometry technique (OR 2.93 [1.56-5.47]). Sedentary behavior was significantly associated with MetS when considering recreational screen time > 2 h/day only at weekends (OR 2.05 [1.13-3.73]). Regarding cardiorespiratory fitness, there was a significant association with MetS independent of the method of measuring the maximal oxygen uptake (VO₂max). Through the descriptive study (articles 2-5) involving the school population of Jacarezinho, Paraná, it was verified that: (a) MetS was identified in 4.5% of the sample, being significantly higher in boys and adolescents aged 16-20 years. Young people diagnosed with MetS presented significantly higher recreational screen time and lower estimated VO₂max; however, similar practice of physical activity. In addition, adolescents with high recreational screen time and low VO₂max demonstrated respectively 79% (OR 1.79 [1.10-2.82]) and 95% (OR 1.95 [1.20-3.09]) more chances of being identified with MetS, whereas physical activity practice was not significantly associated with MetS; (b) a significantly higher proportion of boys and adolescents with lower ages (12-15 years) reached the health criteria recommended by the FitnessGram Program. The AUCs equivalent to the cut-off points considered by the FitnessGram Program for the back-saver sit-and-reach, trunk lift, curl-up, and push-up motor tests revealed a low level of accuracy to identify MetS, while for the PACER the AUCs presented values between 0.72 [0.68-0.76] and 0.83 [0.78-0.89], thus constituting an alternative to predict adolescents with MetS; (c) the three diagnostic criteria (International Obesity Task Force [IOTF], World Health Organization [WHO], and Conde & Monteiro) to identify excess body weight through the BMI indicated statistically different prevalences. The three diagnostic criteria demonstrated ≥ 90% specificity to identify MetS; however, statistically higher sensitivity was observed using the IOTF criterion (60% to 85%). The Conde & Monteiro criterion indicated a significantly lower AUC (0.52 to 0.64) than the WHO (0.70 to 0.84) and IOTF (0.75 to 0.89) criteria; (d) among the anthropometric indicators directed to the quantity and distribution of body fat, the waist/height ratio was the one that presented a significantly higher AUC (0.69 to 0.76), followed by BMI (0.67 to 0.73), waist circumference (0.66 to 0.73), and the C-index (0.64 to 0.71), depending on sex and age. Adolescents who reached the most accurately identified cut-off points had a significantly higher prevalence ratio for MetS regardless of the anthropometric indicator used.

Conclusion: The present thesis adds the following evidence to the literature: a) cardiorespiratory fitness was independently associated with MetS in adolescents, while the practice of physical activity was dependent on the measurement technique used (accelerometry); furthermore, the cut-off point considered to define sedentary behavior (> 2 h/day) requires further investigation (articles 1 and 2); b) among the motor tests equivalent to the health-related physical fitness suggested by the FitnessGram Program, only the PACER as an indicator of cardiorespiratory fitness was considered a predictor for MetS, being a reasonable alternative to be used in initial screenings (article 3); c) in relation to the diagnostic criteria of excess body weight through BMI, the IOTF offered the best capacity to identify adolescents with MetS and should be recommended for this purpose; d) concerning the anthropometric indicators associated with accumulation and distribution of body fat, it was identified that the waist-to-height ratio presented better predictive capacity for MetS and should be preferentially used for this purpose in Brazilian adolescents. Finally, it is expected that the findings related to the factors associated with the identification of MetS may help professionals to

encourage the practice of moderate-to-vigorous physical activity and reduce sedentary behavior, especially in adolescents with low levels of cardiorespiratory fitness, who are more exposed to cardiometabolic risks. To our knowledge this is the first study conducted with Brazilian adolescents to verify the performance of different anthropometric indicators associated with excess body fat/body weight and health related physical fitness as predictors of MetS in pediatric populations who are not routinely evaluated in clinical settings, except in specific situations, such as the presence of obesity and diabetes. In addition, the decrease in the frequency of medical consultations during adolescence decreases the possibility of early detection of metabolic alterations, and the lack of diagnosis, control, and treatment of these alterations may constitute an impeding factor for the prevention of future cardiometabolic outcomes. The findings of the study enable, through simple and accessible procedures, screening for the possible presence of MetS and, when appropriate, referral to a specialized service to confirm the diagnosis.

Key-words: Cardiometabolic risk, Sedentary behavior, Physical activity, Cardiorespiratory fitness, Anthropometry, Health criterion, Diagnosis, Accuracy, Young.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 SÍNDROME METABÓLICA.....	17
3.1.1 Critério diagnóstico.....	17
3.1.2 Prevalência.....	21
3.1.3 Fatores associados	25
3.2 APTIDÃO FÍSICA.....	27
3.2.1 Critério diagnóstico.....	30
3.2.2 Prevalência de alcance dos critérios de saúde	36
3.2.3 Fatores associados à aptidão física	41
4 REFERÊNCIAS.....	46
5 PRODUÇÃO E SUBMISSÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	65
5.1 ARTIGO 1 – ESTUDO DE REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE: Physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in adolescents: systematic review and meta-analysis of observational evidence....	65
5.2 ARTIGO 2 – ESTUDO ORIGINAL: Comportamento sedentário, atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica em adolescentes	113
5.3 ARTIGO 3 – ESTUDO ORIGINAL: Aptidão física relacionada à saúde e síndrome metabólica em adolescentes brasileiros: validade de critérios diagnósticos	138
5.4 ARTIGO 4 – ESTUDO ORIGINAL: Desempenho de diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade como preditores de síndrome metabólica em adolescentes	160
5.5 ARTIGO 5 – ESTUDO ORIGINAL: Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in adolescents.....	176

6 CONCLUSÃO GERAL.....	199
APÊNDICE.....	200
APÊNDICE A – ROTEIRO DE COLETA DOS DADOS.....	200
ANEXOS.....	207
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS	207
ANEXO B – MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	211
ANEXO C – MODELO DA AUTORIZAÇÃO DESTINADO A DIREÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	213

1 INTRODUÇÃO

Síndrome metabólica (*SMet*) é caracterizada por um conjunto de fatores de risco que, quando alterados, podem aumentar em até cinco vezes as chances de desenvolver diabetes mellitus tipo 2 e dobrar a possibilidade de apresentar algum tipo de doença cardiovascular¹⁻³. Complicações geradas pelo diabetes ocasionam anualmente por volta de cinco milhões de mortes (uma a cada seis segundos)⁴, enquanto as doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no mundo, responsável por 31% entre todas as causas⁵. O custo econômico com estas doenças corresponde, respectivamente, a 12% e 15% de todo gasto do sistema de saúde, representando centenas de bilhões de dólares todos os anos^{4,5}. Desta forma, o diagnóstico de *SMet* realizado precocemente é entendido como fundamental, para que estratégias de intervenção possam ser traçadas com intuito de minimizar a incidência de diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares¹⁻³.

Os critérios para definir e diagnosticar a *SMet* foram inicialmente propostos para adultos, com discussões que se acentuaram desde o final do século XX¹⁻³. Com base em adaptações na mesma proposta utilizada com adultos, no ano de 2003 a *SMet* passou também a ser diagnosticada em adolescentes^{6,7}. Todavia, enquanto para população adulta, chegou-se a um consenso quanto à seleção dos fatores de risco que compõe a *SMet* e pontos-de-corte que caracterizam alterações em cada um dos fatores¹⁻³, para adolescentes isso ainda não ocorreu⁶. Desta forma, a prevalência de *SMet* na população jovem pode variar consideravelmente dependendo dos diferentes critérios diagnósticos utilizados, dificultando, desse modo, a tomada de decisões na prática clínica, assim como, inviabilizando a comparação entre os diferentes estudos epidemiológicos⁷.

Mesmo com esta limitação, várias pesquisas⁸⁻³¹ têm buscado investigar a prevalência de *SMet* e os diferentes fatores associados à sua ocorrência em adolescentes. Isso se faz necessário, tendo em vista que, em adultos, a prevalência está em ascensão¹⁻³; e na população adolescente, apesar da dificuldade em estabelecer comparações entre os estudos, pode estar ocorrendo fenômeno semelhante⁶. Além disso, diversos atributos vinculados ao estilo de vida associados ao maior risco de aparecimento e desenvolvimento da *SMet* têm sido cada vez mais frequentes nos adolescentes, como é o caso da diminuição do tempo dispendido em atividade física de moderada-a-vigorosa intensidade³², do aumento do tempo gasto

com atividades sedentárias³³, dos hábitos alimentares inadequados³⁴ e dos menores indicadores de aptidão física^{35,36}.

Entre estes atributos, a aptidão física chama a atenção em razão da forte associação que alguns dos seus indicadores têm demonstrado com a saúde metabólica na adolescência²³. Estudos têm focado principalmente a composição corporal^{9,13,15,29-31} e a aptidão cardiorrespiratória^{9,17,24,25,28}, demonstrando elevada associação entre sobrepeso/obesidade ou menor aptidão cardiorrespiratória com maior chance de surgimento da *SMet*. Em vista disso, estudiosos da área têm sugerido a possibilidade de prever a presença de *SMet* nos adolescentes com base em procedimentos mais simplificados, como é o caso de medidas antropométricas relacionadas ao excesso de peso corporal e resultados de testes motores vinculados à aptidão física relacionada à saúde^{9,37-42}.

A princípio, o uso de ambos os procedimentos como forma de triagem da *SMet* em adolescentes justifica-se como alternativa acessível, de fácil manuseio, interpretação imediata e bom custo-efetividade. Contudo, em nenhum momento busca substituir a intervenção médica, considerando que não exclui a necessidade de monitorar os componentes individuais para confirmar o diagnóstico da *SMet*. Uma triagem, quando realizada em ambientes de grande concentração de jovens, como é o caso das escolas, alcança quantidade elevada de adolescentes, em especial, aqueles que apresentam dificuldade de acesso, ou não procuram o sistema de saúde. Desta maneira, uma vez identificados os adolescentes com maior probabilidade de apresentar *SMet*, esses podem ser encaminhados para acompanhamento médico especializado^{9,37,40,42}.

No entanto, achados de alguns estudos apresentam dados conflitantes quanto à capacidade preditiva de indicadores antropométricos relacionados à quantidade e à distribuição de gordura corporal e saúde metabólica em adolescentes³⁷⁻⁴²; sobretudo, em razão dos diferentes critérios diagnósticos empregados para identificar o sobrepeso e a obesidade em populações jovens. Em relação aos indicadores de aptidão física, até o momento, ainda não foram tratados como possíveis preditores da presença de *SMet* em adolescentes.

Essência que justifica a proposição de pontos-de-corte para indicadores de aptidão física relacionada à saúde baseia-se na premissa de que, para reduzir o risco de aparecimento e desenvolvimento de disfunções orgânicas, torna-se necessário alcançar níveis desejáveis de flexibilidade, força/resistência muscular e capacidade

cardiorrespiratória que possam conter eventual processo degenerativo induzido por comportamento sedentário e por prática insuficiente de atividade física. Diante dessa situação, maior dificuldade encontrada pelos especialistas da área constitui na proposição de escores para indicadores de aptidão física que possam ser utilizados como pontos-de-corte, garantindo níveis necessários a melhor condição de saúde do adolescente^{9,37-42}.

Embora manifestações clínicas associadas às doenças cardiovasculares e ao diabetes mellitus tipo 2 surgem com maior frequência durante a idade adulta, evidências científicas revelam que seus precursores podem ter origem na infância e na adolescência. Em vista disso, supõe-se que, mesmo não apresentando idêntico efeito sobre os índices de morbidade dos jovens, a *SMet* sendo um antecessor de desfechos cardiometabólicos, deverá se constituir em importante referencial das condições de saúde dos adolescentes^{6,7}.

Dentro desta perspectiva, a presente tese de doutorado poderá contribuir com o avanço do conhecimento na área ao abordar as relações entre aptidão física e *SMet* em adolescentes, preenchendo lacunas existentes na literatura em relação aos fatores associados, como atividade física e comportamento sedentário. Ainda, ao explorar capacidade preditiva para detecção da *SMet* em adolescentes por intermédio da validação de pontos-de-corte de uma bateria de testes motores que é referenciada por critérios de saúde e utilizada internacionalmente; e investigar a capacidade preditiva para *SMet* em adolescentes por intermédio de indicadores antropométricos de sobrepeso/obesidade, ajudará a esclarecer os componentes que melhor se configuram como preditores de *SMet* em adolescentes.

Deste modo, as seguintes questões nortearam a tese: a) quais os determinantes e em que dimensão o comportamento sedentário, a prática de atividade física e a aptidão cardiorrespiratória estão associados à *SMet* em adolescentes? b) os pontos-de-corte equivalentes aos testes motores direcionados à aptidão física propostos no Programa *FitnessGram* são capazes de prever *SMet* em adolescentes? c) qual critério diagnóstico utilizado para classificar peso corporal de adolescentes por intermédio do índice de massa corporal melhor discrimina adolescentes com *SMet*? d) entre os indicadores antropométricos capazes de estimar quantidade e distribuição de gordura corporal, qual melhor identifica adolescentes portadores e não portadores de *SMet*?

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar associação entre comportamento sedentário, atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes, determinar capacidade preditiva de resultados de testes motores vinculados à aptidão física direcionada à saúde e de indicadores antropométricos relacionados ao excesso de peso corporal, ao acúmulo e à distribuição de gordura corporal para presença de *SMet* em adolescentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Sumarizar achados disponibilizados na literatura equivalentes a dados observacionais, apresentados em estudos caso-controle, transversais ou coorte prospectivos, que analisaram associação entre atividade física, comportamento sedentário, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes (Artigo 1 – Estudo de Revisão Sistemática e Meta-análise: Physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in adolescents: systematic review and meta-analysis of observational evidence);
- Dimensionar a associação entre comportamento sedentário, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes (Artigo 2 – Estudo Original: Comportamento sedentário, atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica em adolescentes);
- Estabelecer capacidade preditiva para *SMet* de indicadores associados à aptidão física relacionada à saúde, de acordo com pontos-de-corte propostos pelo Programa *FitnessGram* (Artigo 3 – Estudo Original: Health-related physical fitness and metabolic syndrome in Brazilian adolescents: validity of diagnostic criteria);
- Identificar o desempenho de três diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade a partir de valores do índice de massa corporal (*World Health Organization, International Obesity Task Force e Conde & Monteiro*) como preditores de *SMet* em uma amostra representativa de adolescentes (Artigo 4 – Estudo Original: Desempenho de diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade como preditores de síndrome metabólica em adolescentes);

- Identificar o poder preditivo, com seus respectivos pontos-de-corte, de quatro indicadores antropométricos associados à quantidade e à distribuição de gordura corporal (circunferência de cintura, índice de massa corporal, relação circunferência de cintura/estatura e índice de conicidade) para presença de *SMet* e determinar a força da associação entre os pontos-de-corte propostos e *SMet* em adolescentes (Artigo 5 – Estudo Original: Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in Brazilian adolescents).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SÍNDROME METABÓLICA

Desde o início do século XX estudiosos da área já conceituavam a respeito da importância de considerar a conjunção de diferentes fatores de risco, como precursores de diabetes mellitus tipo 2 e doença cardiovascular³. Em 1920, Kylin demonstrou a associação entre hipertensão, hiperglicemia e gota⁴³. Na década de 1940, Vague descreveu as alterações metabólicas encontradas no diabetes mellitus tipo 2 e nas doenças cardiovasculares associadas à obesidade visceral⁴⁴. Em 1965, Avogaro e Crepaldi conceituaram síndrome que compreendia conjuntamente hipertensão, hiperglicemia e obesidade⁴⁵.

No entanto, foi somente em 1988 que Reaven descreveu um conjunto de fatores que potencializa a ocorrência de doenças cardiovasculares, denominada na ocasião de Síndrome X⁴⁶, quando então o campo de discussões avançou significativamente³. O ponto central da definição baseou-se na resistência à insulina, que agrupada com outros fatores de risco, como intolerância à glicose, dislipidemia e hipertensão, contribui para o aumento das chances de desenvolver eventos cardiovasculares⁴⁶. Contudo, naquele momento, não foi considerada a obesidade, por acreditar que o denominador comum para diagnóstico da síndrome era a resistência à insulina².

Na sequência, Kaplan renomeou a síndrome como “o quarteto mortal”, para a combinação de obesidade central, intolerância à glicose, hipertrigliceridemia e hipertensão⁴⁷. Anos depois, o conjunto de fatores foi novamente rebatizado, agora como “a síndrome de resistência à insulina”⁴⁸. Mais recentemente, uma série de organizações internacionais, se esforçaram para definir seus critérios diagnósticos, o que passou a ser denominada de síndrome metabólica (*SMet*)^{2,3}.

3.1.1 Critério diagnóstico

A primeira tentativa de proposição dos critérios diagnósticos para identificar *SMet* foi realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1998⁴⁹. Um ano depois, foi proposta a definição do Grupo Europeu para o Estudo da Resistência à Insulina⁵⁰. Em 2001, foi divulgada a definição do *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (NCEP/ATPIII)⁵¹. Dois anos depois, o Colégio Americano de Endocrinologistas ofereceu uma nova definição⁵². Com o propósito de

estabelecer um consenso para os critérios diagnósticos da *SMet*, em 2005 a *International Diabetes Federation* (IDF) propôs uma nova definição⁵³.

Apesar das divergências nos pontos-de-corte para cada fator de risco, as definições apresentadas pelas entidades foram pautadas sobretudo em cinco itens: excesso de gordura abdominal (representada pela medida de circunferência da cintura), hipertensão arterial, lipoproteínas de alta densidade colesterol (HDL-C) reduzidas, glicemia em jejum e níveis de triglicérides elevados⁴⁹⁻⁵². A opção por esses itens baseou-se no fato de serem diagnosticados com alguma facilidade na prática clínica e com baixo custo. Para todas as propostas, a presença de no mínimo três fatores caracteriza a presença de *SMet*. Exceção ao critério da IDF, em que o excesso de gordura abdominal é obrigatório e deve ser somado a quaisquer outros dois fatores de risco⁵³.

Existe consenso no sentido de que o agrupamento destes fatores de risco ocorre em conjunto com mais frequência que apenas pelo acaso. Além disso, *SMet* não deve ser considerada um indicador de risco absoluto, uma vez que torna-se inviável abordar todos os possíveis fatores de risco em sua definição. No entanto, na ausência de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2 a *SMet* é reconhecida como preditora destas condições, uma vez que aumenta, respectivamente, em duas e cinco vezes as chances para o seu aparecimento¹.

Porém, as definições elaboradas pelas diferentes organizações apresentam discrepâncias, o que causa confusão na tomada de decisões clínicas e dificulta a comparação entre os diferentes estudos epidemiológicos^{2,3}. Para sanar esta limitação, em 2009 várias entidades reuniram-se para estabelecer um critério diagnóstico harmonizado¹, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Critérios para diagnóstico clínico da síndrome metabólica.

Indicador	Pontos-de-corte
Circunferência da cintura	Definições populacionais específicas de cada país
Triglicérides*	≥ 150 mg/dL
HDL-C*	Homens < 40 mg/dL / Mulheres < 50 mg/dL
Glicemia em jejum*	≥ 100 mg/dL
Pressão arterial*	Sistólica ≥ 130 mm/Hg ou diastólica ≥ 85 mm/Hg

Adaptado de Albert et al.¹; HDL-C: lipoproteína de alta densidade colesterol; *Tratamento medicamentoso é um indicador alternativo.

Na definição harmonizada houve consenso de que não deveria haver um fator de risco obrigatório, como considerado anteriormente pela IDF em relação a medida de circunferência da cintura. Assim, quaisquer três fatores presentes conjuntamente no indivíduo define a presença de *SMet*. Os pontos de corte foram definidos com base em grandes estudos epidemiológicos realizados longitudinalmente, que levaram em consideração o risco para o aparecimento e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2. Neste caso, constata-se que, para a medida de circunferência da cintura foram definidos pontos-de-corte específicos de cada localidade. Isto ocorre pelo fato das diferenças étnicas afetarem a medida de circunferência da cintura em relação ao risco de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2¹.

Desta forma, ficou provisoriamente acordado que os pontos-de-corte para as medidas de circunferência da cintura deveriam atender propostas já referenciadas pelas organizações internacionais em relação a cada população, até que estudos mais específicos fossem realizados¹. A IDF por exemplo, recomenda para asiáticos, etnias centrais e sulamericanos pontos-de-corte menores (≥ 90 cm em homens e ≥ 80 cm em mulheres) que de outras localidades (≥ 94 cm em homens e ≥ 80 cm em mulheres), como é o caso da África subsaariana, Oriente Médio, Mediterrâneo e pessoas de origem européia⁵³. Para norte-americanos e canadenses as organizações NCEP/ATPIII e *Health Canada* recomendam pontos-de-corte maiores (≥ 102 cm em homens e ≥ 88 cm em mulheres)¹.

Com isso, para população adulta o critério diagnóstico para identificar *SMet* alcançou um consenso; todavia, o mesmo não ocorre para idades jovens^{6,7}. Tendo em vista que os critérios idealizados para crianças e adolescentes basearam-se nos já estabelecidos para adultos, os fatores de risco na maior parte das propostas são os mesmos⁵⁴⁻⁵⁷; contudo, as adaptações nos pontos-de-corte divergem significativamente entre as propostas⁷. Assim, prevalência de *SMet* se modifica amplamente conforme o critério adotado, dificultando eventuais comparações⁶. Na tabela 2 são apresentadas algumas das propostas mais utilizadas para diagnóstico de *SMet* em jovens.

Tabela 2. Critérios e pontos-de-corte para diagnóstico da síndrome metabólica em jovens.

Fatores de Risco	Critérios e respectivos pontos-de-corte			
	Ford et al. ⁵⁴	de Ferranti et al. ⁵⁵	Cook et al. ⁵⁶	IDF ^{57*}
Circunferência da cintura (cm)	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade e gênero	Percentil $\geq 75^{\circ}$ para idade e gênero	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade e gênero	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade e gênero
Pressão arterial (mm/Hg)	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade, gênero e altura	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade, gênero e altura	Percentil $\geq 90^{\circ}$ para idade, gênero e altura	Sistólica ≥ 130 ou diastólica ≥ 85
Glicemia em jejum (mg/dl)	≥ 100	≥ 110	≥ 110	≥ 100
Triglicérides (mg/dl)	≥ 110	≥ 100	≥ 110	≥ 150
HDL-C (mg/dl)	≤ 40	< 50	≤ 40	< 40

IDF: *International Diabetes Federation*; HDL-C: lipoproteína de alta densidade colesterol; *entre 10 e 15 anos (acima de 15 anos são adotados os mesmos pontos de corte para adultos, com circunferência da cintura específica para cada população e HDL-C < 50 mg/dl para o sexo feminino e < 40 mg/dl para o masculino, sem modificação para os demais fatores de risco).

Estudo envolvendo amostra representativa da população adolescente identificou que a maior variação na prevalência de *SMet* ocorreu quando do uso dos critérios IDF e de Ferranti, com 0,9% e 11,4% respectivamente, apontando fraca concordância entre ambos ($\kappa = 0,14$). A menor variação ocorreu quando comparados os critérios Ford e Cook, com prevalências equivalentes a 4,1% e 3,8% respectivamente, indicando concordância quase perfeita ($\kappa = 0,92$)⁷. Como até o momento não se tem um consenso quanto ao uso de critérios para o diagnóstico de *SMet* em jovens, os estudos têm utilizado dos diferentes critérios⁸⁻³¹.

Assim como ocorre na população adulta, em adolescentes, *SMet* é diagnosticada mediante a presença simultânea de três ou mais fatores de risco⁵⁴⁻⁵⁶, com exceção para a proposta da IDF que estabeleceu a medida de circunferência da cintura como obrigatória e no mínimo mais dois fatores⁵⁷. Esta organização teve por objetivo estabelecer consenso para investigações científicas e prática clínica, sugerindo que a *SMet* não seja diagnosticada antes dos 10 anos de idade; contudo, uma forte mensagem para redução de peso corporal deve ser enfatizada quando constatada medida elevada de circunferência da cintura. No que se refere aos pontos-

de-corte foram definidos os mesmos adotados para adultos⁵³, à exceção da medida de circunferência de cintura e da dosagem de HDL-C nos adolescentes com idade menor que 16 anos (tabela 2)⁵⁷.

A dificuldade em estabelecer pontos-de-corte específicos para adolescentes diz respeito a pouca informação indicando o real risco para o aparecimento e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2 após diagnóstico da *SMet* nesta idade. Além disso, tanto os fatores de risco como as medidas antropométricas, pressão arterial e níveis de lipídios plasmáticos sofrem modificações relacionadas ao período puberal. Ainda, o impacto da puberdade na distribuição da gordura corporal é conhecido por causar diminuição na sensibilidade à insulina em 30%, aumentando a secreção de insulina e níveis de adiponectina. Isto inviabiliza a definição de pontos-de-corte único dependendo do fator de risco, justificando o uso de percentis em alguns casos⁵⁷.

Mesmo com estas limitações, o diagnóstico da *SMet* em adolescentes é entendido como fundamental, para que estratégias de intervenção sejam traçadas visando prevenir doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo 2 na idade adulta^{6,7}. Nesta população a prevalência de *SMet* tem aumentado¹ e igual tendência pode estar ocorrendo em jovens⁶.

3.1.2 Prevalência

Estudos têm sido realizados nos últimos anos como forma de rastrear a prevalência de *SMet* em diferentes países ou regiões geográficas⁵⁸⁻⁶³. Evidências apresentadas na literatura mostram que a prevalência pode variar de maneira significativa entre populações de diferentes regiões, sobretudo em razão de diferenças étnicas e do efeito de variáveis ambientais^{58,60,63}. Outro fator que contribui para as diferenças relacionadas às prevalências é o critério adotado para identificar a *SMet*. Nestes casos, diferentes critérios podem indicar diferenças nas prevalências observadas em uma mesma população. Deve ser considerado também, a influência da idade, em que a prevalência de *SMet* tende a aumentar proporcionalmente ao avanço da idade da população considerada^{58,59}.

Levando em consideração inicialmente a população adulta, estudo realizado na Europa, demonstrou prevalência de *SMet* de 24,3% (3,7% entre 20-29 anos e superior a 30% nos indivíduos ≥ 70 anos)⁵⁸. Em australianos foi verificada prevalência de 27% (14,3% entre 25-44 anos, 32,1% entre 45-64 anos e 35,1% entre aqueles \geq

65 anos)⁵⁹. Com relação à etnia, algumas populações apresentam maior predisposição para *SMet*, como é o caso dos asiáticos. Meta-análise realizada com iranianos constatou prevalência de 36,9%⁶⁰. Outro estudo identificou prevalência de 29,8% em chineses⁶¹. Em países latino-americanos, revisão sistemática demonstrou prevalência em 24,9%⁶². Na população brasileira, outro estudo de revisão sistemática demonstrou prevalência de 29,6%⁶³.

Outro fato que chama a atenção é o aumento na prevalência de *SMet* observado nas últimas décadas. Em norte-americanos constatou-se aumento de 32,9% (entre 2003-2004) para 34,7% (entre 2011-2012)⁶⁴. Na Coreia a prevalência aumentou de 24,9% para 31,3% entre os anos de 1998 e 2007⁶⁵. Meta-análise constatou que na China ocorreu aumento de 23,8% (entre 2000-2005), para 27% (entre 2010-2015)⁶⁶. Apesar da tendência global de aumento da prevalência de *SMet*, algumas populações registram índices estáveis ou discreto declínio^{67,68}. De qualquer forma, em adultos a quantidade de portadores de *SMet* é elevada no mundo todo, afetando aproximadamente ¼ da população mundial⁵³.

Naturalmente, em idades jovens a prevalência de *SMet* é menor; no entanto, vem sendo identificada principalmente em adolescentes com sobrepeso e obesos^{6,57}. Identificar atualmente a real prevalência de *SMet* em adolescentes é um desafio; sobretudo, pela maior quantidade de definições que foram propostas para esta população. Foi demonstrado em um estudo de revisão sistemática o uso de 40 diferentes definições em 27 estudos⁶⁹.

Outra revisão sistemática incluiu 85 estudos publicados até março de 2011 envolvendo crianças e adolescentes; e mesmo com as divergências entre os critérios diagnóstico para *SMet*, buscou sumarizar os resultados dos diferentes estudos⁷⁰. Neste caso, a mediana (intervalo inter-quartil) de prevalência global foi de 3,3% (0%-19,2%), aumentando para 11,9% (2,8%-29,3%) entre aqueles com sobrepeso e 29,2% (10%-66%) em obesos. Entre aqueles eutróficos o intervalo foi de 0%-1%. Não surgiram evidências consistentes de que a prevalência de *SMet* aumenta ao longo dos anos, o que pode ter ocorrido devido aos estudos com população jovem serem relativamente novos, não havendo tempo suficiente para detectar mudanças. Para os grupos étnicos, embora tenham sido constatadas diferenças, os dados não possibilitaram identificar um padrão consistente. Em relação ao sexo, foi observada maior prevalência entre os rapazes (5,2% vs. 3,1%); e para a idade, entre os mais velhos (2,9% vs. 5,6%), comparando principalmente crianças com adolescentes.

Devido ao crescente interesse em identificar a prevalência de *SMet* em adolescentes, diversos estudos vêm sendo realizados recentemente. Na Tabela 3 são apresentados alguns estudos publicados nos últimos anos (2011-2016).

Tabela 3. Prevalência da síndrome metabólica em adolescentes (estudos publicados entre 2011-2016).

Estudo	País	Amostra (n)	Idade (anos)	Critério diagnóstico	Prevalência
Carlson et al. ⁷¹	EUA	2.128	12-19	Cook et al. ⁵⁶	6,4%
Vergetaki et al. ⁷²	Grécia	237	14-16	Critérios Harm.*	2,5%
Mar Bibilone et al. ⁷³	Espanha	362	12-17	de Ferranti et al. ⁵⁵	5,8%
Kim et al. ²⁹	Coréia	931	10-19	Cook et al. ⁵⁶	6,4%
Stabelini Neto et al. ¹⁷	Brasil	456	10-18	Cook et al. ⁵⁶	7,7%
Welk et al. ³⁹	EUA	1.240	12-18	Jolliffe e Janssen ⁷⁴	6,1%
Sung et al. ⁷⁵	EUA	133**	10-16	IDF ⁵⁷	23,0%
Tavares et al. ¹⁶	Brasil	210	12-19	Critérios Harm.*	6,7%
Beydoun et al. ⁷⁶	EUA	1.339	12-19	IDF ⁵⁷	5,0%
Múnera et al. ¹⁴	Colômbia	225***	10-18	Critérios Harm.*	3,1%
Hong et al. ⁷⁷	Vietnã	617	13-16	IDF ⁵⁷	4,6%
You e Son ¹⁵	Coréia	606	12-18	Cook et al. ⁵⁶	13,0%
Mehairi et al. ¹³	EA	1.018	12-18	IDF ⁵⁷	13,0%
Suarez-Ortegón et al. ⁷⁸	Colômbia	1.311	11-16	de Ferranti et al. ⁵⁵	8,3%
Hosseinpanah et al. ⁷⁹	Irã	1.424	11-18	Cook et al. ⁵⁶	13,3%
Nambiar et al. ³⁸	Austrália	109**	10-16	IDF ⁵⁷	19,6%
Park et al. ⁸⁰	Coréia	1.554	10-19	IDF ⁵⁷	2,3%
Fam et al. ¹²	Irã	777	12-18	Cook et al. ⁵⁶	13,8%
Chan et al. ⁸¹	Taiwan	2.727	12-16	IDF ⁵⁷	2,1%
Nicholl et al. ⁸²	Austrália	516	13-15	IDF ⁵⁷	3,5%
Lee e Park ⁸³	Coréia	1.187	12-18	Cook et al. ⁵⁶	6,3%
Fadzlina ¹¹	Malásia	1.014	13	IDF ⁵⁷	2,6%
Weber et al. ⁸⁴	EUA	65***	11-17	IDF ⁵⁷	14,0%
Song et al. ⁸⁵	Coréia	2.209	10-18	IDF ⁵⁷	1,7%
Mohammadi et al. ⁸⁶	Irã	785	10-19	de Ferranti et al. ⁵⁵	22,2%
Laurson et al. ⁹	Hungria	405	12-18	Critérios Harm.*	6,7%
Benmohammed et al. ³⁷	Argélia	959	12-18	IDF ⁵⁷	0,9%
Galera-Martínez et al. ⁸⁷	Espanha	379	12-16	IDF ⁵⁷	3,8%

(Continua)

Tabela 3. (Continuação)

Estudo	País	Amostra (n)	Idade (anos)	Critério diagnóstico	Prevalência
Vukovic et al. ⁸⁸	Sérvia	199**	10-18	IDF ⁵⁷	31,2%
MacPherson et al. ⁸⁹	Canadá	1.228	10-18	IDF ⁵⁷	2,1%
Wang et al. ⁹⁰	China	1.152	10-17	IDF ⁵⁷	1,1%
Kuschnir et al. ⁹¹	Brasil	37.504	12-17	IDF ⁵⁷	2,6%

EUA: Estados Unidos da América; EA: Emirados Árabes; IDF: *International Diabetes Federation*; *Critérios Harmonizados refere-se à utilização de dois ou mais critérios em conjunto; **inclusão apenas de adolescentes obesos; ***inclusão apenas de adolescentes com sobrepeso e obesos.

É possível identificar cinco diferentes critérios diagnósticos nos 32 estudos apresentados. IDF foi o critério mais utilizado (17 estudos), principalmente após o ano de 2014. Quando levado em consideração este critério a prevalência de *SMet* apresentou uma variação de 0,9%³⁷ a 13,0%¹³, nos estudos que incluíram adolescentes independente do estado nutricional, chegando a 31,2% em um estudo que incluiu apenas obesos⁸⁸. Os demais critérios eram todos derivados do NCEP/ATPIII com adaptações para adolescentes^{55,56,74}. Neste caso, a prevalência variou de 2,5%⁷² a 22,2%⁸⁶.

Dentre os estudos, um levantamento realizado recentemente no Brasil reuniu por volta de 37 mil adolescentes residentes em cidades com mais de 100 mil habitantes, e constatou prevalência de *SMet* em 2,6% (2,9% em rapazes e 2,2% em moças), de acordo com os critérios da IDF. Em adolescentes com sobrepeso e obesos a prevalência foi de 3,3% e 21,3% respectivamente, enquanto para os eutróficos a prevalência de *SMet* foi de 0,1%. Ocorreram pequenas variações na prevalência de *SMet* em relação a idade (2,5% entre 12-14 anos e 2,7% entre 15-17 anos); porém, grandes variações quanto às regiões geográficas do país (2,2% no Centro-Oeste e 3,5% no Sul)⁹¹.

Mesmo a prevalência de *SMet* em adolescentes não alcançando proporções identificadas em adultos, é possível perceber que atinge mais de 10% da população jovem em alguns estudos^{12,13,15,79,86}, podendo se aproximar de $\frac{1}{3}$ entre adolescentes obesos⁸⁸. Além disso, pode haver uma tendência de aumento da prevalência, uma vez que diferentes fatores ambientais associados a maior ocorrência de *SMet* têm se tornado comuns entre adolescentes, como maior tempo dedicado as atividades sedentárias³³, baixos níveis de atividade física³², consumo alimentar inadequado³⁴ e menores índices de aptidão física^{35,36}.

3.1.3 Fatores associados

SMet apresenta etiologia multifatorial, em que a interação entre componentes genéticos e variáveis ambientais contribuem para sua ocorrência⁹². As variáveis ambientais chamam a atenção pela possibilidade de serem modificáveis^{3,5}. Tendo inicialmente como referência a população adulta, entre as variáveis ambientais, algumas demonstram associação independente com a *SMet*, como atividade física, comportamento sedentário e aptidão cardiorrespiratória⁹³. Alguns estudos de meta-análise reforçam esta evidência⁹⁴⁻⁹⁶. Dentre estas variáveis, baixa aptidão cardiorrespiratória tem demonstrado elevada associação inversa com *SMet*⁹⁷⁻¹⁰¹. Outra variável fortemente associada com a *SMet* é a composição corporal. Adultos obesos podem apresentar trinta vezes mais chance para desenvolver *SMet*, quando comparados com seus pares eutróficos¹⁰².

Em relação aos hábitos alimentares, revisão sistemática demonstrou que o consumo de *fast food* ou realizar refeições fora de casa duas ou mais vezes na semana apresenta risco entre 85% e 150% maior para o aparecimento e o desenvolvimento de *SMet* entre adultos¹⁰³. No entanto, Kouki et al. demonstraram que, apesar do consumo de vegetais, legumes, frutas, peixes e nozes possuírem associação significativa com menor risco de *SMet* e o consumo de embutidos em excesso aumentar as chances de desenvolvê-la, grande parte das associações desaparece quando ajustadas pela aptidão cardiorrespiratória, o que demonstra a importância desta variável na relação com o risco metabólico¹⁰⁴.

Na população jovem estas mesmas variáveis vêm sendo estudadas. Meta-análise demonstrou que prática insuficiente de atividade física de intensidade moderada-a-vigorosa aumenta em 35% as chances de desenvolver *SMet* em adolescentes. Contudo, análise de subgrupo considerando técnica de acelerometria demonstrou que a real chance para *SMet* em adolescentes insuficientemente ativos pode ser quase três vezes maior. Para o comportamento sedentário foi demonstrado que o tempo de tela recreacional (TV, vídeo-game e/ou computador [atividades que não estejam vinculadas aos trabalhos escolares]) > 2 horas/dia aos finais de semana foi associado a duas vezes mais chances para desenvolver *SMet*, enquanto adolescentes com baixa aptidão cardiorrespiratória apresentaram quatro vezes mais chances para *SMet*. Esta foi a variável que apresentou a associação mais forte; porém, como limitação, foi a que contou com menor quantidade de estudos na meta-análise¹⁰⁵.

Em relação à composição corporal, vários estudos reforçam a associação entre excesso de peso corporal e maior risco para *SMet* em adolescentes. Laurson et al. demonstraram que, dependendo do critério adotado para identificar a *SMet*, as chances de desenvolvê-la podem variar de oito até dezesseis vezes para adolescentes obesos³¹. Da mesma forma, Mehairi et al. encontraram respectivamente um aumento de sete e 13 vezes mais chances para *SMet* em meninas e meninos obesos¹³. You e Son observaram que as chances de *SMet* foram 24 vezes maiores em adolescentes com sobrepeso ou obesos¹⁵, enquanto Kim et al. encontraram aproximadamente nove e 28 vezes mais chances para identificar *SMet* em adolescentes com sobrepeso e obesos, respectivamente²⁹.

Por outro lado, para o consumo alimentar estudos apresentam resultados contraditórios. Carlson et al. verificaram que o consumo de fibras ofereceu efeito protetor contra *SMet*; porém, nenhuma associação foi encontrada para colesterol ou gordura saturada⁷¹. Mark e Janssen não encontraram associação entre consumo de carboidrato e gorduras totais e *SMet*²⁶. No entanto, O'Sullivan et al. identificaram que maior consumo de carboidratos simples pode aumentar em quase quatro vezes as chances para *SMet*¹⁰⁶. Em relação ao consumo de produtos lácteos, Mohammadi et al. não identificaram qualquer associação⁸⁶. Já o consumo excessivo de bebidas adoçadas com açúcar foi associado a 10 vezes mais chance para *SMet*, mas somente em meninos⁸⁶. Mehairi et al. não encontraram associação entre consumo de refrigerante ou *fast food* com *SMet*¹³, enquanto Parker et al. não observaram associação entre a qualidade da dieta e *SMet*¹⁰⁷. Pan e Pratt investigaram o consumo de diferentes tipos de alimentos, além dos macros nutrientes, e identificaram apenas uma associação inversa entre consumo de frutas e *SMet*²⁷.

Em síntese, as variáveis que vem apresentando mais elevada associação com a *SMet* em adolescentes referem-se, principalmente, à aptidão física, mais especificamente, às medidas antropométricas relacionadas ao excesso de peso corporal e à aptidão cariorrespiratória. Em vista disso, alguns estudos têm buscado identificar a capacidade preditiva destes componentes em relação à *SMet* na população de adolescentes^{37-42,108}.

Benmohammed et al. identificaram pontos-de-corte equivalentes a 80 cm para circunferência da cintura, 0,50 para relação cintura/estatura e 25 Kg/m² de índice de massa corporal para predizer a *SMet* em adolescentes de 12 a 18 anos³⁷. Nambiar et al. identificaram que o melhor preditor para a *SMet* foi a relação cintura/estatura

seguida do índice de massa corporal, enquanto circunferência da cintura não se definiu como um preditor significativo³⁸. Laurson et al. verificaram diferentes pontos-de-corte para a gordura relativa ao peso corporal predizer o risco de *SMet* em adolescentes, conforme idade e sexo¹⁰⁸. Mesma estratégia foi utilizada por Welk et al., mas para classificar pontos-de-corte para aptidão cardiorrespiratória mediante valores estimados de volume máximo de oxigênio ($VO_{2Máx}$)³⁹.

Jung et al. verificaram que o melhor preditor para *SMet* é o índice de massa corporal, seguido por circunferência da cintura, e relação cintura-estatura, enquanto a relação cintura-quadril não se definiu como um preditor significativo⁴⁰. Flouris et al. identificaram pontos-de-corte aos 12 anos para identificar precocemente a *SMet*, que eventualmente possa vir a ocorrer aos 17 anos, para o índice de massa corporal (20,9 e 21,2), proporção de gordura relativa ao peso corporal (21,6 e 25,7) e $VO_{2Máx}$ (31,8 e 26,8), em rapazes e moças, respectivamente⁴¹. Kelishadi et al. verificaram que índice de massa corporal, circunferência da cintura, relação cintura-estatura e relação cintura quadril são preditores significativos da *SMet* em adolescentes, sendo a circunferência da cintura o melhor preditor e a relação cintura quadril o mais fraco preditor.

Desta forma, percebe-se que os estudos têm procurado focar principalmente a capacidade preditiva de medidas antropométricas relacionadas ao excesso de peso corporal, com menor enfoque para a aptidão cardiorrespiratória, apesar da elevada associação que esta variável tem apresentado com a saúde metabólica de jovens. Ainda, a capacidade preditiva de alguns componentes da aptidão física para identificar a *SMet* em adolescentes não tem sido explorada, como por exemplo, força-resistência muscular, que já demonstrou satisfatória capacidade preditiva para *SMet* em adultos¹⁰⁹.

3.2 APTIDÃO FÍSICA

O constructo aptidão física refere-se ao conjunto de atributos influenciados por características inatas (genótipo) e adquiridas (fenótipo), relacionados às capacidades físicas que influenciam no desempenho atlético e, além disso, relacionam-se intimamente com o estado geral de saúde¹¹⁰. A Tabela 4 apresenta definições para os componentes da aptidão física.

Tabela 4. Definição dos componentes da aptidão física.

Aptidão Física	Componente	Definição
Relacionada à saúde	Aptidão cardiorrespiratória	Capacidade dos sistemas circulatório e respiratório em fornecer oxigênio e nutrientes durante a realização de esforço físico de moderada-a-elevada intensidade por tempo relativamente longo
	Resistência muscular	Capacidade do sistema músculo-esquelético realizar trabalho muscular por várias repetições ou tempo prolongado
	Força muscular	Capacidade do sistema músculo-esquelético realizar trabalho de tensão máxima
	Composição corporal	Proporção de músculo, gordura, osso e outros tecidos vitais na definição do peso corporal
	Flexibilidade	Amplitude de movimento de uma ou mais articulações
Relacionada ao desempenho atlético	Agilidade	Capacidade de alterar rapidamente a posição do corpo no espaço com velocidade e precisão
	Equilíbrio	Capacidade de manter o equilíbrio postural sem risco de queda, em posição parada ou em movimento
	Coordenação	Capacidade para realizar tarefas motoras com precisão
	Velocidade	Capacidade para executar determinado movimento em curto período de tempo
	Potência	Capacidade para realizar determinado movimento envolvendo simultaneamente força e velocidade
	Tempo de reação	Tempo decorrido entre o estímulo e o início da reação

Adaptado de Caspersen et al.¹¹⁰.

Para dimensionar cada componente de aptidão física são utilizados testes específicos idealizados originalmente no século XIX, em razão da necessidade de monitorar o desempenho de praticantes de exercício físico, principalmente atletas, além de escolares nas aulas da disciplina de educação física. As medidas antropométricas, os testes de força, corrida e salto vertical foram os precursores¹¹¹.

Todavia, na primeira metade do século XX, durante o período das duas Grandes Guerras Mundiais, o treino físico nas aulas da disciplina de educação física aumentou e uma maior ênfase recaiu sobre a aptidão física para a guerra. Neste

sentido, várias baterias de testes físicos foram propostas, sobretudo nos Estados Unidos (país que desde então se tornou referência na elaboração e na disseminação de baterias de testes físicos para monitorar a aptidão física), aglutinando testes físicos que até então eram aplicados separadamente. Exemplo disso foi o *Physical Fitness Index* (PFI), que envolvia diferentes testes de força; e a bateria de testes físicos para escolares do ensino médio, elaborada pela *American Association for Health, Physical Education, and Recreation* (AAHPER)¹¹¹.

No período da Guerra Fria com ascensão do esporte profissional as novas baterias de aptidão física passaram a oferecer maior importância ao desempenho atlético¹¹¹. Contudo, dois estudos demonstrando que a juventude norte-americana era menos apta fisicamente que a europeia, principalmente em componentes da aptidão física relacionados à saúde, alterou a concepção do uso dos testes físicos nos Estados Unidos^{112,113}. Desta forma, em 1957, várias entidades, como o recém-criado *American College of Sports Medicine* (ACSM) e a *American Medical Association* (AMA), alertaram para a necessidade de ações visando promover a aptidão física relacionada à saúde na população jovem norte-americana¹¹⁴.

Neste período, uma comissão nomeada pela AAHPER criou a primeira bateria de testes físicos para monitorar exclusivamente a aptidão física relacionada à saúde com oito itens, que envolvia a aptidão cardiorrespiratória, a força e a resistência muscular. Pontos-de-corte foram definidos mediante valores normativos provenientes da distribuição de percentis de resultados apresentados por integrantes da população jovem norte-americana e prêmios eram distribuídos para os que atingiam padrão pré-determinado (percentil 85)¹¹⁴. Nos anos subsequentes diferentes baterias de testes físicos surgiram em vários países do mundo. A tabela 5 apresenta algumas baterias de testes físicos utilizadas atualmente.

Tabela 5. Bateria de testes físicos para monitorar a aptidão física de jovens.

Bateria e origem	Idade (anos)	Componentes avaliados
<i>FitnessGram</i> ¹¹⁵ , EUA	> 5	Composição corporal, ACR, flexibilidade e F/R-M
YMCA ¹¹⁶ , EUA	6-17	ACR, flexibilidade e F/R-M
CAHPER ¹¹⁷ , Canadá	7-17	F/R-M, velocidade, agilidade e potência
EUROFIT ¹¹⁸ , Europa	6-18	ACR, flexibilidade, F/R-M, potência, equilíbrio, velocidade, agilidade e coordenação

(*Continua*)

Tabela 5. (Continuação)

Bateria e origem	Idade (anos)	Componentes avaliados
ALPHA ¹¹⁹ , Europa	13-17	Composição corporal, ACR, F/R-M, velocidade e agilidade
NAPFA ¹²⁰ , Singapura	> 12	ACR, flexibilidade, F/R-M, potência, velocidade e agilidade
NCYFS ¹²¹ , Taiwan	7-18	ACR, flexibilidade, potência e F/R-M
PFAA ¹²² , Japão	6-17	ACR, flexibilidade, F/R-M, potência, agilidade e coordenação
AFEA ¹²³ , Austrália	9-18	ACR, flexibilidade e F/R-M
PFS ¹²⁴ , Polônia	7-19	ACR, flexibilidade, F/R-M, velocidade, agilidade, potência e coordenação
PROESP-BR ¹²⁵ , Brasil	7-17	Composição corporal, ACR, flexibilidade, F/R-M, potência, agilidade e velocidade

YMCA: Youth Fitness Test Manual; CAHPER: Canadian Association for Health, Physical Education and Recreation; EUROFIT: The European Physical Fitness Test battery; ALPHA: Assessing Levels of Physical Activity (ALPHA) Health-Related Fitness Test Battery for Children and Adolescents; NAPFA: Singapore National Physical Fitness Award; NCYFS: Nation-Wide Children and Youth Fitness Study; PFAA: Physical Fitness and Athletic Ability Test; AFEA: Australian Fitness Education Award; PFS: Physical Fitness Score; PROESP-BR: Projeto Esporte Brasil; ACR: aptidão cardiorrespiratória; F/R-M: força/resistência muscular.

Como apresentado na tabela 5, a maioria das baterias envolvem testes físicos que solicitam tanto componentes relacionados à saúde, como também, componentes relacionados ao desempenho atlético. Para informar se determinado jovem apresenta indicações esperadas de aptidão física para sua idade e sexo, o resultado de cada teste físico individualmente é confrontado com escores pré-definidos. Neste caso, a definição dos pontos-de-corte depende da metodologia empregada, se com base em padrões normativos de determinado país ou região geográfica, ou se mediante critérios para saúde¹²⁶.

3.2.1 Critério diagnóstico

A vantagem de se utilizar aptidão física como parâmetro de saúde, refere-se ao fato de seus componentes permanecerem relativamente estáticos, levando determinado período de tempo para que sofram alterações. Diferente do que ocorre, por exemplo, com atividade física, que pode demonstrar maior variabilidade intra-sujeito dentro de curto espaço de tempo, como de um dia para o outro, especialmente em população jovem¹²⁷.

No entanto, classificar um adolescente como apto ou inapto fisicamente em relação ao maior ou ao menor risco para saúde, requer pontos-de-corte que indicam tal condição¹²⁶. As diferentes baterias de testes são referenciadas principalmente em valores normativos, ou seja, apontam se o jovem está acima ou abaixo do que seria esperado para sua idade e sexo, tendo como referência seus homólogos. Por exemplo, adolescentes podem ser categorizados em níveis baixo ou elevado de aptidão cardiorrespiratória utilizando como ponto-de-corte o percentil 85 de dados coletados de uma amostra nacional representativa. Neste caso, uma elevada aptidão cardiorrespiratória representa que o resultado deste adolescente é superior a 85% dos resultados de jovens de mesmo sexo e idade¹²⁸.

Se o objetivo é o desempenho atlético, esta informação pode ser válida; porém, análise de resultados mediante o uso de valores normativos provenientes de distribuição de percentis podem não refletir necessariamente maior ou menor risco para o aparecimento e o desenvolvimento futuro de disfunções orgânicas. Ainda, esta informação pode criar expectativas irreais entre aqueles que não possuem como objetivo um melhor desempenho atlético, além de outras limitações, como: (a) os valores referenciados por norma mudam com o tempo e necessitam ser atualizados com certa frequência; (b) a interpretação dos resultados dos testes físicos depende do nível de aptidão física apresentado pela população de referência; (c) existe uma tendência de premiar aqueles já aptos e desencorajar os menos aptos, que não vislumbram alcançar o padrão pré-determinado; (d) tendência de favorecimento daqueles supostamente “geneticamente talentosos”¹²⁹.

Por outro lado, baterias de testes físicos referenciadas por critério são capazes de estabelecer se o atual estado de aptidão física representa risco futuro para o aparecimento e o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas não transmissíveis, como por exemplo, as doenças cardiovasculares e o diabetes mellitus tipo 2. Neste caso, os pontos-de-corte são definidos por estudos epidemiológicos que discriminam, com sensibilidade e especificidade aceitáveis, os participantes que possuem ou não pré-disposição para desenvolvimento futuro de disfunções específicas. Um exemplo é a identificação de uma medida (valor de referência) para a aptidão cardiorrespiratória capaz de discriminar jovens com *SMet*. Para este fim, o recomendado é utilizar testes de campo válidos e confiáveis, que não envolvam custos financeiros mais elevados e que possam ser aplicados posteriormente em uma grande quantidade de jovens, como é o caso do ambiente escolar¹³⁰.

Raras são as baterias de testes físicos que utilizam pontos-de-corte referenciados por critérios. Exemplo é a *FitnessGram*^{115,131}, oficialmente presente nos 50 estados norte-americanos e mais 14 outros países. Os componentes da aptidão física relacionados à saúde avaliados são: aptidão cardiorrespiratória e composição corporal (capazes de discriminar risco aumentado para disfunções cardiometabólicas), flexibilidade e força/resistência muscular (com pontos-de-corte provisórios que tem por objetivo discriminar risco aumentado para disfunções osteo-musculares).

Para proposição dos pontos-de-corte referenciados por critério foram utilizados dados de amostra representativa da população jovem dos Estados Unidos, derivada do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) para aptidão cardiorrespiratória (NHANES; 1999-2002) e composição corporal (NHANES; 1999-2004), utilizando, respectivamente, teste de esforço físico submáximo em esteira rolante e medidas de espessura de dobras cutâneas. A presença de *SMet* foi utilizada como fator de risco para a saúde. Neste caso, *FitnessGram* utiliza pontos-de-corte que classifica três diferentes estratos: (a) “zona saudável”, com elevada sensibilidade (capacidade para identificar os casos verdadeiro-positivos); (b) “zona de risco”, com elevada especificidade (capacidade para identificar os casos verdadeiro-negativos); e (c) “zona de alerta”, que abriga os casos entre as duas condições extremas e, conseqüentemente, com risco moderado para aparecimento e desenvolvimento de disfunções cardiometabólicas no futuro^{39,108}.

Contudo, para os testes físicos destinados a aptidão musculoesquelética (força/resistência muscular e flexibilidade), devido a falta de dados evidenciando a real ligação entre seu desempenho e risco futuro para o aparecimento e o desenvolvimento de desfechos osteo-musculares (por exemplo, osteopenia/osteoporose, lombalgias, etc.), até o momento, inexistente uma verdadeira referência em critérios que possa ser empregada com alguma segurança. Neste caso, os pontos-de-corte para análise dos resultados de cada teste físico foram propostos com base na opinião de especialistas, a partir de valores referenciados por critério identificados em adultos e dados normativos (distribuição de percentis) da população jovem, o que permitiu estabelecer duas zonas de classificação: “zona saudável” e “zona de alerta”. A dificuldade na proposição de pontos-de-corte surge pelo fato das agregações à saúde decorrente de baixa aptidão musculoesquelética em idades jovens não se manifestarem de imediato, aumentando a complexidade quando da proposição

de valores referenciados por critério que venham a oferecer algum efeito protetor contra eventuais disfunções osteo-musculares no futuro¹³¹.

No Brasil, bateria de testes físicos que tem por objetivo classificar a aptidão física relacionada à saúde é o PROESP-BR¹²⁵, que utiliza duas zonas de classificação: “zona saudável” e “zona de risco”. De acordo com seus idealizadores, a vantagem de utilizar esta bateria na população jovem brasileira refere-se ao fato das tarefas motoras solicitadas nos testes físicos que a compõe atenderem cultura específica de prática habitual de esforço físico no Brasil. Contudo, os pontos-de-corte equivalentes ao índice de massa corporal e à aptidão cardiorrespiratória foram definidos com base em apenas dois componentes de risco à saúde (colesterol total e pressão arterial). Para os resultados de testes físicos que solicita a participação de força/resistência muscular e flexibilidade foram utilizados dois outros fatores (percepção de dor e identificação de hiperlordose lombar). Apesar da suposta vantagem de atender cultura específica de prática habitual de esforço físico no Brasil, alguns testes podem limitar a comparação com dados internacionais. Além disso, os estudos experimentais que subsidiam a proposição dos pontos-de-corte envolveram amostras de tamanho reduzido e mediante seleção por conveniência^{132,133}.

Ainda, a bateria PROESP-BR contempla também testes físicos direcionados ao desempenho atlético, para os quais estão disponíveis valores normativos capazes de classificar os jovens em cinco categorias de classificação: fraco, razoável, bom, muito-bom e excelente, delimitadas pelos percentis < 40, 40-59, 60-79, 80-98 e > 98, respectivamente¹²⁵. Os testes físicos destinados ao desempenho atlético são a maioria no conjunto da bateria, o que, supostamente, pode confundir o profissional no sentido de oferecer maior ênfase ao desempenho atlético que à saúde.

Tendo em vista a necessidade de desenvolver pontos-de-corte referenciados por critérios por intermédio da aptidão física, esforços vem sendo direcionados para identificar os testes físicos que melhor se aplicam a esta finalidade. Uma comissão de especialistas constituída pelo *Institute of Medicine* (órgão norte-americano vinculado à área da medicina), enfatizando as necessidades da população jovem e as possibilidades dos testes físicos identificarem os componentes da aptidão física relacionada à saúde, recomendou os itens mais viáveis, seguros e com validade e confiabilidade aceitáveis para serem utilizados em levantamentos populacionais para monitoração de programas de intervenção no ambiente escolar¹²⁹:

- a) Composição corporal – os três indicadores recomendados foram índice de massa corporal, medidas de circunferência de cintura e espessuras de dobras cutâneas. O índice de massa corporal é considerado um indicador do excesso de peso corporal utilizado internacionalmente em inquéritos de saúde pública e nutrição, capaz de determinar a presença de sobrepeso/obesidade com elevada confiabilidade. Mesmo não distinguindo as porções de gordura corporal e massa isenta de gordura que constitui o peso corporal, os valores equivalentes ao índice de massa corporal apresentam satisfatória correlação com medidas laboratoriais referentes a quantidade de gordura corporal. A medida de circunferência de cintura demonstra elevada associação com o acúmulo de gordura depositada na região intra-abdominal (gordura visceral), atendendo satisfatoriamente os critérios de validação e confiabilidade para estimar o depósito de gordura abdominal. A aferição de medidas de dobras cutâneas permite estabelecer estimativas da proporção de gordura corporal relativa ao peso corporal com alguma segurança; no entanto, tende a apresentar menor confiabilidade que o índice de massa corporal e a medida de circunferência de cintura, além do que, solicita a necessidade de profissional treinado especificamente para realizar suas medidas. Embora evidências quanto à validade das medidas antropométricas para análise da composição corporal possam variar de um estudo para outro, a elevada associação encontrada com marcadores de risco para saúde justifica sua inclusão em rotinas de monitoração da aptidão física de jovens, sendo recomendado provisoriamente os valores equivalentes ao percentil 85 como ponto-de-corte para os três indicadores até que informações mais bem consolidadas venham a estar disponíveis. Técnicas laboratoriais com mais elevada validade e confiabilidade para análise da composição corporal, por exemplo, pesagem hidrostática, absorciometria por dupla emissão de raios-x, pletismografia por deslocamento de ar, etc., apresentam limitações em razão do alto custo dos equipamentos, da complexidade na administração dos protocolos de medida, da necessidade de profissionais especialistas no manuseio das técnicas, da maior demanda de tempo na realização dos procedimentos, o que as tornam, na maioria das vezes, pouco viáveis para uso rotineiro;
- b) Resistência cardiorrespiratória – os testes físicos recomendados envolvem caminhada/corrída progressiva de 20 metros, que diz respeito a um teste de campo de esforço máximo, e testes em ambiente de laboratório com o uso de

esteiras rolantes e cicloergômetros, neste caso, oferecendo prioridade aos protocolos de esforço submáximo. Ambos os testes físicos apresentam boa capacidade para predizer volume máximo de oxigênio ($VO_{2Máx}$), com validade e confiabilidade aceitáveis. Porém, o teste de caminhada/corrída progressiva de 20 metros tem a vantagem de não solicitar equipamento mais sofisticado e permitir sua aplicação simultaneamente em vários jovens ao mesmo tempo, enquanto os testes em esteira rolante ou cicloergômetros representam maior custo financeiro e sua aplicação ocorre individualmente, o que pode inviabilizar sua utilização em alguns casos. Ainda, como alternativa do teste de caminhada/corrída progressiva de 20 metros, outros testes de caminhada/corrída em distância ou tempo fixo podem ser considerados, desde que sejam viáveis e apresentem validade e confiabilidade aceitáveis especificamente para a idade dos jovens. Com base em estudos epidemiológicos que apontam o valor equivalente ao percentil 30 como ponto-de-corte para detecção de risco à saúde em jovens e o quintil inferior em adultos, a comissão recomendou provisoriamente valores de $VO_{2máx}$ igual ou inferior ao percentil 20 da população jovem norte-americana como sendo os de maior probabilidade de risco para saúde, até que mais estudos sejam realizados;

- c) Aptidão musculoesquelética – os testes físicos considerados foram preensão manual e salto horizontal sem corrida de aproximação. Este último, apesar de conceitualmente envolver a potência muscular dos membros inferiores, foi considerado por ter apresentado em estudos anteriores moderada-a-elevada validade diante de testes de uma repetição máxima de membros inferiores, torque isocinético do quadríceps e força isométrica global em jovens¹³⁴⁻¹³⁶. Outros testes físicos como flexão de braços em suspensão na barra (*pull-up*), flexão de braços em posição horizontal com as mãos apoiadas no solo (*push-up*) e flexão abdominal (*curl-up*) também foram considerados. Porém, com ressalva de que requerem maior habilidade e coordenação do executante, conseqüentemente tornam-se mais susceptíveis ao efeito de aprendizagem. Para aptidão musculoesquelética a falta de evidências, sobretudo em população jovem, fragiliza a proposição de pontos-de-corte direcionados às dimensões de risco para saúde no futuro. Com isso, a comissão recomendou provisoriamente o percentil 20, “emprestado” da aptidão cardiorrespiratória (denominado método

de comparação relativa), até que novos estudos sejam realizados e o conhecimento no tema seja ampliado;

- d) Flexibilidade – apesar deste componente contribuir decisivamente para a aptidão musculoesquelética, em razão de sua especificidade foi abordado em separado. A comissão de especialistas não recomendou qualquer teste físico que envolva diretamente a flexibilidade, tendo em vista a inexistência de evidências até o momento quanto as relações entre flexibilidade e desfechos de saúde em jovens ou adultos. Desta forma, a flexibilidade deve ser melhor investigada, principalmente em relação a desfechos como lombalgias, desvios posturais e risco de lesões osteomusculoesqueléticas que, hipoteticamente, apresenta relação direta com este componente da aptidão física. Foram apenas indicados os testes *sentar-e-alcançar* com ambas as pernas estendidas e *sentar-e-alcançar* com uma das pernas fletida, tendo em vista a elevada confiabilidade e moderada validade que ambos os testes apresentam. Desta forma configuram-se como “elemento educativo” dentro das escolas em relação ao tema flexibilidade.

Enquanto evidências sugerem que as medidas antropométricas voltadas à indicação de composição corporal e os resultados dos testes físicos que envolvem aptidão cardiorrespiratória estão associados aos marcadores de saúde em idades jovens; as evidências para aptidão musculoesquelética é menos extensa. Para isso, a comissão recomendou a realização de novos estudos abordando o tema, como forma de verificar o poder preditivo de diferentes testes físicos quanto ao risco para o aparecimento e o desenvolvimento de disfunções crônico-degenerativas no futuro e, desta forma, identificar com maior segurança o estado de saúde dos jovens¹²⁹.

3.2.2 Prevalência de alcance dos critérios de saúde

A realização de estudos com objetivo de identificar a prevalência de jovens que não atendem aos critérios de saúde mediante resultados de testes motores é relativamente recente, existindo, portanto, uma carência de dados que possibilita comparações mais abrangentes entre populações jovens de diferentes regiões geográficas. Na tabela 6 são apresentados achados de alguns dos estudos publicados entre 2011-2016, utilizando especificamente a bateria de testes motores *FitnessGram*. A escolha desta bateria se deve ao fato de ter sido a primeira a ser proposta exclusivamente referenciada por critérios de saúde, além de ser utilizada em diferentes países, possibilitando, desse modo, estabelecer importantes comparações.

Tabela 6. Prevalências de jovens localizados em “zona não-saudável” associada aos componentes de aptidão física de acordo com a proposta *FitnessGram* (estudos publicados entre 2011-2016).

Estudo	País	Amostra (n)	Idade (anos)	Sexo	Prevalência (%)					
					IMC	ACR	F/R-AB	F/R-MS	F/Flex-T	Flex
Bai et al. ¹³⁷	EUA	192.848	6-19	M	37,8-47,3	37,9-62,4	17,0-33,1	27,4-37,9	10,7-29,9	17,9-39,9
				F	35,0-45,2	49,2-73,9	18,9-31,3	29,8-44,8	10,0-26,8	26,2-37,2
Tomkinson et al. ¹³⁸	NA ^a	1.142.026	9-17	M	—	33,0	—	—	—	—
				F	—	46,0	—	—	—	—
Welk et al. ¹³⁹	Hungria	2.602	10-18	M	24,2-35,9	11,2-55,0	20,4-27,7	33,6-41,8	39,7-53,9	35,3-55,6
				F	11,8-29,4	13,9-68,2	22,9-43,4	41,0-57,3	34,1-55,9	38,1-72,9
Ramírez-Vélez et al. ¹⁴⁰	Colômbia	7.244	9-17	M	—	45,0	—	—	—	—
				F	—	59,9	—	—	—	—
Brusseau et al. ¹⁴¹	EUA	85 ^b	12,3±1,6	M	72,0	32,0	28,0	73,0	—	52,0
				F	69,0	42,0	25,0	71,0	—	29,0
Clark et al. ¹⁴²	EUA	1.075	9-19	NA ^d	—	50,2	—	—	—	—
Marques et al. ¹⁴³	Portugal	2.506	10-18	M	21,3	—	6,9	30,9	—	22,2
				F	24,6	—	10,9	30,9	—	59,4
Gulías-González et al. ¹⁴⁴	Espanha	1.725	6-12	M	—	13,0	—	—	—	—
				F	—	26,0	—	—	—	—
Santos et al. ¹⁴⁵	Portugal	22.048	10-18	M	—	25,7-56,3	9,5-21,7	29,4-53,9	—	20,2-42,4
				F	—	0,6-78,9	11,1-25,6	29,0-52,2	—	31,1-79,2

(*Continua*)

Tabela 6. (Continuação)

Estudo	País	Amostra (n)	Idade (anos)	Sexo	Prevalência (%)					
					IMC	ACR	F/R-AB	F/R-MS	F/Flex-T	Flex
Andrade et al. ¹⁴⁶	Equador	648	11-15	M	—	36,6	—	—	—	—
				F	—	84,9	—	—	—	—
Bass et al. ¹⁴⁷	EUA	838	13,1±1,0	M	28,9	35,2	8,9	17,7	—	12,9
				F	24,6	20,3	9,7	27,1	—	14,9
Joshi et al. ¹⁴⁸	EUA	6.625	5-17	M	40,2	55,9	16,5	33,6	9,8	35,2
				F	39,2	58,2	24,5	45,9	11,2	24,9
Maher et al. ¹⁴⁹	Inglaterra	5.578	10-15	M	—	27,2	—	—	—	—
				F	—	19,3	—	—	—	—
Guedes et al. ¹⁵⁰	Brasil	2.849	6-18	M	—	55,9	66,8	51,3	24,4	27,7
				F	—	67,7	78,2	69,3	46,8	36,6
Martinez-Gomez et al. ¹⁵¹	Europa ^c	1.808	12-17	M	—	31,6	—	—	—	—
				F	—	42,4	—	—	—	—

IMC: índice de massa corporal; ACR: aptidão cardiorrespiratória; F/R-AB: força/resistência abdominal; F/R-MS: força/resistência de membros superiores; F/Flex-T: força/flexibilidade do tronco em extensão; Flex: flexibilidade; M: masculino; F: feminino; EUA: Estados Unidos da América; NA: não se aplica; ^a50 diferentes países; ^bcomunidade indígena; ^cnove diferentes países; ^dnão estratificado por sexo.

A maioria dos estudos incluiu jovens em idades equivalentes à infância e adolescência. A exceção de um deles¹⁴², todos os demais estudos apresentaram dados separadamente por sexo. Dos estudos reunidos no levantamento realizado, apenas três deles mostraram prevalência específica para cada idade investigada, sendo mostrado, nestes casos, a menor e a maior prevalência observada^{137,139,145}. A aptidão cardiorrespiratória foi o componente de aptidão física mais investigado (14 estudos), seguido de flexibilidade, força/resistência muscular da região abdominal e força/resistência de membros superiores (oito estudos cada). Composição corporal, mediante o uso do índice de massa corporal (seis estudos) e força/flexibilidade do tronco em extensão (quatro estudos) foram os menos investigados.

Em relação ao índice de massa corporal, com exceção ao estudo de Welk et al.¹³⁹ todos os demais apontaram proporções superiores a 20% de jovens em “zona não-saudável” de peso corporal, alcançando proporção de 72% em rapazes e 69% em moças de uma comunidade indígena norte-americana¹⁴¹. Para aptidão cardiorrespiratória, a maior parte dos estudos encontraram proporções acima de 30% de jovens em “zona não-saudável”^{137,138,140-142,146,148,150,151}, alcançando mais de 50% em três estudos^{142,148,150}, independente de sexo. Para força/resistência muscular na região abdominal, a maioria dos estudos apresetaram proporções de jovens em “zona não-saudável” superiores a 15%^{137,139,141,148,150}, alcançando 66,8% entre rapazes e 78,2% entre moças em estudo com jovens brasileiros¹⁵⁰.

Quanto à força/resistência de membros superiores, a maioria dos estudos apresentaram proporções de jovens em “zona não-saudável” superior a 30%^{139,141,143,148,150}, alcançando valores próximos de 70% em uma comunidade indígena norte-americana¹⁴¹. No caso da força/flexibilidade do tronco em extensão, a maior parte dos estudos apontaram proporções acima de 10%^{137,139,150}, sendo que estudo húngaro indicou, em algumas idades, que a metade dos jovens analisados se localizavam na “zona não-saudável”¹³⁹. No que se refere a flexibilidade, salvo alguns estudos isolados, as proporções de jovens em “zona não-saudável” foram superiores a 20%^{139,141,143,145,148,150}, com valores até próximos de 80% em moças portuguesas¹⁴⁵.

De maneira geral, é verificado elevada proporção de jovens que não atendem os critérios de saúde mediante resultados dos testes motores propostos pelo *FitnessGram*. Estudos que apresentaram dados relacionados à proporção de jovens que alcançaram os pontos-de-corte para a “zona saudável” no acumulado de todos os testes motores aplicados mostram um cenário ainda mais preocupante^{137,141,148,152}. Bai

et al.¹³⁷ demonstraram que apenas entre 4% e 13% dos rapazes e entre 3,4% e 12% das moças, dependendo da idade, atingiram os critérios para saúde nos seis testes físicos aplicados. Da mesma forma, no estudo realizado por Brusseau et al.¹⁴¹ não mais que 7% dos jovens investigados atingiram a “zona saudável” para os cinco testes motores aplicados e 6% não alcançaram este patamar para qualquer um desses testes motores.

Joshi et al.¹⁴⁸ observaram 14,2% dos adolescentes na “zona saudável” para o acumulado dos cinco testes motores e 9,9% não alcançaram este patamar em nenhum teste motor aplicado. Em amostra de jovens brasileiros, Guedes et al.¹⁵² demonstraram que 8% dos rapazes e 3% das moças alcançaram os critérios de saúde no acumulado dos cinco testes motores aplicados, enquanto a proporção dos que não alcançaram os critérios em nenhum teste motor foi de 2% e 4%, respectivamente, para rapazes e moças.

Em relação às idades, os estudos que analisaram a aptidão cardiorrespiratória demonstraram que a proporção de jovens que não se localizaram na “zona saudável” aumenta proporcionalmente ao avanço da idade^{137-140,142,145,150}. Para o índice de massa corporal, no entanto, um estudo mostrou proporção estável entre as idades¹³⁷, enquanto outro estudo apresentou aumento na proporção de jovens na “zona saudável” com a idade¹³⁹. Especificamente naqueles testes que envolvem componentes de aptidão músculo-esquelética, dois estudos mostraram proporção relativamente estável entre as idades^{137,139}, enquanto outros estudos demonstraram aumento na proporção de jovens que não alcançaram a “zona saudável” proporcionalmente a idade para flexibilidade¹⁴⁵ e força/resistência muscular dos membros superiores e força/flexibilidade do tronco em extensão¹⁵⁰.

Ao estabelecer comparações entre ambos os sexos, no caso do índice de massa corporal, um único estudo encontrou maior proporção de rapazes não classificados na “zona saudável”¹³⁹, enquanto a maioria dos estudos não encontrou diferenças importantes entre moças e rapazes^{137,141,147,148}. Em relação à aptidão cardiorrespiratória, a maioria dos estudos apresentou maior proporção de moças que não alcançaram a “zona saudável”^{137-140,144-146,151}; porém, três estudos não apontaram diferenças entre sexos^{141,148,150} e outros dois estudos encontraram maior proporção de comprometimento entre os rapazes^{147,149}. Para os componentes da aptidão músculo-esquelética, de maneira geral, a proporção de moças que não alcançaram a

“zona saudável” foi superior^{139,143,145,148,150}; apesar de que, alguns poucos estudos não observaram diferenças inter-sexo em testes motores específicos^{137,141,147}.

Desta maneira, tendo em vista a elevada proporção de jovens que não alcançam a “zona saudável” em testes motores voltados à aptidão física, a possível identificação de fatores associados a esta ocorrência torna-se primordial para que estratégias de intervenção possam ser propostas visando o aprimoramento da aptidão física em idade jovem, e conseqüente minimização de risco futuro para o desenvolvimento de disfunções crônico-degenerativas.

3.2.3 Fatores associados à aptidão física

Entre os fatores investigados visando identificar associações com critérios para saúde mediante resultados de testes motores relacionados à aptidão física em adolescentes destacam-se os indicadores comportamentais, como prática habitual de atividade física e sedentarismo, além de variáveis sociodemográficas, como estrato econômico familiar e local de moradia. Idade e sexo não deverão ser tratados neste item do referencial teórico, uma vez que foram abordados em seção anterior. Ainda, alguns componentes da aptidão física relacionada à saúde são capazes de influenciar outros. Neste caso, têm sido demonstradas associações entre estado ponderal (baixo peso corporal, eutrófico e excesso de peso corporal) e resultados de diferentes testes motores.

Em relação à prática habitual de atividade física, têm sido demonstradas associações entre prática insuficiente de atividade física de intensidade moderada-a-vigorosa (60 min/dia) e maior chance de não atender os critérios de saúde em diferentes componentes da aptidão física^{143,150,155-158,160}. Por outro lado, no que diz respeito ao comportamento sedentário, enquanto alguns estudos já realizados indicaram associação positiva entre maior tempo dedicado às atividades sedentárias e menor chance de atender os critérios para saúde^{151,157-159}, outros estudos não identificaram qualquer tipo de associação significativa^{143,156}.

Morrow et al.¹⁵⁵ analisaram amostra de adolescentes quanto ao índice de massa corporal e resultados de testes motores que envolvem a aptidão cardiorrespiratória, a força/resistência muscular e a flexibilidade. Não realizar atividade física de moderada-a-vigorosa intensidade ao menos 60 min/dia aumentou significativamente as chances de não atender os critérios de saúde em pelo menos dois testes motores de aptidão musculoesquelética (Odds Ratio = 1,62 [IC 95% 1,25-

2,10]), assim como o conjunto dos componentes de aptidão física (Odds Ratio = 1,88 [IC 95% 1,25-2,82]). Aqueles adolescentes que não realizam exercícios suficientes de fortalecimento muscular (< 3 seções/sem) apresentaram maior chance de se localizarem na “zona não-saudável” relacionada ao índice de massa corporal (Odds Ratio = 1,39 [IC 95% 1,14-1,70]), à aptidão cardiorrespiratória (Odds Ratio = 1,64 [IC 95% 1,34-2,03]), ao menos dois testes motores de aptidão musculoesquelética (Odds Ratio = 3,42 [IC 95% 2,75-4,25]) e ao conjunto dos testes motores equivalentes aos componentes de aptidão física relacionada à saúde (Odds Ratio = 3,31 [IC 95% 2,37-4,63]).

No estudo realizado por Bai et al.¹⁵⁶ constatou-se que adolescentes insuficientemente ativos podem apresentar quase duas vezes menos chances de não alcançarem os critérios de saúde relacionados à aptidão cardiorrespiratória, independente da influência do comportamento sedentário (tempo de tela > 2 horas/dia). Marques et al.¹⁴³, mediante técnica de acelerometria, também verificaram que a prática habitual de atividade física de adolescentes apresentam associação significativa (Odds Ratio = 1,36 [IC 95% 1,04-1,79]) com o conjunto dos componentes da aptidão física relacionada à saúde, independente do comportamento sedentário, que por sua vez não foi associado aos componentes da aptidão física.

Contudo, em outro estudo utilizando-se de idêntico delineamento metodológico; porém, envolvendo unicamente a aptidão cardiorrespiratória, foi demonstrado que, tanto o menor tempo dedicado as atividades sedentárias (Odds Ratio = 1,27 [IC 95% 1,01-1,61]), como mais elevada prática de atividade física de intensidade moderada-a-vigorosa (Odds Ratio = 1,81 [IC 95% 1,21-2,69]), foram associados de forma independente com maior chance de alcançar os critérios para saúde¹⁵⁷. Em estudo de coorte¹⁵⁸ (dois anos de seguimento) também envolvendo unicamente a aptidão cardiorrespiratória, constatou-se que adolescentes com tempo de tela > 2 horas/dia (Odds Ratio = 2,35 [IC 95% 1,41-4,00]), ou com prática de atividade física moderada-a-vigorosa ≤ 60 min/dia (Odds Ratio = 1,72 [IC 95% 1,02-2,92]) no início do estudo (*baseline*), apresentaram de forma independente maior chance de se localizarem na “zona não-saudável” no final do estudo (*follow-up*).

Tucker et al.¹⁵⁹ identificaram que adolescentes com tempo de tela ≤ 2 horas/dia aumentaram as chances de alcançar os critérios de saúde nos componentes de aptidão física: composição corporal (Odds Ratio = 1,71 [IC 95% 1,27-2,30]), aptidão cardiorrespiratória (Odds Ratio = 1,70 [IC 95% 1,30-2,34]), flexibilidade (Odds Ratio =

1,54 [IC 95% 1,20-2,00]) e força/resistência muscular (Odds Ratio = 1,87 [IC 95% 1,30-2,68]). Martinez-Gomez et al.¹⁵¹, mediante o uso da técnica de acelerometria, constataram que moças com tempo prolongado de comportamento sedentário (> 69% do tempo de vigília) apresentaram 68% mais chances de se enquadrarem na “zona não-saudável” de aptidão cardiorrespiratória, independente do nível de prática habitual de atividade física. Em outro estudo foi verificado que moças e rapazes suficientemente ativos apresentaram, respectivamente, 94% e 57% mais chance de se localizarem na “zona saudável” da aptidão cardiorrespiratória¹⁶⁰.

Em uma amostra de jovens brasileiros foi demonstrado que atender as recomendações internacionais de prática habitual de atividade física representou de 36% a 75% mais chances de se localizarem na “zona saudável” para os testes físicos de aptidão musculoesquelética, e quase 2,5 vezes mais chance para o caso da aptidão cardiorrespiratória. Ainda, aqueles jovens que moravam a uma distância maior que 10 Km da escola, ou que se deslocavam para a escola de bicicleta ou a pé, apresentaram respectivamente 33% e 56% mais chance de se localizarem na “zona saudável” de aptidão cardiorrespiratória. Outras variáveis que foram significativamente associadas com o alcance dos critérios de saúde: não consumo de comida na escola, não realizar trabalho remunerado, menor escolaridade dos pais e menor classe econômica¹⁵⁰.

A associação entre classe econômica e componentes da aptidão física relacionada à saúde vem sendo tratada principalmente em jovens norte-americanos. Neste caso, é observada na maioria dos estudos, que menor renda familiar diminui as chances dos jovens alcançarem a “zona saudável”. Bohr et al.¹⁶¹ identificaram que baixo nível econômico foi associado a menor chance de alcançar os critérios de saúde relacionados ao índice de massa corporal (Odds Ratio = 1,82 [IC 95% 1,18-2,80]), à aptidão cardiorrespiratória (Odds Ratio = 2,33 [IC 95% 1,47-3,68]), à flexibilidade (Odds Ratio = 2,20 [IC 95% 1,31-3,69]), à força/resistência abdominal (Odds Ratio = 2,96 [IC 95% 1,53-5,75]) e força/resistência de membros superiores (Odds Ratio = 1,65 [IC 95% 1,10-2,47]) nas moças, enquanto nos rapazes foi observada associação apenas para força/resistência abdominal (Odds Ratio = 2,55 [IC 95% 1,30-5,00]). Coe et al.¹⁶² identificaram que baixo nível econômico foi significativamente correlacionado com o não atendimento dos critérios de saúde em todos os componentes de aptidão física, enquanto no estudo de Welk et al.¹⁶³ a proporção dos jovens que alcançaram

os critérios de saúde para a aptidão cardiorrespiratória e o índice de massa corporal foi significativamente maior no grupo economicamente mais favorecido.

Welk et al.¹³⁹ também identificaram em adolescentes húngaros que a região de moradia apresenta associação significativa com a possibilidade de atingir “zona saudável” de aptidão física traduzida por alguns testes motores. Adolescentes residentes nas regiões menos desenvolvidas da Hungria, identificadas mediante as informações do produto interno bruto, apresentaram maior chance de não atingirem a “zona saudável” para os componentes de aptidão cardiorrespiratória e força/resistência muscular, quando comparados com seus pares residentes em regiões mais desenvolvidas.

Outros estudos têm procurado tratar diferenças relacionadas à aptidão física de adolescentes residentes em regiões urbana e rural; contudo, sem que seja observada uma tendência mais claramente definida. Castillo et al.¹⁶⁴ observaram que maior proporção de jovens quenianos residentes na região rural alcançaram os critérios de saúde relacionados à quantidade de gordura corporal e à aptidão cardiorrespiratória; no entanto, nos critérios de saúde relacionados ao índice de massa corporal, à força/resistência muscular e à flexibilidade, os jovens de ambas as regiões apresentaram proporções similares. No estudo de Bebcakova et al.¹⁶⁵ envolvendo moças adolescentes eslovacas foi identificado que residir na região urbana aumenta as chances de atingir a “zona saudável” de aptidão física relacionada à força/resistência muscular e à flexibilidade; enquanto Andrade et al.¹⁴⁶ tratando com adolescentes equatorianos não identificaram diferenças entre residentes em regiões urbana e rural na proporção de jovens que atingiram a “zona saudável” equivalente à aptidão cardiorrespiratória.

Estudos disponibilizados na literatura têm abordado também, a influência de indicadores da composição corporal nos demais componentes da aptidão física relacionada a saúde. Joshi et al.¹⁴⁸ encontraram indicações de que jovens eutróficos podem apresentar de duas a quatro vezes mais chances de alcançarem a “zona saudável” equivalentes à aptidão cardiorrespiratória e à força/resistência muscular que seus pares obesos. Contudo, não foi o caso dos critérios de saúde associados à aptidão física relacionada à flexibilidade.

Kim et al.¹⁶⁶ verificaram que, em ambos os sexos, não atingir a “zona saudável” de aptidão física relacionada à aptidão cardiorrespiratória e à força/resistência muscular representa maior propensão para o excesso de peso corporal. Porém, este

não foi o caso para os critérios de saúde equivalentes à aptidão física relacionada à flexibilidade. Tovar et al.¹⁶⁷ identificaram que, não se localizar na “zona saudável” equivalente a gordura corporal, representa por volta de quatro vezes mais chance de também não alcançar a “zona saudável” equivalente à aptidão cardiorrespiratória, e de duas a cinco vezes mais chance de não atender o critério de saúde em força/resistência muscular. Mais uma vez, observou-se que o excesso de peso corporal não apresenta influência significativa no alcance dos critérios de saúde referente à flexibilidade.

Mediante o uso da técnica de bioimpedância, Gualteros et al.¹⁶⁸ verificaram que maior quantidade de gordura corporal representa seis vezes menos chance de se alcançar a “zona saudável” para aptidão cardiorrespiratória, quatro vezes mais chance para excesso de peso corporal e 2,5 vezes mais chance de identificar excesso de gordura especificamente na região abdominal. Da mesma forma, Minatto et al.¹⁶⁹ constataram que não alcançar os critérios de saúde equivalente ao peso corporal representa duas vezes mais chance de também não alcançar os critérios de saúde equivalente à aptidão cardiorrespiratória.

Em síntese, percebe-se que diferentes fatores podem estar associados aos critérios de saúde relacionados à aptidão física monitorada por testes motores. Até o momento, os estudos sugerem que, alcançar níveis satisfatórios de prática habitual de atividade física e reduzir o tempo dispendido com atividades sedentárias, podem aumentar significativamente a probabilidade de se alcançar os critérios de saúde associados à aptidão física. Apesar de não haver consenso na área, a maior parte dos estudos aponta que nível econômico familiar elevado está associado a atender os critérios de saúde, assim como morar em região mais desenvolvida social e economicamente, enquanto para o local de moradia (urbana e rural) estudos mostram resultados divergentes. Ainda, não atender aos critérios de saúde vinculados à composição corporal tende a indicar maior chance de também não atender aos critérios de saúde para os demais componentes da aptidão física. Por fim, outros fatores que necessitam ser melhor tratados e que podem contribuir para que jovens atendam aos critérios de saúde mediante testes motores de aptidão física refere-se à alimentação no ambiente escolar, realizar trabalho remunerado e escolaridade dos pais ou responsáveis.

4 REFERÊNCIAS

1. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120(16):1640-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
2. Lam DW, LeRoith D. Metabolic Syndrome. In: De Groot LJ, Beck-Peccoz P, Chrousos G, Dungan K, Grossman A, Hershman JM, et al. (editors) *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2015. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278936/> [2016 jul 03].
3. Kaur J. A. Comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract*. 2014;2014:943162. doi: 10.1155/2014/943162.
4. IDF. International Diabetes Federation. Diabetes: facts and figures. Available from: <http://www.idf.org/about-diabetes/facts-figures> [2016 jul 04].
5. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics – 2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2016;133(4):447-54. doi: 10.1161/CIR.0000000000000366.
6. Poyrazoglu S, Bas F, Darendeliler F. Metabolic syndrome in young people. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2014;21(1):56-63. doi: 10.1097/01.med.0000436414.90240.2c.
7. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord*. 2014;12(4):202-9. doi: 10.1089/met.2013.0127.
8. Bermúdez-Cardona J, Velásquez-Rodríguez C. Profile of free fatty acids and fractions of phospholipids, cholesterol esters and triglycerides in serum of obese

- youth with and without metabolic syndrome. *Nutrients*. 2016;8(2):54. doi: 10.3390/nu8020054.
9. Laurson KR, Saint-Maurice PF, Karsai I, Csányi T. Cross-validation of FitnessGram health-related fitness standards in Hungarian youth. *Res Q Exerc Sport*. 2015;86(1):13-20. doi: 10.1080/02701367.2015.1042800.
 10. Rafraf M, Hasanabad SK, Jafarabadi MA. Vitamin D status and its relationship with metabolic syndrome risk factors among adolescent girls in Boukan, Iran. *Public Health Nutr*. 2014;17(4):803-9. doi: 10.1017/S1368980013003340.
 11. Fadzlina AA, Harun F, Nurul Haniza MY, Al Sadat N, Murray L, Cantwell MM, et al. Metabolic syndrome among 13 year old adolescents: prevalence and risk factors. *BMC Public Health*. 2014;14(3):S7. doi: 10.1186/1471-2458-14-S3-S7.
 12. Fam B, Amouzegar A, Arzhan S, Ghanbariyan A, Delshad M, Hosseinpanah F, et al. Association between physical activity and metabolic risk factors in adolescents: Tehran lipid and glucose study. *Int J Prev Med*. 2013;4(9):1011-7.
 13. Mehairi AE, Khouri AA, Naqbi MM, Muhairi SJ, Maskari FA, Nagelkerke N, et al. Metabolic syndrome among Emirati adolescents: a school-based study. *PLoS One*. 2013;8(2):e56159. doi: 10.1371/journal.pone.0056159.
 14. Múnera NE, Uscátegui RM, Parra BE, Manjarrés LM, Patiño F, Velásquez CM, et al. Factores de riesgo ambientales y componentes del síndrome metabólico en adolescentes con exceso de peso. *Biomedica*. 2012;32(1):77-91. doi: 10.1590/S0120-41572012000100010.
 15. You MA, Son YJ. Prevalence of metabolic syndrome and associated risk factors among Korean adolescents: analysis from the Korean national survey. *Asia Pac J Public Health*. 2012;24(3):464-71. doi: 10.1177/1010539511406105.
 16. Tavares LF, Fonseca SC, Garcia Rosa ML, Yokoo EM. Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public Health Nutr*. 2012;15(1):82-7. doi: 10.1017/S1368980011001571.
 17. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic

- syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2011;11:674. doi: 10.1186/1471-2458-11-674.
18. Mikołajczak J, Piotrowska E, Biernat J, Wyka J, Zechałko-Czajkowska A. Ocena czynników ryzyka zespołu metabolicznego u dziewcząt i chłopców z terenu południowo-zachodniej części Polski. *Rocz Panstw Zakł Hig.* 2011;62(1):83-92.
 19. Aboul Ella NA, Shehab DI, Ismail MA, Maksoud AA. Prevalence of metabolic syndrome and insulin resistance among Egyptian adolescents 10 to 18 years of age. *J Clin Lipidol.* 2010;4(3):185-95. doi: 10.1016/j.jacl.2010.03.007.
 20. Nguyen TH, Tang HK, Kelly P, Van Der PHP, Dibley MJ. Association between physical activity and metabolic syndrome: a cross sectional survey in adolescents in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMC Public Health.* 2010;10:141. doi: 10.1186/1471-2458-10-141.
 21. Budak N, Oztürk A, Mazicioglu M, Yazici C, Bayram F, Kurtoglu S. Decreased high-density lipoprotein cholesterol and insulin resistance were the most common criteria in 12- to 19-year-old adolescents. *Eur J Nutr.* 2010;49(4):219-25. doi: 10.1007/s00394-009-0066-2.
 22. Kang HT, Lee HR, Shim JY, Shin YH, Park BJ, Lee YJ. Association between screen time and metabolic syndrome in children and adolescents in Korea: the 2005 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010;89(1):72-8. doi: 10.1016/j.diabres.2010.02.016.
 23. Moreira C, Santos R, Vale S, Soares-Miranda L, Marques AI, Santos PC, et al. Metabolic syndrome and physical fitness in a sample of Azorean adolescents. *Metab Syndr Relat Disord.* 2010;8(5):443-9. doi: 10.1089/met.2010.0022.
 24. Ekelund U, Anderssen S, Andersen LB, Riddoch CJ, Sardinha LB, Luan J, et al. Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(1):90-6. doi: 10.3945/ajcn.2008.26649.
 25. 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. doi: 10.1186/1476-5918-7-5.

26. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf)*. 2008;30(2):153-60. doi: 10.1093/pubmed/fdn022.
27. Pan Y, Pratt CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2008;108(2):276-86. doi: 10.1016/j.jada.2007.10.049.
28. Janssen I, Cramp WC. Cardiorespiratory fitness is strongly related to the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Care*. 2007;30(8):2143-4. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-0734>.
29. Kim SJ, Lee J, Nam CM, Lee SY. Impact of obesity on metabolic syndrome among adolescents as compared with adults in Korea. *Yonsei Med J*. 2011;52(5):746-52. doi: 10.3349/ymj.2011.52.5.746.
30. Lafortuna CL, Adorni F, Agosti F, De Col A, Sievert K, Siegfried W, et al. Prevalence of the metabolic syndrome among extremely obese adolescents in Italy and Germany. *Diabetes Res Clin Pract*. 2010;88(1):14-21. doi: 10.1016/j.diabres.2010.01.008.
31. Laurson KR, Welk GJ, Marton O, Kaj M, Csányi T. Agreement and diagnostic performance of FITNESSGRAM®, International Obesity Task Force, and Hungarian National BMI Standards. *Res Q Exerc Sport*. 2015;86:S21-8. doi: 10.1080/02701367.2015.1042786.
32. de Moraes AC, Guerra PH, Menezes PR. The worldwide prevalence of insufficient physical activity in adolescents; a systematic review. *Nutr Hosp*. 2013;28(3):575-84. doi: 10.3305/nh.2013.28.3.6398.
33. Tanaka C, Reilly JJ, Huang WY. Longitudinal changes in objectively measured sedentary behaviour and their relationship with adiposity in children and adolescents: systematic review and evidence appraisal. *Obes Ver*. 2014;15(10):791-803. doi: 10.1111/obr.12195.
34. Ochola S, Masibo PK. Dietary intake of schoolchildren and adolescents in developing countries. *Ann Nutr Metab*. 2014;64(2):24-40. doi: 10.1159/000365125.

35. Güngör NK. Overweight and obesity in children and adolescents. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2014;6(3):129-43. doi: 10.4274/Jcrpe.1471.
36. Malina RM. Physical fitness of children and adolescents in the United States: status and secular change. *Med Sport Sci.* 2007;50:67-90. doi: 10.1159/000101076.
37. Benmohammed K, Valensi P, Benlatreche M, Nguyen MT, Benmohammed F, Pariès J, et al. Anthropometric markers for detection of the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Metab.* 2015; 41(2):138-44. doi: 10.1016/j.diabet.2014.07.001.
38. Nambiar S, Truby H, Davies PS, Baxter K. Use of the waist-height ratio to predict metabolic syndrome in obese children and adolescents. *J Paediatr Child Health* 2013;49(4):E281-7. doi: 10.1111/jpc.12147.
39. Welk GJ, Laurson KR, Eisenmann JC, Cureton KJ. Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med.* 2011;41:S111-116. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.007.
40. Jung C, Fischer N, Fritzenwanger M, Figulla HR. Anthropometric indices as predictors of the metabolic syndrome and its components in adolescents. *Pediatr Int.* 2010;52(3):402-9. doi: 10.1111/j.1442-200X.2009.02973.x.
41. Flouris AD, Bouziotas C, Christodoulos AD, Koutedakis Y. Longitudinal preventive-screening cutoffs for metabolic syndrome in adolescents. *Int J Obes (Lond).* 2008;32(10):1506-12. doi: 10.1038/ijo.2008.142.
42. Kelishadi R, Ardalan G, Gheiratmand R, Adeli K, Delavari A, Majdzadeh R, et al. Paediatric metabolic syndrome and associated anthropometric indices: the CASPIAN Study. *Acta Paediatr.* 2006;95(12):1625-34. doi: 10.1080/08035250600750072.
43. Kylin E. Studien ueber das Hypertonie-Hyperglyca "mie-Hyperurika" miesyndrom. *Zentralblatt fuer Innere Medizin.* 1923;44:105-27.
44. Vague J. Sexual differentiation. A factor affecting the forms of obesity. *Presse Medicale.* 1947;30:S39-40.
45. Avogaro P, Crepaldi G. Essential hyperlipidemia, obesity and diabetes. *Diabetologia.* 1965;1:137.

46. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988;37(12):1595-607. doi: 10.2337/diab.37.12.1595.
47. Kaplan NM. The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Arch Intern Med*. 1989;149(7):1514-20. doi: 10.1001/archinte.1989.00390070054005.
48. Haffner SM, Valdez RA, Hazuda HP, Mitchell BD, Morales PA, Stern MP. Prospective analysis of the insulin-resistance syndrome (syndrome X). *Diabetes* 1992;41(6):715-22. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/diab.41.6.715>.
49. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998;15(7):539-53. doi: 10.1002/(SICI)1096-9136(199807)15:7<539::AID-DIA668>3.0.CO;2-S
50. Balkau B, Charles MA. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR). *Diabet Med*. 1999;16(5):442-3. doi: 10.1046/j.1464-5491.1999.00059.x.
51. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults: Executive Summary of The 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). *JAMA*. 2001;285(19):2486-97. doi: 10.1001/jama.285.19.2486.
52. Einhorn D, Reaven GM, Cobin RH, Ford E, Ganda OP, Handelsman Y, et al. American College of Endocrinology position statement on the insulin resistance syndrome. *Endocr Pract*. 2003; 9(3):237-52. doi: <http://dx.doi.org/10.4158/EP.9.S2.5>.
53. International Diabetes Federation: The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Available from: <http://www.idf.org/metabolic-syndrome> [2016 jul 15].
54. Ford ES, Li C, Cook S, Choi HK. Serum concentrations of uric acid and the metabolic syndrome among US children and adolescents. *Circulation*. 2007;115(19):2526-32. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.657627.

55. de Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*. 2004, 110(16):2494-7. doi: 10.1161/01.CIR.0000145117.40114.C7.
56. 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;157(8):821-7. doi:10.1001/archpedi.157.8.821.
57. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x.
58. Scuteri A, Laurent S, Cucca F, Cockcroft J, Cunha PG, Mañas LR, et al. Metabolic syndrome across Europe: different clusters of risk factors. *Eur J Prev Cardiol*. 2015;22(4):486-91. doi: 10.1177/2047487314525529.
59. Devers MC, Campbell S, Simmons D. Influence of age on the prevalence and components of the metabolic syndrome and the association with cardiovascular disease. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2016, 25:e000195. doi: 10.1136/bmjdr-2016-000195.
60. Amirkalali B, Fakhrzadeh H, Sharifi F, Kelishadi R, Zamani F, Asayesh H, et al. Prevalence of metabolic syndrome and its components in the Iranian adult population: a systematic review and meta-analysis. *Iran Red Crescent Med J*. 2015;4(1):e24723. doi: 10.5812/ircmj.24723.
61. Li Z, Yang X, Yang J, Yang Z, Wang S, Sun F, et al. The cohort study on prediction of incidence of all-cause mortality by metabolic syndrome. *PLoS One*. 2016;11(5):e0154990. doi: 10.1371/journal.pone.0154990.
62. Márquez-Sandoval F, Macedo-Ojeda G, Viramontes-Hörner D, Fernández Ballart JD, Salas Salvadó J, Vizmanos B. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: a systematic review. *Public Health Nutr*. 2011;14(10):1702-13. doi: 10.1017/S1368980010003320.

63. de Carvalho Vidigal F, Bressan J, Babio N, Salas-Salvadó J. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. *BMC Public Health*. 2013;13:1198. doi: 10.1186/1471-2458-13-1198.
64. Aguilar M, Bhuket T, Torres S, Liu B, Wong RJ. Prevalence of the metabolic syndrome in the United States, 2003-2012. *JAMA*. 2015;313(19):1973-4. doi: 10.1001/jama.2015.4260.
65. Suh S, Lee MK. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases in Korea. *J Atheroscler Thromb*. 2014;21:S31-5. doi: http://doi.org/10.5551/jat.21_Sup.1-S31.
66. Li R, Li W, Lun Z, Zhang H, Sun Z, Kanu JS, et al. Prevalence of metabolic syndrome in mainland china: a meta-analysis of published studies. *BMC Public Health*. 2016;16:296. doi: 10.1186/s12889-016-2870-y.
67. Noshad S, Abbasi M, Etemad K, Meysamie A, Afarideh M, Khajeh E, et al. The prevalence of metabolic syndrome in Iran: a 2011 update. *J Diabetes*. 2016;5. doi: 10.1111/1753-0407.12438. [Epub ahead of print].
68. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart disease and stroke statistics--2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2015;131(4):e29-322. doi: 10.1161/CIR.000000000000152.
69. Ford ES, Li C. Defining the metabolic syndrome in children and adolescents: will the real definition please stand up? *J Pediatr*. 2008;152(2):160-4. doi: 10.1016/j.jpeds.2007.07.056.
70. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord*. 2013;11(2):71-80. doi: 10.1089/met.2012.0122.
71. Carlson JJ, Eisenmann JC, Norman GJ, Ortiz KA, Young PC. Dietary fiber and nutrient density are inversely associated with the metabolic syndrome in US adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2011;111(11):1688-95. doi: 10.1016/j.jada.2011.08.008.
72. Vergetaki A, Linardakis M, Papadaki A, Kafatos A. Presence of metabolic syndrome and cardiovascular risk factors in adolescents and University students

- in Crete (Greece), according to different levels of snack consumption. *Appetite*. 2011;57(1):278-85. doi: 10.1016/j.appet.2011.05.309.
73. Mar Bibiloni M, Martínez E, Llull R, Maffiotte E, Riesco M, Llompart I, et al. Metabolic syndrome in adolescents in the Balearic Islands, a Mediterranean region. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2011;21(6):446-54. doi: 10.1016/j.numecd.2009.11.008.
74. Jolliffe CJ, Janssen I. Development of age-specific adolescent metabolic syndrome criteria that are linked to the Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation criteria. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(8):891-8. doi: 10.1016/j.jacc.2006.08.065.
75. Sung V, Beebe DW, Vandyke R, Fenchel MC, Crimmins NA, Kirk S, et al. Does sleep duration predict metabolic risk in obese adolescents attending tertiary services? A cross-sectional study. *Sleep*. 2011;34(7):891-8. doi: 10.5665/SLEEP.1122.
76. Beydoun MA, Canas JA, Beydoun HA, Chen X, Shroff MR, Zonderman AB. Serum antioxidant concentrations and metabolic syndrome are associated among U.S. adolescents in recent national surveys. *J Nutr*. 2012;142(9):1693-704. doi: 10.3945/jn.112.160416.
77. Hong TK, Trang NH, Dibley MJ. Prevalence of metabolic syndrome and factor analysis of cardiovascular risk clustering among adolescents in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Anterior Med*. 2012;55(5):409-11. doi: 10.1016/j.ypped.2012.09.002.
78. Suarez-Ortegón MF, Ordoñez-Betancourth JE, Aguilar-de Plata C. Dietary zinc intake is inversely associated to metabolic syndrome in male but not in female urban adolescents. *Am J Hum Biol*. 2013;25(4):550-4. doi: 10.1002/ajhb.22408.
79. Hosseinpanah F, Asghari G, Barzin M, Ghareh S, Azizi F. Adolescence metabolic syndrome or adiposity and early adult metabolic syndrome. *J Pediatr*. 2013;163(6):1663-9.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.07.032.
80. Park SH, Park JH, Kang JW, Park HY, Park J, Shin KJ. Prevalence of the metabolic syndrome and abnormal lipid levels among Korean adolescents. *J Paediatr Child Health*. 2013;49(7):582-7. doi: 10.1111/jpc.12284.

81. Chan TF, Lin WT, Huang HL, Lee CY, Wu PW, Chiu YW, et al. Consumption of sugar-sweetened beverages is associated with components of the metabolic syndrome in adolescents. *Nutrients*. 2014;6(5):2088-103. doi: 10.3390/nu6052088.
82. Nicholl A, du Heaume M, Mori TA, Beilin LJ, Oddy WH, Bremner AP, et al. Higher breakfast glycaemic load is associated with increased metabolic syndrome risk, including lower HDL-cholesterol concentrations and increased TAG concentrations, in adolescent girls. *Br J Nutr*. 2014;112(12):1974-83. doi: 10.1017/S0007114514003092.
83. Lee JA, Park HS. Relation between sleep duration, overweight, and metabolic syndrome in Korean adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2014;24(1):65-71. doi: 10.1016/j.numecd.2013.06.004.
84. Weber DR, Levitt Katz LE, Zemel BS, Gallagher PR, Murphy KM, Dumser SM, et al. Anthropometric measures of abdominal adiposity for the identification of cardiometabolic risk factors in adolescents. *Diabetes Res Clin Pract*. 2014;103(3):e14-7. doi: 10.1016/j.diabres.2013.12.050.
85. Song S, Young Paik H, Song WO, Song Y. Metabolic syndrome risk factors are associated with white rice intake in Korean adolescent girls and boys. *Br J Nutr*. 2015;113(3):479-87. doi: 10.1017/S0007114514003845.
86. Mohammadi SG, Mirmiran P, Bahadoran Z, Mehrabi Y, Azizi F. The Association of Dairy Intake With Metabolic Syndrome and Its Components in Adolescents: Tehran Lipid and Glucose Study. *Int J Endocrinol Metab*. 2015;13(3):e25201. doi: 10.5812/ijem.25201v2.
87. Galera-Martínez R, García-García E, Vázquez-López MÁ, Ortiz-Pérez M, Ruiz-Sánchez AM, Martín-González M, et al. Prevalence of metabolic syndrome among adolescents in a city in the mediterranean area: comparison of two definitions. *Nutr Hosp*. 2015;32(2):627-33. doi: 10.3305/nh.2015.32.2.9278.
88. Vukovic R, Zdravkovic D, Mitrovic K, Milenkovic T, Todorovic S, Vukovic A, et al. Metabolic syndrome in obese children and adolescents in Serbia: prevalence and risk factors. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2015;28(7-8):903-9. doi: 10.1515/jpem-2014-0533.

89. MacPherson M, de Groh M, Loukine L, Prud'homme D, Dubois L. Prevalence of metabolic syndrome and its risk factors in Canadian children and adolescents: Canadian Health Measures Survey Cycle 1 (2007-2009) and Cycle 2 (2009-2011). *Health Promot Chronic Dis Prev Can.* 2016, 36(2):32-40.
90. Wang J, Zhu Y, Cai L, Jing J, Chen Y, Mai J, et al. Metabolic syndrome and its associated early-life factors in children and adolescents: a cross-sectional study in Guangzhou, China. *Public Health Nutr.* 2016;19(7):1147-54. doi: 10.1017/S1368980015002542.
91. Kuschnir MC, Bloch KV, Szklo M, Klein CH, Barufaldi LA, Abreu GA, et al. ERICA: prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica.* 2016;50:11s. doi: 10.1590/S01518-8787.2016050006701.
92. Poulsen P, Vaag A, Kyvik K, Beck-Nielsen H. Genetic versus environmental aetiology of the metabolic syndrome among male and female twins. *Diabetologia.* 2001;44(5):537-43. doi: 10.1007/s001250051659.
93. Ekblom Ö, Ekblom-Bak E, Rosengren A, Hallsten M, Bergström G, Börjesson M. Cardiorespiratory fitness, sedentary behaviour and physical activity are independently associated with the metabolic syndrome, results from the SCAPIS Pilot Study. *PLoS One.* 2015;10(6):e0131586. doi: 10.1371/journal.pone.0131586.
94. He D, Xi B, Xue J, Huai P, Zhang M, Li J. Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine.* 2014;46(2):231-40. doi: 10.1007/s12020-013-0110-0.
95. Edwardson CL, Gorely T, Davies MJ, Gray LJ, Khunti K, Wilmot EG, et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS One.* 2012;7(4):e34916. doi: 10.1371/journal.pone.0034916.
96. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA.* 2009;301(19):2024-35. doi: 10.1001/jama.2009.681.
97. Adams-Campbell LL, Dash C, Kim BH, Hicks J, Makambi K, Hagberg J. Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Postmenopausal African-

- American Women. *Int J Sports Med.* 2016;37(4):261-6. doi: 10.1055/s-0035-1569284.
98. Hong S, Lee J, Park J, Lee M, Kim JY, Kim KC, et al. Association between cardiorespiratory fitness and the prevalence of metabolic syndrome among Korean adults: a cross sectional study. *BMC Public Health.* 2014;14:481. doi: 10.1186/1471-2458-14-481.
99. dos Santos FK, Gomes TN, Damasceno A, Prista A, Eisenmann J, Maia JÁ. Physical activity, fitness and the metabolic syndrome in rural youths from Mozambique. *Ann Hum Biol.* 2013;40(1):15-22. doi: 10.3109/03014460.2012.720708.
100. Kim J, Lee N, Jung SH, Kim EJ, Cho HC. Independent and joint associations of cardiorespiratory fitness and muscle fitness with metabolic syndrome in Korean men. *Metab Syndr Relat Disord.* 2011;9(4):273-9. doi: 10.1089/met.2010.0138.
101. Mišigoj-Duraković M, Sorić M, Matika D, Jukić I, Duraković Z. Which is more important for reducing the odds of metabolic syndrome in men: Cardiorespiratory or muscular fitness? *Obesity (Silver Spring).* 2016;24(1):238-44. doi: 10.1002/oby.21264.
102. Ervin RB. Prevalence of metabolic syndrome among adults 20 years of age and over, by sex, age, race and ethnicity, and body mass index: United States, 2003-2006. *Natl Health Stat Report.* 2009;5(13):1-7.
103. Bahadoran Z, Mirmiran P, Azizi F. Fast food pattern and cardiometabolic disorders: a review of current studies. *Health Promot Perspect.* 2016;5(4):231-40. doi: 10.15171/hpp.2015.028.
104. Kouki R, Schwab U, Hassinen M, Komulainen P, Heikkilä H, Lakka TA, et al. Food consumption, nutrient intake and the risk of having metabolic syndrome: the DR's EXTRA Study. *Eur J Clin Nutr.* 2011;65(3):368-77. doi: 10.1038/ejcn.2010.262.
105. Oliveira RG, Guedes DP. Physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in adolescents: systematic review and meta-analysis of observational evidence. *PLoS One.* 2016;11(12):e0168503. doi: 10.1371/journal.pone.0168503.

106. O'Sullivan TA, Lyons-Wall P, Bremner AP, Ambrosini GL, Huang RC, Beilin LJ, et al. Dietary glycaemic carbohydrate in relation to the metabolic syndrome in adolescents: comparison of different metabolic syndrome definitions. *Diabet Med.* 2010;27(7):770-8. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.03021.x.
107. Parker ED, Widome R, Nettleton JA, Pereira MA. Food security and metabolic syndrome in U.S. adults and adolescents: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Ann Epidemiol.* 2010;20(5):364-70. doi: 10.1016/j.annepidem.2010.02.009.
108. Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Development of youth percent body fat standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med.* 2011;41:S93-9. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.003.
109. Sénéchal M, McGavock JM, Church TS, Lee DC, Earnest CP, Sui X, et al. Cut points of muscle strength associated with metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(8):1475-81. doi: 10.1249/MSS.0000000000000266.
110. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
111. Park RJ. Office of Disease Prevention and Health Promotion Monograph Series. Washington, DC: HHS, Public Health Service; 1989.
112. Kraus H, Hirschland RP. Muscular fitness and health. *J Phys Educ Rec.* 1953;24(10):17-9.
113. Kraus H, Hirschland RP. Minimum muscular fitness tests in school children. *Res Q.* 1954;25:178-88.
114. AAHPER. American Association for Health, Physical Education, and Recreation. AAHPER youth fitness test manual. Washington, DC: AAHPER; 1958.
115. Meredith M D, Welk GJ. Fitnessgram/Activitygram: test administration manual. 4th ed. Dallas, Texas: The Cooper Institute; 2013.
116. Franks BD. YMCA youth fitness test manual. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1989.

117. CAHPER (Canadian Association for Health, Physical Education, and Recreation) The CAHPER fitness-performance test manual: For boys and girls 7 to 17 years of age. Ottawa: CAHPER; 1966.
118. Council of Europe Committee for the Development of Sport. Eurofit: Handbook for the EUROFIT Tests of Physical Fitness. Rome, Italy: Edigraf editoriale gráfica; 1988.
119. Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med.* 2011;45(6):518-24. doi: 10.1136/bjsm.2010.075341.
120. Ngee Ann Polytechnic. National Physical Fitness Assessment (NAPFA) test; 2002. Available from: <http://www.np.edu.sg/sdar/napfa/Pages/default.aspx> [2016 jul 18].
121. Chiang J, Wu HC, Shih DS. The 1997 nation-wide children and youth fitness study. Taipei, Taiwan: Ministry of Education; 1998.
122. Shingo N, Takeo M. The educational experiments of school health promotion for the youth in Japan: analysis of the 'sport test' over the past 34 years. *Health Promot Int.* 2002;17(2):147-60. doi: 10.1093/heapro/17.2.147.
123. ACHPER (Australian Council for Health, Physical Education and Recreation) Australian fitness education award. User's manual and curriculum ideas. Adelaide, Australia: ACHPER; 1996.
124. Pilicz S, Przeweda R, Dobosz J, Nowacka-Dobosz S. Physical fitness score tables of Polish youth. Warsaw, Poland: Akademia Wychowania Fizycznego; 2005.
125. PROESP-BR (Projeto Esporte Brasil). Bateria de testes; 2015. Available from: <https://www.ufrgs.br/proesp/bateria-de-testes.php> [2016 jul 25].
126. Guedes DP, Guedes JERP. Manual prático para avaliação em Educação Física. Barueri: Manole; 2006.
127. Steele RM, Brage S, Corder K, Wareham NJ, Ekelund U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. *J Appl Physiol* (1985). 2008;105(1):342-51. doi: 10.1152/jappphysiol.00072.2008.

128. Cizek GJ. Setting performance standards: Concepts, methods, and perspectives. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2001.
129. Committee on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth; Food and Nutrition Board; Institute of Medicine. Fitness measures and health outcomes in youth. Pate R, Oria M, Pillsbury L. (Ed.). Washington (DC): National Academies Press; 2012. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK241315/> [2016 jul 30].
130. Zhu W, Mahar MT, Welk GJ, Going SB, Cureton KJ. Approaches for development of criterion-referenced standards in health-related youth fitness tests. *Am J Prev Med.* 2011;41:S68-76. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.001.
131. Plowman AS, Meredith MD (Ed.). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. 4th ed. Dallas, Texas: The Cooper Institute; 2013.
132. Lemos AT. Associação entre a ocorrência de dor e de alteração postural da coluna lombar e os níveis de aptidão física relacionada à saúde em adolescentes de 10 a 16 anos de idade. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2007.
133. Lorenzi TDC. Testes de corrida/caminhada de 6 e 9 minutos: validação e determinantes metabólicos em adolescentes. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
134. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, Ruiz JR. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2010;44(13):934-43. doi: 10.1136/bjism.2009.058321.
135. Holm I, Fredriksen P, Fosdahl M, Vøllestad N. A normative sample of isotonic and isokinetic muscle strength measurements in children 7 to 12 years of age. *Acta Paediatr.* 2008;97(5):602-7. doi: 10.1111/j.1651-2227.2008.00709.x.
136. Milliken LA, Faigenbaum AD, Loud RL, Westcott WL. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1339-46. doi: 10.1519/JSC.0b013e31817393b1.

137. Bai Y, Saint-Maurice PF, Welk GJ, Allums-Featherston K, Candelaria N, Anderson K. Prevalence of youth fitness in the United States: baseline results from the NFL Play 60 Fitnessgram Partnership Project. *J Pediatr.* 2015;167(3):662-8. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.05.035.
138. Tomkinson GR, Lang JJ, Tremblay MS, Dale M, LeBlanc AG, Belanger K, et al. International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *Br J Sports Med.* 2016. pii: bjsports-2016-095987. doi: 10.1136/bjsports-2016-095987.
139. Welk GJ, Saint-Maurice PF, Csányi T. Health-related physical fitness in hungarian youth: age, sex, and regional profiles. *Res Q Exerc Sport.* 2015;86(Suppl.1):S45-57. doi: 10.1080/02701367.2015.1043231.
140. Ramírez-Vélez R, Palacios-López A, Humberto Prieto-Benavides D, Enrique Correa-Bautista J, Izquierdo M, Alonso-Martínez A, et al. Normative reference values for the 20 m shuttle-run test in a population-based sample of school-aged youth in Bogota, Colombia: the FUPRECOL study. *Am J Hum Biol.* 2016. doi: 10.1002/ajhb.22902.
141. Brusseau TA, Finkelstein T, Kulinna PH, Pangrazi C. Health-related fitness of American Indian youth. *Res Q Exerc Sport.* 2014 Jun;85(2):257-61. doi: 10.1080/02701367.2014.893050.
142. Clark BR, White ML, Royer NK, Burlis TL, DuPont NC, Wallendorf M, et al. Obesity and aerobic fitness among urban public school students in elementary, middle, and high school. *PLoS One.* 2015;10(9):e0138175. doi: 10.1371/journal.pone.0138175.
143. Marques A, Santos R, Ekelund U, Sardinha LB. Association between physical activity, sedentary time, and healthy fitness in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(3):575-80. doi: 10.1249/MSS.0000000000000426.
144. Gulías-González R, Sánchez-López M, Olivas-Bravo Á, Solera-Martínez M, Martínez-Vizcaíno V. Physical fitness in Spanish schoolchildren aged 6-12 years: reference values of the battery EUROFIT and associated cardiovascular risk. *J Sch Health.* 2014;84(10):625-35. doi: 10.1111/josh.12192.

145. Santos R, Mota J, Santos DA, Silva AM, Baptista F, Sardinha LB. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years. *J Sports Sci.* 2014;32(16):1510-8. doi: 10.1080/02640414.2014.906046.
146. Andrade S, Ochoa-Avilés A, Lachat C, Escobar P, Verstraeten R, Van Camp J, et al. Physical fitness among urban and rural Ecuadorian adolescents and its association with blood lipids: a cross sectional study. *BMC Pediatr.* 2014;14:106. doi: 10.1186/1471-2431-14-106.
147. Bass RW, Brown DD, Laurson KR, Coleman MM. Physical fitness and academic performance in middle school students. *Acta Paediatr.* 2013;102(8):832-7. doi: 10.1111/apa.12278.
148. Joshi P, Bryan C, Howat H. Relationship of body mass index and fitness levels among schoolchildren. *J Strength Cond Res.* 2012;26(4):1006-14. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822dd3ac.
149. Maher MS, Voss C, Ogunleye AA, Micklewright D, Sandercock GR. Recreational cycling and cardiorespiratory fitness in English youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(3):474-80. doi: 10.1249/MSS.0b013e318235158a.
150. Guedes DP, Miranda Neto J, Lopes VP, Silva AJ. Health-related physical fitness is associated with selected sociodemographic and behavioral factors in Brazilian school children. *J Phys Act Health.* 2012;9(4):473-80.
151. Martinez-Gomez D, Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Veiga OL, Widhalm K, et al. Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents: the HELENA study. *Arch Dis Child.* 2011;96(3):240-6. doi: 10.1136/adc.2010.187161.
152. Guedes DP, Miranda Neto JT, Germano JM, Lopes V, Silva AJRM. Health-related physical fitness of schoolchildren: the Fitnessgram program. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(2):72-6. doi: 10.1590/S1517-86922012000200001.
153. Zhang G, Wu L, Zhou L, Lu W, Mao C. Television watching and risk of childhood obesity: a meta-analysis. *Eur J Public Health.* 2016;26(1):13-8. doi: 10.1093/eurpub/ckv213.
154. Mytton OT, Nnoaham K, Eyles H, Scarborough P, Ni Mhurchu C. Systematic review and meta-analysis of the effect of increased vegetable and fruit

- consumption on body weight and energy intake. *BMC Public Health*. 2014;14:886. doi: 10.1186/1471-2458-14-886.
155. Morrow JR, Tucker JS, Jackson AW, Martin SB, Greenleaf CA, Petrie TA. Meeting physical activity guidelines and health-related fitness in youth. *Am J Prev Med*. 2013;44(5):439-44. doi: 10.1016/j.amepre.2013.01.008.
156. Bai Y, Chen S, Laurson KR, Kim Y, Saint-Maurice PF, Welk GJ. The associations of youth physical activity and screen time with fatness and fitness: the 2012 NHANES National Youth Fitness Survey. *PLoS One*. 2016;11(1):e0148038. doi: 10.1371/journal.pone.0148038.
157. Santos R, Mota J, Okely AD, Pratt M, Moreira C, Coelho-e-Silva MJ, et al. The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *Br J Sports Med*. 2014;48(20):1508-12. doi: 10.1136/bjsports-2012-091610.
158. Aggio D, Ogunleye AA, Voss C, Sandercock GR. Temporal relationships between screen-time and physical activity with cardiorespiratory fitness in English schoolchildren: a 2-year longitudinal study. *Prev Med*. 2012;55(1):37-9. doi: 10.1016/j.yjpm.2012.04.012.
159. Tucker JS, Martin S, Jackson AW, Morrow JR, Greenleaf CA, Petrie TA. Relations between sedentary behavior and FITNESSGRAM healthy fitness zone achievement and physical activity. *J Phys Act Health*. 2014;11(5):1006-11. doi: 10.1123/jpah.2011-0431.
160. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, Casajús JA, Veiga OL, Widhalm K, et al. Recommended levels and intensities of physical activity to avoid low-cardiorespiratory fitness in European adolescents: The HELENA study. *Am J Hum Biol*. 2010;22(6):750-6. doi: 10.1002/ajhb.21076.
161. Bohr AD, Brown DD, Laurson KR, Smith PJ, Bass RW. Relationship between socioeconomic status and physical fitness in junior high school students. *J Sch Health*. 2013;83(8):542-7. doi: 10.1111/josh.12063.
162. Coe DP, Peterson T, Blair C, Schutten MC, Peddie H. Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school-aged youth. *J Sch Health*. 2013;83(7):500-7. doi: 10.1111/josh.12058.

163. Welk GJ, Meredith MD, Ihmels M, Seeger C. Distribution of health-related physical fitness in Texas youth: a demographic and geographic analysis. *Res Q Exerc Sport*. 2010;81(3 Suppl):S6-15. doi: 10.1080/02701367.2010.10599689.
164. Castillo ER, Sang MK, Sigei TK, Dingwall HL, Okutoyi P, Ojiambo R, et al. Physical fitness differences between rural and urban children from western Kenya. *Am J Hum Biol*. 2016;28(4):514-23. doi: 10.1002/ajhb.22822.
165. Bebcakova V, Vadasova B, Kacur P, Junger J, Borzikova I, Zvonar M, et al. Distribution of health-related physical fitness in Slovak population. *Springerplus*. 2015;4:691. doi: 10.1186/s40064-015-1479-4.
166. Kim J, Must A, Fitzmaurice GM, Gillman MW, Chomitz V, Kramer E, et al. Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren. *Obes Res*. 2005;13(7):1246-54. doi: 10.1038/oby.2005.148.
167. Tovar G, Poveda JG, Pinilla MI, Lobelo F. Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58(3):265-73.
168. Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Rodríguez-Valero FJ, Ramírez-Vélez R. A lower cardiorespiratory fitness is associated to an unhealthy status among children and adolescents from Bogotá, Colombia. *Endocrinol Nutr*. 2015;62(9):437-46. doi: 10.1016/j.endonu.2015.05.011.
169. Minatto G, Sousa TF, Carvalho WR, Ribeiro RR, Santos KD, Petroski EL. Association between cardiorespiratory fitness and body fat in girls. *Rev Paul Pediatr*. 2016;28. pii: S0103-0582. doi: 10.1016/j.rpped.2016.02.006.

5 PRODUÇÃO E SUBMISSÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS

5.1 ARTIGO 1 – ESTUDO DE REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE

Artigo publicado no periódico PloS One (ISSN: 1932-6203), v.11, n.12, p. e0168503, 2016. doi: 10.1371/journal.pone.0168503.

Fator de Impacto JCR de 2015: 3,057

Physical Activity, Sedentary Behavior, Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Adolescents: Systematic Review and Meta-analysis of Observational Evidence

Metabolic Syndrome in Adolescents and Associated Factors

Raphael Gonçalves de Oliveira^{1,2*}, Dartagnan Pinto Guedes^{1†}

1. Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, PR, Brazil

2. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Jacarezinho, PR, Brazil

*Corresponding author:

E-mail: rgoliveira@uenp.edu.br (RGO)

†These authors contributed equally to this work.

Abstract

Background: Metabolic syndrome (MetS) has been diagnosed in adolescents and among the associated factors are low levels of physical activity, sedentary behavior over long periods and low cardiorespiratory fitness. However, specifically in adolescents, studies present conflicting results. The aim of the present study was to conduct a systematic review and meta-analysis of observational studies, in order to map the association between physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and MetS in adolescents.

Methods: A search was performed in the databases PubMed, SPORTDiscus, LILACS and the Cochrane Library. For the meta-analysis, the odds ratio (OR) was calculated together with the respective confidence intervals (95% CI), in which the measures of effect were analyzed by dichotomous data (exposure variables) with MetS used as events.

Results: Eighteen studies were included in the meta-analysis. Primary analysis demonstrated that low levels of physical activity (OR = 1.35 [1.03 to 1.79]; $p = 0.03$) and low cardiorespiratory fitness (OR = 4.05 [2.09 to 7.87]; $p < 0.01$) were significantly associated with the development of MetS, while for sedentary behavior, represented by screen time > 2 hours/day, a significant association was not identified (OR = 1.20 [0.91 to 1.59]; $p = 0.20$). Subgroup analyses demonstrated that the association between low physical activity and MetS was dependent on the use of the accelerometry technique (OR = 2.93 [1.56 to 5.47]; $p < 0.01$). Screen time > 2 hours/day was significantly associated with MetS only on weekends (OR = 2.05 [1.13 to 3.73]; $p = 0.02$). With respect to cardiorespiratory fitness, a significant association with MetS was found independent of the maximal oxygen uptake (VO_{2max}) measurement method.

Conclusions: Low levels of physical activity, low indices of cardiorespiratory fitness and sedentary behavior, represented by screen time > 2 hours/day on weekends, were significantly associated with the development of MetS in adolescence.

Introduction

Metabolic syndrome (MetS) is defined by a set of factors, which, if altered, considerably increase the risk of developing cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus [1,2]. To identify carriers of MetS, at least three of the following must be present: elevated blood pressure, modified plasma lipids (elevated triglycerides and reduced high-density lipoprotein cholesterol), elevated fasting glucose and excess body fat (especially in the abdominal region) [1-4]. Currently, for the adult population, there is consensus on the risk factors that compose MetS and their respective cut-off points [3,4].

However, this is not the case in adolescents, for whom the diagnostic criteria varies considerably between the different proposals available, making difficult any comparison between studies [5,6]. Despite this limitation, due to the importance and need to track the presence of MetS and its associated factors as early as possible, several studies have been conducted involving the adolescent population [7-27].

Among the factors identified as possible determinants of MetS in adolescents, are insufficient practice of moderate-to-vigorous physical activity, sedentary behavior (e.g., sitting, watching TV and playing video games) and low cardiorespiratory fitness [28]. In adults, systematic reviews and meta-analysis of observational evidence have shown a strong association between low levels of physical activity [29], prolonged sedentary behavior [30] and a higher chance of developing MetS. However, in the case of adolescents, to our knowledge no study has sought to summarize the individual results using meta-analysis procedures.

Specifically in adolescents, some studies have found an inverse association between low levels of physical activity and higher risk of developing MetS [18,19,23,24], however, other studies have not identified any association [11,12,14,16,20,25]. Similarly, sedentary behavior over a long period has been mentioned in some studies as associated with higher chances of developing MetS [14,21,25], while other studies found no association [10,12]. A systematic review [31] indicated that there seems to be evidence that moderate-to-vigorous physical activity is associated with lower risks of adolescents developing MetS. Another systematic review study [32] found that high sedentary behavior, represented by screen time > 2 hours/day, is associated with an increased risk of MetS. However, neither systematic review [31,32] summarized the data using meta-analysis procedures.

On the other hand, in relation to cardiorespiratory fitness, individual studies involving adolescents [8,16,23,24,27] point to an inverse association with MetS, despite the real effect of the association remaining unclear. This variable is of major interest in view of its strong association with metabolic health [28]. Cardiorespiratory fitness tends not to present large measurement variations, while physical activity and sedentary behavior may demonstrate greater intra-subject variability, especially in youth [28].

Another issue is the fact that the majority of studies [7,9,10-15,17,18,20,21,23-26] utilize self reported measures to evaluate physical activity and sedentary behavior, through questionnaires and recall records. Self reported measures can compromise the validity of the collected data, a fact which is amplified in young people due to the difficulty teenagers have to accurately remember the intensity, duration and frequency of physical activity [33].

Thus, the objective of this systematic review and meta-analysis was to summarize the results of observational data presented in case-control, cross-sectional or prospective cohort studies that examined the association between physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and MetS in adolescents from 10-19 years old.

Materials and Methods

This study is characterized as a systematic review, accompanied by meta-analysis, according to the PRISMA protocol (S1 Table. PRISMA Checklist) [34,35] and registered in PROSPERO (CRD42016043113). The inclusion criteria were: a) observational studies (case-control, cross-sectional and prospective cohort); b) studies which identified MetS, taking into account criteria adapted for adolescents; c) studies that considered physical activity, sedentary behavior and cardiorespiratory fitness as an exposure variable and MetS as the outcome variable; and d) studies that included adolescents aged 10-19 years.

The exclusion criteria were: a) no observational study design; b) studies with duplicate information already included in other studies; c) studies that did not define MetS, or only considered the risk dimension based on a continuous score; c) MetS not associated with the variables of interest (physical activity, sedentary behavior and cardiorespiratory fitness); d) adult population (> 19 years) or children (<10 years); and e) studies including adolescents with a pathological condition, physical or mental disability.

Databases & search strategy

The search was conducted in the databases PubMed, SPORTDiscus, LILACS and the Cochrane Library without the use of a filter to limit date of publication or language. The final search took place on May 07, 2016. As the search strategy, the following keywords were selected: (“metabolic syndrome” OR “metabolic syndrome x” OR “syndrome x”) AND (“physical activity” OR “motor activity” OR “sedentary behavior” OR “sedentary activity” OR “sedentary lifestyle” OR “screen time” OR “physical fitness” OR “cardiorespiratory fitness” OR “exercise”

OR “sports”) AND (“adolescent” OR “youth” OR “teen” OR “teenager”). The search strategy was adapted for each database when necessary. A manual search taking into account the reference lists of included studies was used to supplement the database search.

Selection of studies

One reviewer (RGO) conducted the initial search strategy in the databases, extracting titles and abstracts. Subsequently, the selection of studies, analysis and data extraction were conducted independently by two authors (RGO and DPG), based on blindly reading the titles and abstracts. Potentially eligible articles were read in full. Subsequently, the disagreements were resolved by consensus between the two authors who used the same form for data extraction.

Data extraction

The following were extracted from each study: a) identification of the authors; b) year of publication; c) country of origin; d) sample size; e) gender and age of the subjects; f) study design (case-control, cross-sectional or prospective cohort); g) MetS identification criteria; h) prevalence of MetS; i) indicator used to measure physical activity, sedentary behavior and cardiorespiratory fitness; j) stratification criteria for physical activity, sedentary behavior and cardiorespiratory fitness; k) adjustment variables; and l) principle results.

Evaluation of the methodological quality of the studies

To evaluate the potential risk of bias and methodological quality of the studies, each study was critically analyzed blindly by the authors using an adapted version of the tool proposed by Downs and Black [36]. This tool is comparable to the Cochrane Collaboration tool for assessing risk of bias, and has often been used in systematic reviews and meta-analyses of observational studies [37-40]. As recommended, the items of the original check list directed to experimental studies and items that did not apply to this study were excluded. The version of the tool used consisted of 10 items wherein, in each item a score was assigned: 1 point (confirmed attribute) or 0 points (unconfirmed attribute). Thus, the studies included in the systematic review and meta-analysis were classified as high (10-9 points), moderate (8-6 points), low (5-4 points) or very low quality (< 4 points). Possible disagreements on the final score were resolved by consensus among the authors.

Definitions

Physical activity was defined as any bodily movement produced by skeletal muscles that resulted in energy expenditure above resting levels. Since physical activity is a complex behavior, it is typically divided into categories, which are mutually exclusive, such as light, moderate or vigorous intensity [41]. On the other hand, sedentary behavior was defined as activities involving low energy expenditure, equivalent to 1.0 to 1.5 metabolic equivalent units (METs), such as remaining seated or lying down, reading, watching TV, playing video games, or other forms of entertainment based on a screen [42]. Furthermore, cardiorespiratory fitness was defined as the ability of the respiratory and circulatory systems to supply fuel during prolonged activities and eliminate fatigue, translated by the maximal oxygen uptake ($VO_2\text{max}$) [41].

MetS was defined as a cluster of risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus, which included: a) high blood pressure; b) increased triglycerides; c) reduced high-density lipoprotein cholesterol (HDL-c); d) impaired fasting glucose; and e) abdominal obesity [3,4]. The factors were considered independently of the cut-off points established for each of them, which may vary between the different criteria proposed for adolescents [5,6]. To define MetS, different definitions were developed, principally from the criteria adopted by the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATPIII) [43], with cut-off points adapted to adolescents (eg.: Ford et al. [44], de Ferranti et al. [47], Cook et al. [46], Jolliffe and Janssen [47]), in which any three of the five factors were required to be present. Another definition, created by the International Diabetes Federation (IDF) [48], considers the mandatory presence of abdominal obesity and any other two factors.

Some studies [8,13,15,17,18,20,26] identify MetS using two or more criteria together, which is denominated harmonized criteria [29]. In the present review, MetS was not considered when its identification occurred through the presence of only two risk factors, or when it was considered through a continuous score (Z-score).

Synthesis of results

The descriptive results of the qualitative synthesis of the studies are presented in tables. For the meta-analysis, the measures of effects were analyzed by dichotomous data (low level of physical activity vs. moderate/high level of physical activity, low screen time vs. high screen time, low cardiorespiratory fitness vs. moderate/high cardiorespiratory fitness) and MetS taken as an event in each category. To verify that there is a greater chance for the development of MetS among the different classifications within the exposure variables, the Odds Ratio (OR)

was calculated with a confidence interval of 95% (CI 95%). The OR is 1 when there is no association, being significant only when the 95% CI does not pass the value of 1. The Cochrane Q test for heterogeneity was performed, assuming a statistical significance of $p \leq 0.10$. Heterogeneity was also quantified through the I^2 statistic, where $\leq 40\%$ does not indicate significant heterogeneity, 30-60% indicates moderate heterogeneity, 50-90% indicates high heterogeneity and $\geq 75\%$ indicates considerable heterogeneity [49]. When statistically significant heterogeneities were not identified, the fixed effects model was used; otherwise, we used the random effects models. Statistical significance equivalent to the values of the effect size of the association was considered as $p < 0.05$. Forest plots were generated for each test ordered by year of publication of the studies. To evaluate the risk of publication bias, a funnel plot was used when there were ≥ 10 studies in the same meta-analysis. All analyses were performed with the program Review Manager (RevMan) [Computer program], version 5.3, Copenhagen: The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration.

Data handling

For statistical calculation, all ORs were converted into their natural logarithms (log), accompanied by the respective standard error (SE). Thus, when necessary, it was possible to reverse the order of the categories for a given variable [50]. Whenever available the most adjusted OR (adjusted statistically for different covariates) was taken directly from the publications [14,17,18,20,23,25]. However, when OR scores were not available in the studies included in the systematic review [9,12,15,19,22], absolute data were taken for the total quantity of volunteers and MetS events in each meta-analysis comparison category. For missing data, the authors of the selected studies [8,10,11,13,16,21,23-27] were contacted on at least three occasions by one of the reviewers (RGO). There was a 64% response rate [8,10,13,16,23-25]. Laurson et al. [8], Fadzlina et al. [10], Múnera et al. [13], Stabelini Neto et al. [16] and McMurray et al. [24] provided the missing data. When the information was not available, estimates were used to obtain the missing data, converting the percentage values (total quantity of volunteers and MetS events in each meta-analysis comparison category) given in the original publication [21,26,27] to absolute values.

Thus, only one study selected in the systematic review [11] was not included in the meta-analysis of physical activity due to lack of data; and two others [23,25] had sufficient information for the meta-analysis on physical activity, but not for sedentary behavior, so could be included only in the first analysis (physical activity). One publication [22] provided the data on the total number of participants in each category of interest, however, the quantity of MetS events did not allow actual calculation of OR. Furthermore, one case-control study [7], was

not comparable to the others in the quantitative synthesis (meta-analysis), given its sample selection feature (intentionally included 32 obese young people with MetS). Thus, three studies [7,11,22] were not included in the meta-analysis and could only be considered in the qualitative synthesis.

Primary analysis

In the primary analysis all studies with available data were considered, regardless of methodological quality. For physical activity, studies [9,12,13,16,19,24,26] presenting data on moderate and high levels of practice separately, were brought together in a single group. In relation to the cut-off points for physical activity, the classifications used by each study were considered, which varied according to the measuring instrument used in their designs. For sedentary behavior, which was characterized in all studies by the screen time, a cut-off point ≤ 2 hours/day was adopted. This is because in three studies [10,13,14] screen time was considered low when ≤ 2 hours/day; in two other studies [12,15], < 2 hours/day; and in a single study [21] ≤ 16 hours/week (about 2 hours and 17min/day). For cardiorespiratory fitness, in studies [16,24,27] which presented moderate and high fitness data categories separately, these were brought together in a single group. Regarding the cut-off points, the classifications adopted by each study were considered, primarily distribution tertiles [16,24,27] or low vs. high fitness [8,23].

Analysis of sensitivity and subgroups

Subsequently, in order to verify whether studies with a greater risk of bias could be affecting the results of the meta-analysis, sensitivity analysis was performed, in which studies of low methodological quality were excluded. Several subgroup analyses were also performed, to identify other variables which could influence the results of the primary analysis. Regarding physical activity, the two forms of measurement (questionnaire and accelerometer) were considered separately. For sedentary behavior, the studies that measured the screen time for every day of the week and those that only considered the weekend were considered separately. In the case of cardiorespiratory fitness, the various measurement protocols were considered separately (field tests or laboratory tests, submaximal or maximal). Additional subgroup analyses were also performed involving: a) crude ORs; b) ORs adjusted for confounding variables; c) high prevalence of MetS ($> 6.7\%$ [prevalence above the median in relation to the studies included in the meta-analysis]); d) low prevalence of MetS ($\leq 6.7\%$ [prevalence at or below the median in relation to the studies included in the meta-analysis]); e) each diagnostic criteria for MetS.

Results

Qualitative synthesis of the studies

In the databases considered, 773 studies were located. In addition, the manual search enabled the addition of three more studies. After exclusion of duplicate studies in the databases, an initial total of 715 studies was considered. Subsequently, titles and abstracts were analyzed and 628 studies were excluded, leaving 87 studies for analysis of the text in full. After reading the full texts, 66 studies did not meet the eligibility criteria (a complete list of studies excluded at this stage is available in S2 Table). The grounds for exclusion were: study design (6 studies); MetS not linked with outcomes of interest (15 studies); did not consider MetS (20 studies); and age (25 studies). Thus, 21 studies [7-27] were included in the qualitative synthesis and of these, 18 [8-10,12-21,23-27] offered sufficient data for inclusion in the meta-analysis (Fig 1).

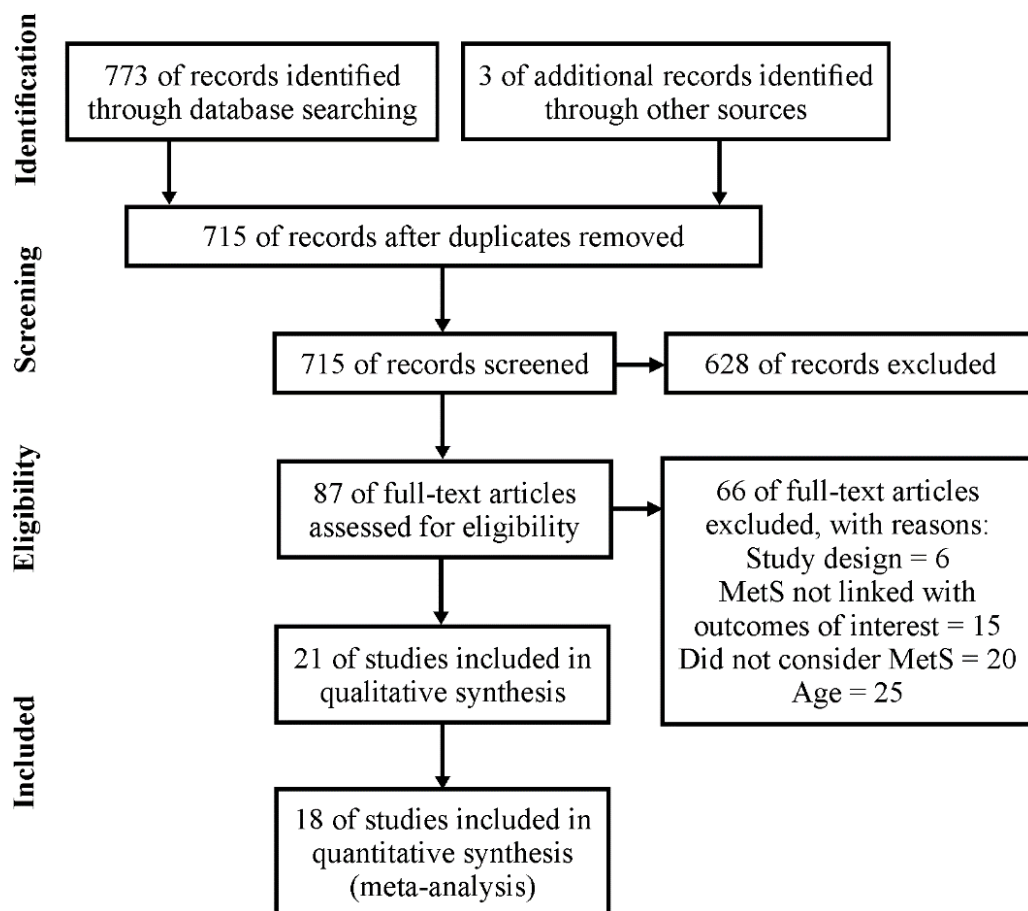


Fig 1. PRISMA flowchart presenting the summary of searches carried out in the literature.

Methodological quality of studies

Scores attributed to the methodological quality of the studies, located and selected for analysis by systematic review procedures, presented amplitude of variation between 4 and 10 points (Tables 1, 2 and 3), and a mean score equivalent to 7.8 ± 1.5 points. Taking into consideration all the studies included in the systematic review, 10 achieved scores ≥ 9 (high quality) [11,13-16,19,21-24], and nine studies scored 6-8 (moderate quality) [7-9,12,18,20,25-27]. Only two studies attained scores between 4-5 (low quality) [10,17]; and no study achieved a score ≤ 3 (very low quality). S3 Table details the scores assigned to each study.

Physical activity

The 17 observational studies included in the systematic review which associated outcomes involving physical activity and MetS (Table 1 [7,9-20,23-26]) were published between 2008 and 2016. Of these, seven studies were from Asia [9-12,14,19,20], four from South America [7,13,15,16], three from North America [24-26], two from Europe [17,23] and one from Africa [18]. The total number of participants was 18,097 adolescents (ranging from 96 [7] to 4,252 [18]). Only one study did not include teenagers of both sexes (only girls) [9], and another included only overweight and obese adolescents [13]. Only one case-control study was included [7] and one prospective cohort [24], all other studies had a cross-sectional design [9-20,23,25,26]. MetS was diagnosed primarily through harmonized criteria (six studies [13,15,17,18,20,26]). Four studies used the criteria of the IDF [10,12,19,23], while the remainder used different criteria adapted for adolescents, derived from the NCEP-ATPIII [7,9,11,14,16,24,25]. MetS prevalence ranged from 0.8% [23] to 13.8% [11] (except for the case-control study [7], in which a sample of 32 adolescents with MetS had been previously selected). Details on the occurrence of MetS events in different classifications of physical activity are presented in S4 Table. The main resource used to monitor physical activity was questionnaires [7,9-12-14,15-17,18,20,24-26]. Two studies used accelerometers [19,23].

Table 1. Studies associating physical activity with metabolic syndrome in adolescents.

Study, country	Sample (number, gender, age)	Design	MetS (criteria and prevalence)	Physical activity measure and classification criteria	Adjustments	Results ($p < 0.05$)	Qual 0-10
Bermúdez-Cardona [7] (2016), Colombia	N = 96, 54 (M), 42 (F), 10-18 yrs	CC	Ford [44], MetS = 32 (obese group with MetS)	Questionnaire (3 DPAR): METs (day); MVPA (blocks); VPA (blocks)	Not applicable	No difference between groups (obese with MetS, obese without MetS and normal weight without MetS)	8
Rafraf [9] (2014), Iran	N = 216, 216 (F), 14-17 yrs	CS	De Ferranti [45], MetS = 10.6%	Questionnaire (IPAQ): METs (< 3 = low; 3-6 = moderate; ≥ 6 = vigorous)	Not applicable	No difference between groups with and without MetS	8
Fadzlina [10] (2014), Malaysia	N = 1,014, 387 (M), 627 (F), 13 yrs	CS	IDF [48], MetS = 2.6%	Questionnaire: low or moderate/high	NR	No association	4
Fam [11] (2013), Iran	N = 777, 457 (M), 320 (F), 12-18 yrs	CS	Cook [46], MetS = 13.8%	Questionnaire (MAQ): METs (< 3 = low; 3-6 = moderate; ≥ 6 = vigorous)	Age, gender and maternal education	No association	9
Mehairi [12] (2013), Arab Emirates	N = 998, 515 (M), 483 (F), 12-18 yrs	CS	IDF [48], MetS = 13%	Questionnaire (IPAQ): METs (< 3 = low; 3-6 = moderate; ≥ 6 = vigorous)	No adjustment	No association	6
Múnera [13] (2012), Colombia	N = 225 (overweight or obese), 115 (M), 110 (F), 10-18 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 3.1%	Questionnaire (3 DPAR): METs (day); VPA (≥ 1 block of 30 min); VPA (≥ 2 blocks of 30 min)	Not applicable	No difference between groups (no components, with one, two, or three components of MetS)	9
You [14] (2012), Korea	N = 606, 331 (M), 275 (F), 12-18 yrs	CS	Cook [46], MetS = 13%	Questionnaire (12 months): Number of days of VPA in the week (≤ 3 or > 3)	NR	Higher prevalence of MetS among those with higher VPA. No association	9
Tavares [15] (2012), Brazil	N = 210, 100 (M), 110 (F), 12-19 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 6.7%	Questionnaire (15 days): active or underactive	Not applicable	No difference in the prevalence of MetS between PA levels	9
Stabelini Neto [16] (2011), Brazil	N = 456, 233 (M), 223 (F), 10-18 yrs	CS	Cook [46], MetS = 7.7%	Questionnaire (3 days): MVPA min/day (< 60 = inactive; ≥ 60 and < 90 = active; ≥ 90 = very active)	Age and gender	Greater prevalence of MetS according to the decrease in PA. No association	9
Mikołajczak [17] (2011), Poland	N = 778, 369 (M), 409 (F), 16-18 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 7.1%	Questionnaire: low or moderate/high	NR	No association	5
Aboul Ella [18] (2010), Egypt	N = 4,252, 1,807 (M), 2,445 (F), 10-18 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 7.4%	Questionnaire (7 days): active or inactive	NR	OR 1.9 [CI 95%, 1.5 to 2.47] for inactive and MetS	7
Nguyen [19] (2010), Vietnam	N = 495, NR (M), NR (F), 13-16 yrs	CS	IDF [48], MetS = 4.6%	Accelerometer (7 days): median MVPA (≥ 3 METs); min/day and quartiles	Age and economic situation	Median MVPA was lower in the group with MetS. OR 5.3 [CI95%, 1.5 to 19.1] for lower PA and MetS (1 st vs. 4 th quartile)	9
Budak [20] (2010), Turkey	N = 790, 349 (M), 441 (F), 12-19 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 10.8%	Questionnaire: low or moderate/high	No adjustment	No association	8

Ekelund [23] (2009), Denmark, Estonia and Portugal	N = 1,535, NR (M), NR (F), 10-15 yrs	CS	IDF [48], MetS = 0.8%	Accelerometer (4 days): total time of daily PA	Age, gender and nationality	No difference for PA between the groups with or without MetS. OR 0.4 [CI 95%, 0.18 to 0.88] for longer daily PA and lower chance of MetS	9
McMurray [24] (2008), USA	N = 389, 212 (M), 177 (F), 14-17 yrs (at follow-up)	PRO (7 yrs)	Jolliffe [47], MetS = 4.6% (at follow-up)	Questionnaire (YHS): PA (total) score and tertiles (low, moderate, high)	Gender, BMI, blood pressure and cholesterol	MetS group (14-17 yrs) presented lower PA (baseline and follow-up). OR 5.11 [CI 95%, 1.05 to 49.13] for low (vs. High) PA in childhood (7-10 yrs) and MetS in adolescence	9
Mark [25] (2008), USA	N = 1,803, 1,005 (M), 798 (F), 12-19 yrs	CS	Jolliffe [47], MetS = 5.9%	Questionnaire (30 days): MVPA min/day (0-14; 15-29; 30-44; ≥ 45)	Age, smoking and screen time	No association	8
Pan [26] (2008), USA	N = 3,457, NR (M), NR (F), 12-19 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 3.5%	Questionnaire (30 days): average MVPA in min/day (< 30th percentile = low; 30-60 = moderate; ≥ 60 = high)	Not applicable	No difference in the prevalence of MetS between PA levels	7

M: male; F: female; NR: not reported; CC: case-control study; CS: cross-sectional study; PRO: prospective study; IDF: International Diabetes Federation; MetS: Metabolic syndrome; PA: Physical activity; METs: Metabolic equivalent; MVPA: moderate-to-vigorous physical activity; VPA: vigorous physical activity; 3DPAR: 3-day Physical Activity Recall; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire; MAQ: modifiable activity questionnaire; YHS: Youth Health Survey; BMI: body mass index; OR: odds ratio; CI 95%: Confidence interval of 95%; *Harmonized criteria refers to the use in combination of two or more criteria.

Regarding the results reported in the selected studies comparing the level of physical activity among adolescent carriers and non-carriers of MetS, four studies found no differences [7,9,13,23]; and two identified less physical activity in the MetS carrier adolescent group [19,24]. In studies in which the prevalence of MetS was compared among adolescents classified into different levels of physical activity, two studies showed no significant differences [15,26], one study found a higher prevalence of MetS according to less physical activity [16] and another study, in contrast, showed a higher prevalence of MetS among adolescents with higher physical activity [14]. Regarding the association between physical activity and MetS, eight studies presented no statistically significant OR values [10-12,14,16,17,20,25]. Two studies indicated that adolescents with low levels of physical activity presented a two to five times increase in the chances of having MetS [18,19]; while another study found that high levels of physical activity offered a protective effect related to the appearance of MetS (OR = 0.4 [CI 95%, 0.18 to 0.88]) [23]. One prospective study found that low levels of physical activity in childhood increased by about five times the odds of the presence of MetS in adolescence [24]. In relation to the adjustments for confounding variables, two studies ignored this procedure [12,20]; and four studies demonstrated adjusted OR values, but did not report the variables selected in the adjustments [10,14,17,18]. The other studies performed adjustments for age and/or gender [11,16,19,23-25]. Only one study adjusted for body mass index [24] economic situation [19], sedentary behavior and smoking [25].

Sedentary behavior

For the nine studies that associated outcomes involving sedentary behavior and MetS (Table 2 [7,10,12-15,21,23,25]), the year of publication ranged from 2008 to 2016. Of these, four studies were from Asia [10,12,14,21], three from South America [7,13,15], one from Europe [23] and one from North America [25]. The total number of participants was equal to 8,680 (ranging from 96 [7] to 2,900 adolescents [23]). One study included only overweight and obese adolescents [13]. Only one case-control study was included [7] and no cohort studies. Other studies presented a cross-sectional design [10,12-15,21,23,25]. MetS was primarily diagnosed by IDF criteria (3 studies [10,12,23]). Two studies used harmonized criteria [13,15], while the remainder used different criteria adapted for adolescents, from the NCEP-ATPIII [7,14,21,25]. The prevalence of MetS ranged from 0.8% [23] to 13% [12,14] (except for the case-control study [7], in which a sample of 32 adolescents with MetS had been previously selected). Details on the occurrence of MetS events in different classifications of sedentary behavior are presented in S5 Table. Sedentary behavior was treated by screen time in all studies, primarily identified by questionnaire [10,12,14,15,21,23,25]. Two studies used recall [7,13]. Three studies investigated only TV time [7,13,23]; two studies TV time and recreational computer use [14,21]; and the remaining four studies reported any form of screen-based entertainment [10,12,15,25].

Table 2. Studies associating sedentary behavior with metabolic syndrome in adolescents.

Study, country	Sample (number, gender, age)	Design	MetS (criteria and prevalence)	Sedentary behavior measure and classification criteria	Adjustments	Results ($p < 0.05$)	Qual 0-10
Bermúdez-Cardona [7] (2016), Colombia	N = 96, 54 (M), 42 (F), 10-18 yrs	CC	Ford [44], MetS = 32 (obese group with MetS)	Recall (3 DPAR): screen hours/day (TV)	Not applicable	No difference between groups (obese with MetS, obese without MetS and normal weight without MetS)	8
Fadzlina [10] (2014), Malaysia	N = 1,014, 387 (M), 627 (F), 13 yrs	CS	IDF [48], MetS = 2.6%	Questionnaire (weekdays and weekend): Screen hours/day (≤ 2 or > 2)	NR	No association	4
Mehairi [12] (2013), Arab Emirates	N = 993, 509 (M), 484 (F), 12-18 yrs	CS	IDF [48], MetS = 13%	Questionnaire (7 days): Screen hours/day (< 2 or ≥ 2)	Age and type of school	No association	6
Múnera [13] (2012), Colombia	N = 225 (overweight or obese), 115 (M), 110 (F), 10-18 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 3.1%	Recall (3 DPAR): screen hours/day (TV)	Not applicable	No difference between groups (no components, with one, two, or three components of MetS)	9
You [14] (2012), Korea	N = 606, 331 (M), 275 (F), 12-18 yrs	CS	Cook [46], MetS = 13%	Questionnaire (one weekend): screen hours/day (TV or COM; ≤ 2 or > 2)	NR	Higher prevalence of MetS among those with longer TV, but not COM. OR 2.00 [CI 95%, 1.00 to 3.97] for greater TV time and MetS	9

Tavares [15] (2012), Brazil	N = 210, 100 (M), 110 (F), 12-19 yrs	CS	Harmonized criteria*; MetS = 6.7%	Questionnaire: Screen hours/day (< 2 or ≥ 2)	Not applicable	No difference in the prevalence of MetS between higher or lower screen time	9
Kang [21] (2010), Korea	N = 845, 449 (M), 396 (F), 10-18 yrs	CS	Ford [44], MetS = 7.3%	Questionnaire (7 days): Screen hours / week (TV and COM); total and quartiles (≤ 16; 17- 24; 25-34; ≥ 35)	Age, gender, economic status and area of residence	Higher prevalence of MetS according to higher screen time. Screen time higher in the group with MetS. OR 2.23 [CI 95%, 1.02 to 4.86] for more screen time (≥ 35 h vs. ≤ 16 h) and MetS	10
Ekelund [23] (2009), Denmark, Estonia and Portugal	N = 2,900, NR (M), NR (F), 10-15 yrs	CS	IDF [48], MetS = 0.8%	Questionnaire: Screen hours/day (TV)	Not applicable	Screen time higher in the group with MetS	9
Mark [25] (2008), USA	N = 1,803, 1,005 (M), 798 (F), 12-19 yrs	CS	Jolliffe [47], MetS = 5.9%	Questionnaire (30 days): Screen hours/day (≤ 1, 2, 3, 4, or ≥ 5)	Age, smoking and physical activity	Higher prevalence of MetS according to higher screen time. OR 2.90 [CI 95%, 1.39 to 6.02] for higher screen time (≥ 5 h vs. ≤ 1 h) and MetS	8

M: male; F: female; NR: not reported; CC: case-control study; CS: cross-sectional study; IDF: International Diabetes Federation; MetS: Metabolic syndrome; 3DPAR: 3-day Physical Activity Recall; COM: computer; OR: odds ratio; CI 95%: Confidence interval of 95%; *Harmonized criteria refers to the use in combination of two or more criteria.

Regarding the results reported in the literature, of the studies that identified differences in screen time among adolescent carriers and non-carriers of MetS, two showed no significant differences [7,13]; and two other studies found that screen time was higher in the group with MetS [21,23]. In studies that established comparisons between the prevalence of MetS and different screen times, one study identified no significant differences (< 2 hours/day vs. ≥ 2 hours/day) [15]; another study found a higher prevalence of MetS according to increased screen time, identified by distribution quartiles [21]; and a third study found a higher prevalence of MetS among adolescents who reported more TV time, however, this was not the case for recreational computer use (≤ 2 hours/day vs. > 2 hours/day) [14]. In another study, the prevalence of MetS increased with higher screen time (≤ 1, 2, 3, 4 ≥ 5 hours/day). Regarding the association between MetS and screen time, two studies found no statistical significance [10,12]. One study observed that higher TV time at weekends (> 2 hours/day) could double the chances of developing MetS [14]. Another study found that adolescents with screen time ≥ 35 hours/week tended to be twice as likely to develop MetS compared to their peers with screen time ≤ 16 hours/week [21]. Another study identified that screen time ≥ 5 hours/day increases the odds of developing MetS by about three times compared with screen time ≤ 1 hour/day [25]. Regarding adjustments for confounding factors, two studies demonstrated an adjusted OR, but did not report the variables selected for adjustment [10,13]. Other studies established adjustments mainly for age [12,21,25]. Only one study adjusted for smoking and physical activity [25], or gender, economic status and area of residence [21].

Cardiorespiratory fitness

The six studies that associated outcomes involving cardiorespiratory fitness and MetS (Table 3 [8,16,22-24,27]) were published between 2007 and 2015. Of these, three studies were from Europe [8,22,23], two were conducted in North America [24,27] and one in South America [16]. In total, they included 5,748 participants, ranging from 379 [8] to 2,446 adolescents [23]. No case-control studies were found in the literature and only one prospective cohort study [24]; the other studies had cross-sectional designs [8,16,22,23,27]. MetS was diagnosed in two studies by means of the criteria proposed by the IDF [22,23] and one study by harmonized criteria [8], the other three studies used criteria derived from the NCEP-ATPIII, adapted for teenagers [16,24,27]. The prevalence of MetS ranged from 0.8% [23] to 7.7% [16]. Details on the occurrence of MetS events in different classifications of cardiorespiratory fitness are presented in S6 Table. To establish estimates of cardiorespiratory fitness, two studies used similar field tests (20-meter shuttle run test and endurance run test – PACER) [16,22], while the other four studies made use of a treadmill or cycle ergometer through maximal [8,23] and submaximal load tests [24,27].

Table 3. Studies associating cardiorespiratory fitness with metabolic syndrome in adolescents.

Study, country	Sample (number, gender, age)	Design	MetS (criteria and prevalence)	Cardiorespiratory fitness measure and classification criteria	Adjustments	Results ($p < 0.05$)	Qual 0-10
Laurson [8] (2015), Hungary	N = 379, 213 (M), 166 (F), 12-18 yrs	CS	Harmonized criteria*, MetS = 6.7%	VO _{2Peak} (maximal treadmill test): FitnessGram classification ("Healthy Fitness Zone "; "Need to improve"; or "Needs Improvement/Risk Zone")	No adjustment	OR 3.9 [CI 95%, 1.6-9.1] for "Needs Improvement" and MetS or OR 4.7 [CI 95%, 2.0 to 11.0] for "Needs Improvement/Risk Zone" and MetS	6
Stabelini Neto [16] (2011), Brazil	N = 456, 233 (M), 223 (F), 10-18 yrs	CS	Cook [46], MetS = 7.7%	VO _{2Max} (20 meter shuttle run test): tertiles (low, moderate and high)	Age and gender	Greater prevalence of MetS according to the decrease in CRF. OR 3.0 [CI 95%, 1.13 to 7.94] for low CRF (vs. high) and MetS	9
Moreira [22] (2010), Portugal	N = 517, 220 (M), 297 (F), 15-18 yrs	CS	IDF [48], MetS = 5%	PACER (20 meters): FitnessGram classification ("below the healthy zone "; or "inside/above the healthy zone")	Not applicable	Higher prevalence of MetS for those below the healthy zone	9
Ekelund [23] (2009), Denmark, Estonia and Portugal	N = 2,446, NR (M), NR (F), 10-15 yrs	CS	IDF [48], MetS = 0.8%	Maximal cycle ergometer test: watts per fat-free mass, per minute	Age, gender and nationality	Group with MetS presented lower values of CRF. OR 0.43 [CI 95%, 0.24 to 0.80] for high CRF and lower chance of MetS	9
McMurray [24] (2008), USA	N = 389, 212 (M), 177 (F), 14-17 yrs (at follow-up)	PRO (7 yrs)	Jolliffe [47], MetS = 4.6% (at follow-up)	VO _{2Max} (submaximal test on cycle ergometer): absolute and/or tertile value (low, moderate or high)	Gender, BMI, blood pressure and cholesterol level	MetS group (14-17 yrs) presented lower CRF (baseline and follow-up). OR 6.09 [CI 95%, 1.18 to 60.29] for low (vs. high) and OR 5.58 [CI 95%, 1.15 to 53.75] (vs. moderate) CRF in childhood (7-10 yrs) and MetS in adolescence	9

Janssen [27] (2007), USA	N = 1,561, 829 (M), 732 (F) 12-19 yrs	CS	Jolliffe [47], MetS = 7.6%	VO _{2Max} (submaximal treadmill test): tertiles (low, moderate or high)	Age, gender, ethnicity, smoking, economic status, lipid and carbohydrate intake	OR 0.18 [CI 95%, 0.07 to 0.48] for moderate and OR 0.01 [CI 95%, 0.00 to 0.07] for high CRF (vs. low) and lower chance of MetS	7
--------------------------	---------------------------------------	----	----------------------------	--	---	--	---

M: male; F: female; NR: not reported; CS: cross-sectional study; PRO: prospective study; IDF: International Diabetes Federation; MetS: Metabolic syndrome; CRF: cardiorespiratory fitness; VO_{2Peak}: peak oxygen uptake; VO_{2Max}: maximum oxygen consumption; PACER: Progressive aerobic cardiovascular and endurance run; BMI: body mass index; OR: odds ratio; CI 95%: Confidence interval of 95%; *Harmonized criteria refers to the use in combination of two or more criteria.

Regarding the results reported in publications, the studies comparing scores equivalent to VO_{2max}, among adolescent carriers and non-carriers of MetS, identified lower cardiorespiratory fitness in adolescents with MetS [23,24]. Studies comparing the prevalence of MetS between different levels of cardiorespiratory fitness found higher prevalence, according to lower levels of cardiorespiratory fitness [16,22]. For measures of association between cardiorespiratory fitness and MetS, two studies demonstrated that higher cardiorespiratory fitness may offer a significant protective effect for MetS (OR = 0.43 [CI 95%, 0.18 to 0.88] and OR = 0.01 [CI 95%, 0.00 to 0.07]) [23,27]. Similarly, two other studies demonstrated that low cardiorespiratory fitness increased the risk of the onset and development of MetS by three to five times [8,16]. The one prospective cohort study pointed out that low cardiorespiratory fitness in childhood may increase by six times the chances of identifying MetS in adolescence [24]. Regarding adjustments for confounding variables, one study chose not to perform this procedure [8], while the remaining studies adjusted primarily for age and/or gender [16,23,24,27]. Furthermore, one study adjusted for body mass index [24] and another for ethnicity, smoking, economic status, and intake of lipids and carbohydrates [27].

Quantitative synthesis of studies (meta-analysis)

Primary analysis and sensitivity

In the primary analysis a significant association was identified between low levels of physical activity and a higher chance of developing MetS (OR = 1.35 [CI 95%, 1.03 to 1.79] p = 0.03, n = 17,224, studies = 15, I² = 62%; Fig 2). In relation to sedentary behavior, a significant association was not identified between screen time and MetS (OR = 1.20 [CI 95%, 0.91 to 1.59] p = 0.20, n = 3,881, studies = 6, I² = 37%; Fig 3), while low cardiorespiratory fitness was significantly associated with a higher chance of developing MetS (OR = 4.05 [CI 95%, 2.09 to 7.87] p < 0.0001, n = 5,231, studies = 5, I² = 78%; Fig 4).

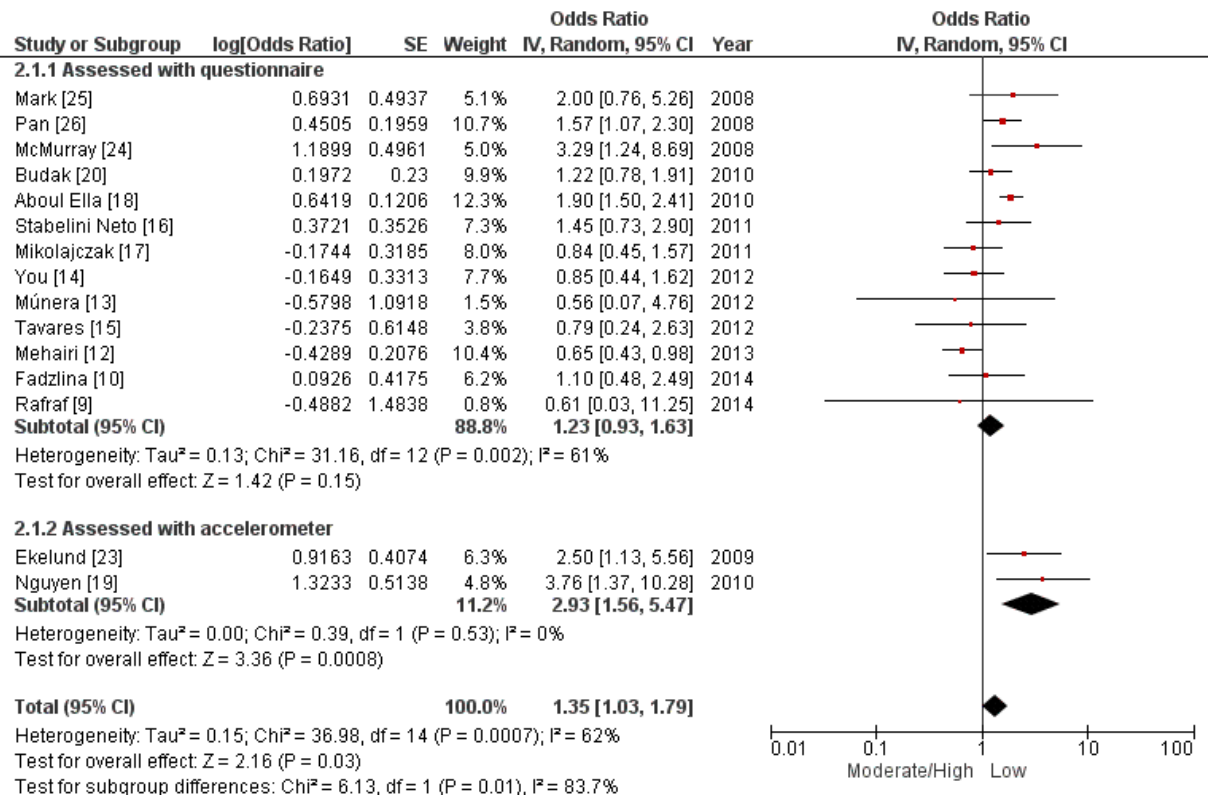


Fig 2. Forest plot of the primary and subgroup analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low level of physical activity.

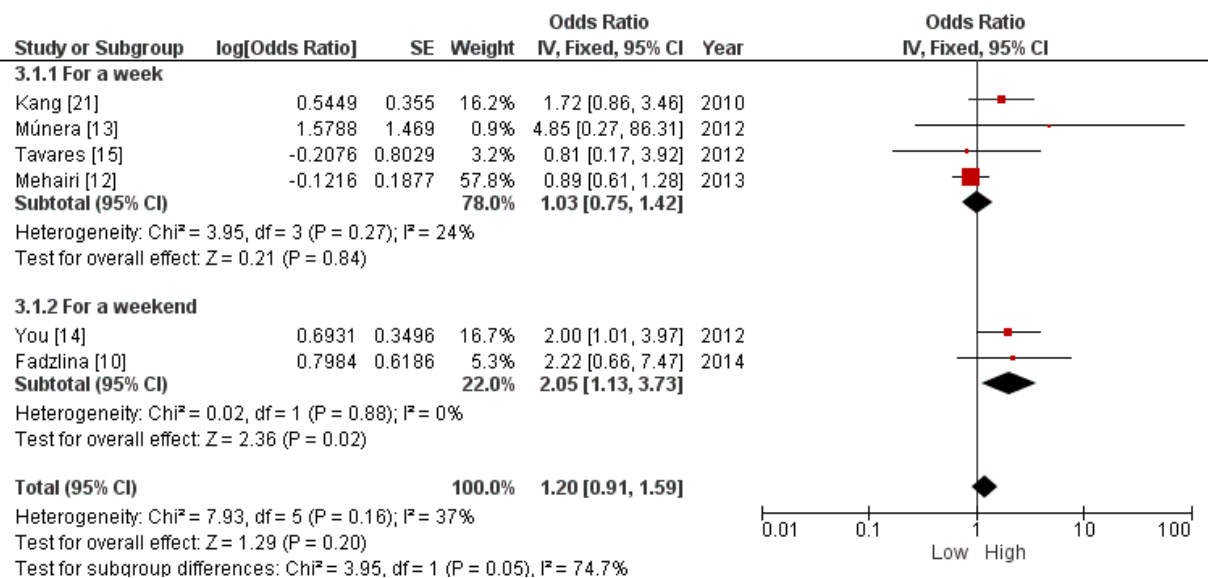


Fig 3. Forest plot of the primary and subgroup analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.

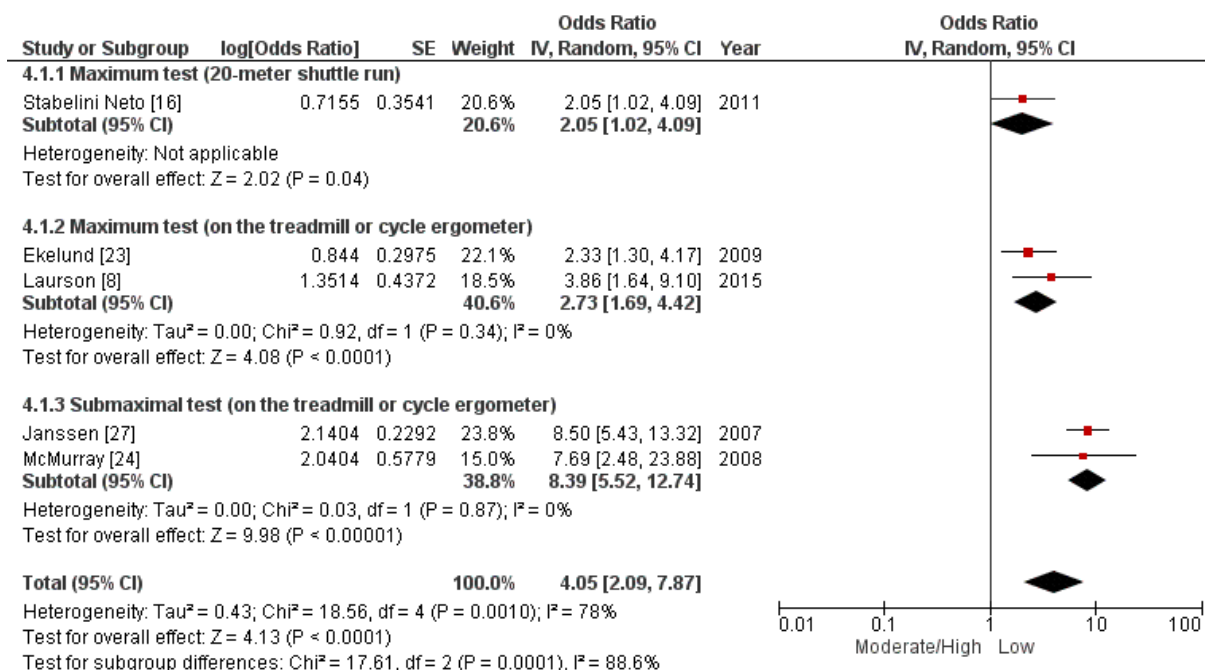


Fig 4. Forest plot of the primary and subgroup analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.

For the sensitivity analysis, studies were excluded that addressed the association between MetS and physical activity [10,17] or sedentary behavior [10], due to low methodological quality. In the case of cardiorespiratory fitness, even considering that no study was categorized as low methodological quality, one study was excluded [8] due to possible increased risk of bias, for presenting lower scores equivalent to methodological quality. However, results found in the primary analysis showed no alterations after exclusion of these studies (S1, S2 and S3 Figs).

Subgroup analyses

For physical activity, two subgroup analyses were performed (Fig 2), based on the different measuring instruments used in the studies. When considering the studies that used questionnaires (OR = 1.23 [CI 95%, 0.93 to 1.63] p = 0.15, n = 15,194, studies = 13, I² = 61%), no significant association was observed between physical activity and MetS. However, when measured through the use of accelerometers, a low level of physical activity was significantly associated with a higher chance of developing MetS (OR = 2.93 [CI 95%, 1.56 to 5.47] p = 0.0008, n = 2,030, studies = 2, I² = 0%).

Regarding sedentary behavior, two subgroup analyses were carried out (Fig 3). In the first, studies were considered that measured screen time all week. In this case, there was no significant association between screen

time and MetS (OR = 1.03 [CI 95%, 0.75 to 1.42] $p = 0.84$, $n = 2,261$, studies = 4, $I^2 = 24\%$). However, when taking into account screen time specifically at the weekend there was a significant association (OR = 2.05 [CI 95%, 1.13 to 3.73] $p = 0.02$, $n = 1,620$, studies = 2, $I^2 = 0\%$), between higher screen time and an increased chance of developing MetS.

For cardiorespiratory fitness, analyses were grouped into three types of tests to estimate $VO_2\max$ (Fig 4). When considering studies that used maximal field tests (20-meter shuttle run test) (OR = 2.05 [CI 95%, 1.02 to 4.09] $p = 0.04$, $n = 456$, studies = 1) and maximal (OR = 2.73 [CI 95%, 1.69 to 4.42] $p < 0.0001$, $n = 2,825$, studies = 2, $I^2 = 0\%$) or submaximal load tests (OR = 8.39 [CI 95%, 5.52 to 12.74] $p < 0.00001$, $n = 1,950$, studies = 2, $I^2 = 0\%$) on a treadmill or cycle ergometer, significant associations were observed between low cardiorespiratory fitness and a higher chance of developing MetS.

Additional analyses of subgroups were performed for: crude ORs (S4, S5 and S6 Figs) vs. Adjusted ORs (S7, S8 and S9 Figs), studies with a high prevalence of MetS vs. studies with a low prevalence (S10, S11 and S12 Figs), and according to the diagnostic criteria used (S13, S14, and S15 Figs). When crude OR data were selected (without adjustments for confounding variables), physical activity was not significantly associated with MetS, either through the use of a questionnaire or the accelerometry technique (S4 Fig). High sedentary behavior on the weekend was associated with the development of MetS (OR = 1.94 [CI 95%, 1.23 to 3.07] $p = 0.004$, $n = 1,620$, studies = 2, $I^2 = 0\%$), but not when considering the whole week (S5 Fig), while low cardiorespiratory fitness was significantly associated with the development of MetS independent of the technique used (S6 Fig).

When grouping studies with adjusted OR data, low physical activity was significantly associated with MetS only when using accelerometry (OR = 2.50 [CI 95%, 1.13 to 5.56] $p = 0.02$, $n = 2,446$, studies = 1), not when using a questionnaire (S7 Fig). For sedentary behavior no significant association was found (S8 Fig), while low cardiorespiratory fitness was significantly associated with MetS (OR = 2.33 [CI 95%, 1.30 to 4.17] $p = 0.005$, $n = 2,446$, studies = 1; S9 Fig).

When only studies that found a high MetS prevalence were grouped, no significant association was found with physical activity, however, for studies that found a low MetS prevalence, a significant association was observed between low physical activity level and a higher risk of MetS (OR = 1.78 [CI 95%, 1.27 to 2.50] $p = 0.0009$, $n = 9,128$, studies = 8, $I^2 = 22\%$, S10 Fig). For sedentary behavior, no significant association was found considering studies with a high or low prevalence of MetS (S11 Fig). On the other hand, low cardiorespiratory fitness was associated with a higher risk of MetS when considering studies with a high (OR = 4.28 [CI 95%, 1.06

to 17.27] $p = 0.04$, $n = 2,017$, studies = 2, $I^2 = 91\%$) or low prevalence of MetS (OR = 3.57 [CI 95%, 1.88 to 6.80] $p = 0.0001$, $n = 3,214$, studies = 3, $I^2 = 45\%$, S12 Fig).

For the subgroup analysis in which each MetS diagnostic criterion was verified separately, a low level of physical activity was associated with a greater risk of developing MetS through the Jolliffe and Janssen [47] diagnostic criteria (OR = 2.56 [CI 95%, 1.29 to 5.08] $p = 0.007$, $n = 2,192$, studies = 2, $I^2 = 0\%$), or when using harmonized criteria (OR = 1.36 [CI 95%, 1.01 to 1.84] $p = 0.04$, $n = 9,712$, studies = 6, $I^2 = 49\%$). For the remaining diagnostic criteria, there were no significant associations between physical activity and MetS (S13 Fig). Regarding sedentary behavior, no significant association was observed when the studies were grouped by diagnostic criteria (S14 Fig). However, low cardiorespiratory fitness was significantly associated with the development of MetS, independent of the diagnostic criteria used (S15 Fig).

Discussion

Agreements and disagreements with other studies

To our knowledge, to date, no meta-analysis involving adolescents has investigated the variables selected in this study. A previously performed systematic review suggested evidence that low levels of physical activity may be associated with an increased risk of the onset and development of MetS in adolescents [31]. Primary and sensitivity analysis performed in the present study confirmed the existence of a significant association between physical activity and MetS. From the qualitative analyses of the studies included in the systematic review, it was not possible to predict this finding, since only four [18,19,23,24] of the 12 selected studies that sought to identify an association between physical activity and MetS found significant results.

Among the selected studies, only two used the accelerometry technique to measure physical activity [19,23], which provides more reliable results [33]. Nguyen et al. [19] found that being located in the lowest quartile of physical activity increased the chances of developing MetS by more than five times, and Ekelund et al. [23] identified a lower risk (OR = 0.4 [CI 95%, 0.18 to 0.88]) for the development of MetS in adolescents with higher levels of physical activity. These findings available in individual studies were confirmed in the subgroup analysis performed in the present study, in which a significant association between MetS and physical activity was not identified when evaluated by self reported measures (questionnaire), however, in the analysis that considered the two studies in which physical activity was scaled using accelerometers, it was found that low levels of physical activity increase the odds of developing MetS by approximately three times.

In adolescents the use of self reported measures of physical activity can increase the possibility of error, since this population tends to present more difficulty remembering and reporting accurately the intensity, frequency and duration of activities [33]. Previous studies indicate that self reported measures tend to overestimate the actual level of physical activity [51]. In addition, some questionnaires have not been sufficiently validated against objective methods, creating doubts about their effective ability to properly evaluate the level of physical activity, especially among young people [33].

Thus, it is possible to assume that the effect size of the association measure of the primary analysis for physical activity was underestimated. In principle, it was found that low levels of physical activity increase the chances of developing MetS by 35%. However, the subgroup analysis with measurement of physical activity using accelerometers demonstrated about a three times higher chance of developing MetS, suggesting that this could be the actual size of the effect if other studies including more precise measurements of physical activity had been available. However, the low number of studies in this subgroup analysis restricted safer extrapolations. It should also be considered that a significant association between physical activity and MetS observed using the accelerometry technique was dependent on OR adjusted for confounding variables (age, gender, and nationality), since when only crude ORs were considered, no significant association was observed.

The subgroup analyses also showed that a low level of physical activity was significantly associated with a 78% greater risk of developing MetS when grouping studies that found a low prevalence of the syndrome, whereas a significant association was not found in studies that observed a high prevalence. This may have been due to the fact that studies that find a high prevalence of MetS usually rely on less rigorous criteria to diagnose the syndrome. It has been shown that less rigorous criteria (e.g.: de Ferranti et al. [45]) can overestimate the proportion of adolescents with MetS [6]. This argument is reinforced by the subgroup analyses in which the studies were separated by diagnostic criteria. In this case, the association between low levels of physical activity and MetS was maintained only for the Jolliffe and Janssen criteria [47] and for studies using harmonized criteria, in which a low prevalence of MetS was found in the majority of studies [13,15,24,25,26]. The exception was the IDF criterion, which despite being rigorous to classify adolescents with MetS [6] presented no significant association in the subgroup analysis.

In relation to sedentary behavior, an important limitation was the use of self-reported measurements for screen time in all studies, possibly sacrificing the quality of the treated measure. Another fact that should be considered is the cut-off point adopted for the screen time in several studies [10,12-14,15], which typically referred

to ≤ 2 hours/day. This cut-off point was defined by consensus among specialists who sought to establish guidelines based on evidence for health with respect to sedentary behavior in children and adolescents [52].

However, in the primary and sensitivity analyses performed based on this cut-off point, there were no significant associations between screen time and MetS. Individual studies included in the systematic review that showed significant associations used different cut-off points. Kang et al. [21] found that screen time equivalent to ≥ 35 hours/week (approximately ≥ 5 hours/day) compared to ≤ 16 hours/week (approximately ≤ 2 hours and 17 min/day) lead to two times the chances of developing MetS. Similarly, Mark and Janssen [25] only identified an association when considering screen time ≥ 5 hours/day versus ≤ 1 hour/day, indicating in this case close to three times more risk of developing MetS. The exception was the study of You and Son [14], who found twice the risk for MetS when screen time was > 2 hours/day, however, specifically on weekend days.

The subgroup analysis indicated that screen time > 2 hours/day on the weekend, revealed a two times greater chance of developing MetS in adolescents, while an association involving days of the week, showed no statistical significance. Kang et al. [21], when analyzing the association between screen time and MetS, considering only the weekend, identified a risk almost three times greater for MetS, but only for the screen time strata ≥ 7 hours/day versus ≤ 3 hours/day. In the same sample, the researchers found no association when considering only days of the week (excluding weekends). In particular, there seems to be evidence in the sense that there may be a greater association between screen time at weekends and MetS in adolescents, than during weekdays. However, the subgroup analysis showed that when using only OR adjusted for confounding variables, the significant association between screen time at weekends and MetS disappeared.

When only studies with a high or low prevalence of MetS were considered separately, no significant association was observed between screen time and MetS, in the same way as when studies were grouped by diagnostic criteria. In this case, the same limitations as previously presented should be considered (use of self-reported measures, cut-off point ≤ 2 hours/day, and low number of studies in the meta-analysis). In addition, the primary analysis had already indicated that there was no significant association between sedentary behavior and MetS.

When establishing associations between cardiorespiratory fitness and MetS in adolescents, the primary analysis indicated that lower VO_{2max} values can present an approximately four times greater chance of MetS. Data analyzed qualitatively in the systematic review had already indicated this trend. The five selected individual studies [8,16,23,24,27] showed significant associations between cardiorespiratory fitness and MetS in adolescents.

The subgroup analyses demonstrated that the significant association is independent of the three different types of tests used. Despite having provided a smaller effect size (OR = 2.05 [CI 95%, 1.02 to 4.09]), the test used (20-meter shuttle run test) by Stabelini Neto [16], has the advantage of being administered in large numbers of subjects simultaneously, in a short time and at low cost. In addition, a previously performed meta-analysis demonstrated that VO₂max estimated using the 20-meter shuttle run test presents good correlation ($r = 0.78$) with methods involving gas exchange in adolescents [53].

Given that maximal and submaximal tests involving cycle ergometers and treadmills may not be feasible in many places, the multi-stage 20-meter test constitutes a useful alternative to estimate cardiorespiratory fitness, especially for adolescents in a school environment [53]. This type of test can be used in an attempt to identify adolescents with low cardiorespiratory fitness and a consequently greater metabolic risk. Moreira et al. [22], using a similar test (PACER), found a significantly higher prevalence of MetS in the group of adolescents with low cardiorespiratory fitness (8.5%) compared with the group of adolescents with high cardiorespiratory fitness (0%). However, it was only possible to select one study involving this type of testing for the subgroup analysis, which could limit any generalizations.

Finally, the association between low cardiorespiratory fitness and MetS occurred regardless of the use of crude OR or adjusted for confounding variables. In addition, considering the strong association between these variables already presented in the primary analysis, it was observed that a significant association between low cardiorespiratory fitness and MetS remained independent of the prevalence found, or of the diagnostic criteria used.

Quality of evidence

Of the 15 studies included in the meta-analysis involving physical activity, there was representation from five different geographical regions (Asia [9,10,12,14,19,20] Latin America [13,15,16], North America [24,25,26], Europe [17,23] and Africa [18]), while for sedentary behavior only two regions (Asia [10,12,14,21] and Latin America [13,15]) and for cardiorespiratory fitness, three regions (North America [24,27], Europe [8,23] and Latin America [16]). Thus, it is not possible to extrapolate the results to all locations, since there was no reasonable representation from the different regions. In contrast, the quality of the studies included in the systematic review was considered moderate, with a mean score of 7.8 ± 1.5 points. Only two studies [10,17] presented low quality indicators and sensitivity analysis demonstrated that the exclusion of both studies did not change the results of the primary analysis.

However, of the 18 studies included in the meta-analysis, only four [12,14,16,27] presented data separately for boys and girls, which made subgroup analysis impossible for this characteristic. Similarly, the studies did not present data for different ages in adolescence, preventing subgroup analyses for this factor. Furthermore, MetS was identified according to five different diagnostic criteria (IDF [10,12,19,22,23] Cook [11,14,16], Jolliffe and Janssen [24,25,27], Ford [7,21], and de Ferranti [9]), as well as some researchers [8,13,15,17,18,20,26] using harmonized criteria. This is configured as a limiting factor to be taken into account when interpreting the results, since the prevalence of MetS in adolescence can vary significantly when diagnosed by different criteria [6]. In addition, some studies did not adjust the measures of association taking into consideration possible confounding variables [8,12,20], while others, despite reporting the use of covariables, did not specify which ones were used [10,14,17,18].

Potential biases in the review process

In the systematic review and meta-analysis only observational studies were included, which increases the risk of bias, especially since the majority of the studies selected were cross-sectional, thus hindering the performance of causal inferences. The number of studies available for meta-analysis should also be raised as another limitation. Only one analysis was carried out with ≥ 10 studies (primary analysis, the odds ratio for metabolic syndrome in adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low levels of physical activity), thus allowing visualization on the funnel plot (S16 Fig), which showed no evidence of publication bias. Moreover, the majority of analyses used random effects models, considering the heterogeneity of the data, which reduces the effect of the associations and, therefore, the results should be interpreted with caution. Finally, the search did not extend to all existing databases. Nonetheless, we performed searches in three primary databases (PubMed, SPORTDiscus, and LILACS) and one secondary database (The Cochrane Library). In addition, we conducted a thorough search of all the references of the studies included in the review in an attempt to find further studies.

Conclusions

Implications for research

The study demonstrated that low levels of physical activity were significantly associated with the development of MetS in adolescents; however, the subgroup analyses indicated that a significant effect was dependent on the

measuring instrument (accelerometer). The analysis involving the self reported measurements did not indicate significant association, suggesting that the effect size of the primary analyses may have been underestimated. Thus, due to the limitations of questionnaire use in adolescents, future studies should prioritize the use of objective measures, aiming to investigate the association between physical activity and MetS in this population. Other issues that should be considered in future studies are the importance of using adjustments for covariables, in addition to preferentially using more rigorous criteria to diagnose MetS.

As for sedentary behavior, there was no significant association between screen time > 2 hours/day and MetS in adolescents. Although the subgroup analysis indicated a significant association when taking into account only screen time over the weekend, this association disappeared when OR adjusted for covariables was used. In view of this, it is suggested that future studies investigate screen time separately for weekdays, weekends and throughout the week. They should also be encouraged to perform analysis using different cut-off points for screen time, not solely > 2 hours/day. In addition, whenever possible, objective measures should be employed, avoiding the limitations related to self reported measures.

Finally, in relation to cardiorespiratory fitness, analyses showed the existence of a significant association between low VO₂max and MetS. However, the primary analysis included few studies, preventing visual inspection of the funnel plot, as a way to detect the existence of possible unpublished studies due to no significant results. In view of this, in an attempt to verify whether the findings of this systematic review and meta-analysis are sustained, it is suggested that further studies be carried out, in order to identify the association between cardiorespiratory fitness and MetS in adolescent populations.

Implications for practice

Among the variables analyzed in this systematic review and meta-analysis, a low level of physical activity, screen time > 2 hours/day at weekends and low cardiorespiratory fitness were the indicators that demonstrated significant associations with MetS in adolescents. Thus, an increase in time spent in physical activity of moderate to high intensity and reduced screen time of ≤ 2 hours/day at weekends should be encouraged, especially in adolescents with low cardiorespiratory fitness who are exposed to increased metabolic risk.

Acknowledgements

Not applicable.

References

1. Kaur J. A Comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract.* 2014; 2014: 943162. doi: 10.1155/2014/943162.
2. Wilson PW, D'Agostino RB, Parise H, Sullivan L, Meigs JB. Metabolic syndrome as a precursor of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Circulation.* 2005;112(20):3066-72. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.539528.
3. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120(16):1640-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
4. Katsiki N, Athyros VG, Karagiannis A, Mikhailidis DP. Characteristics other than the diagnostic criteria associated with metabolic syndrome: an overview. *Curr Vasc Pharmacol.* 2014;12(4):627-41. doi: 10.2174/15701611113119990131.
5. Poyrazoglu S, Bas F, Darendeliler F. Metabolic syndrome in young people. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2014;21(1):56-63. doi: 10.1097/01.med.0000436414.90240.2c.
6. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord.* 2014;12(4):202-9. doi: 10.1089/met.2013.0127.
7. Bermúdez-Cardona J, Velásquez-Rodríguez C. Profile of free fatty acids and fractions of phospholipids, cholesterol esters and triglycerides in serum of obese youth with and without metabolic syndrome. *Nutrients.* 2016;8pii:E54. doi: 10.3390/nu8020054.
8. Laurson KR, Saint-Maurice PF, Karsai I, Csányi T. Cross-validation of FitnessGram health-related fitness standards in Hungarian youth. *Res Q Exerc Sport.* 2015;86;Suppl1:S13-20. doi: 10.1080/02701367.2015.1042800.
9. Rafraf M, Hasanabad SK, Jafarabadi MA. Vitamin D status and its relationship with metabolic syndrome risk factors among adolescent girls in Boukan, Iran. *Public Health Nutr.* 2014;17:803-9. doi: 10.1017/S1368980013003340.
10. Fadzlina AA, Harun F, Nurul Haniza MY, Al Sadat N, Murray L, Cantwell MM, et al. Metabolic syndrome among 13 year old adolescents: prevalence and risk factors. *BMC Public Health.* 2014;14 Suppl 3:S7. doi: 10.1186/1471-2458-14-S3-S7.

11. Fam B, Amouzegar A, Arzhan S, Ghanbariyan A, Delshad M, Hosseinpanah F, et al. Association between physical activity and metabolic risk factors in adolescents: Tehran lipid and glucose study. *Int J Prev Med.* 2013;4:1011-7.
12. Mehairi AE, Khouri AA, Naqbi MM, Muhairi SJ, Maskari FA, Nagelkerke N, et al. Metabolic syndrome among Emirati adolescents: a school-based study. *PLoS One.* 2013;8:e56159. doi: 10.1371/journal.pone.0056159.
13. Múnera NE, Uscátegui RM, Parra BE, Manjarrés LM, Patiño F, Velásquez CM, et al. Factores de riesgo ambientales y componentes del síndrome metabólico en adolescentes con exceso de peso. *Biomedica.* 2012;32:77-91. doi: 10.1590/S0120-41572012000100010.
14. You MA, Son YJ. Prevalence of metabolic syndrome and associated risk factors among Korean adolescents: analysis from the Korean national survey. *Asia Pac J Public Health.* 2012;24:464-71. doi: 10.1177/1010539511406105.
15. Tavares LF, Fonseca SC, Garcia Rosa ML, Yokoo EM. Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public Health Nutr.* 2012;15:82-7. doi: 10.1017/S1368980011001571.
16. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:674. doi: 10.1186/1471-2458-11-674.
17. Mikołajczak J, Piotrowska E, Biernat J, Wyka J, Zechałko-Czajkowska A. Ocena czynników ryzyka zespołu metabolicznego u dziewcząt i chłopców z terenu południowo-zachodniej części Polski. *Rocz Panstw Zakł Hig.* 2011;62(1):83-92.
18. Aboul Ella NA, Shehab DI, Ismail MA, Maksoud AA. Prevalence of metabolic syndrome and insulin resistance among Egyptian adolescents 10 to 18 years of age. *J Clin Lipidol.* 2010;4:185-95. doi: 10.1016/j.jacl.2010.03.007.
19. Nguyen TH, Tang HK, Kelly P, Van der PHP, Dibley MJ. Association between physical activity and metabolic syndrome: a cross sectional survey in adolescents in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMC Public Health.* 2010;10:141. doi: 10.1186/1471-2458-10-141.
20. Budak N, Oztürk A, Mazicioglu M, Yazici C, Bayram F, Kurtoglu S. Decreased high-density lipoprotein cholesterol and insulin resistance were the most common criteria in 12- to 19-year-old adolescents. *Eur J Nutr.* 2010;49:219-25. doi: 10.1007/s00394-009-0066-2.

21. Kang HT, Lee HR, Shim JY, Shin YH, Park BJ, Lee YJ. Association between screen time and metabolic syndrome in children and adolescents in Korea: the 2005 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010;89:72-8. doi: 10.1016/j.diabres.2010.02.016.
22. Moreira C, Santos R, Vale S, Soares-Miranda L, Marques AI, Santos PC, et al. Metabolic syndrome and physical fitness in a sample of Azorean adolescents. *Metab Syndr Relat Disord.* 2010;8:443-9. doi: 10.1089/met.2010.0022.
23. Ekelund U, Anderssen S, Andersen LB, Riddoch CJ, Sardinha LB, Luan J, et al. Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr.* 2009;89:90-6. doi: 10.3945/ajcn.2008.26649.
24. 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. doi: 10.1186/1476-5918-7-5.
25. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf).* 2008;30:153-60. doi: 10.1093/pubmed/fdn022.
26. Pan Y, Pratt CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc.* 2008;108:276-86. doi: 10.1016/j.jada.2007.10.049.
27. Janssen I, Cramp WC. Cardiorespiratory fitness is strongly related to the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Care.* 2007;30(8):2143-4. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-0734>.
28. Steele RM, Brage S, Corder K, Wareham NJ, Ekelund U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. *J Appl Physiol (1985).* 2008;105(1):342-51. doi: 10.1152/jappphysiol.00072.2008.
29. He D, Xi B, Xue J, Huai P, Zhang M, Li J. Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine.* 2014;46(2):231-40. doi: 10.1007/s12020-013-0110-0.
30. Edwardson CL, Gorely T, Davies MJ, Gray LJ, Khunti K, Wilmot EG, et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS One.* 2012;7(4):e34916. doi: 10.1371/journal.pone.0034916.
31. Guinhouya BC, Samouda H, Zitouni D, Vilhelm C, Hubert H. Evidence of the influence of physical activity on the metabolic syndrome and/or on insulin resistance in pediatric populations: a systematic review. *Int J Pediatr Obes.* 2011;6(5-6):361-88. doi: 10.3109/17477166.2011.605896.
32. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;21;8:98. doi: 10.1186/1479-5868-8-98.

33. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med.* 2001;31(6):439-54. doi: 10.2165/00007256-200131060-00004.
34. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336-41. doi: 10.1016/j.ijsu.2010.02.007.
35. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev.* 2015;4:1. doi: 10.1186/2046-4053-4-1.
36. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52:377-84.
37. Yao CA, Rhodes RE. Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;11:12:10. doi: 10.1186/s12966-015-0163-y.
38. Nasuti G, Rhodes RE. Affective judgment and physical activity in youth: review and meta-analyses. *Ann Behav Med.* 2013;45:357-76. doi: 10.1007/s12160-012-9462-6.
39. Kirk M, Rhodes RE. Occupation correlates of adults' participation in leisure-time physical activity: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2011;40:476-85. doi: 10.1016/j.amepre.2010.12.015.
40. Rhodes RE, Fiala B, Conner M. A review and meta-analysis of affective judgments and physical activity in adult populations. *Ann Behav Med.* 2009;38:180-204. doi: 10.1007/s12160-009-9147-y.
41. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* 1985;100(2):126-31.
42. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev.* 2008;36(4):173-8. doi: 10.1097/JES.0b013e3181877d1a.
43. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The 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). *JAMA.* 2001;16;285(19):2486-97. doi:10.1001/jama.285.19.2486.
44. Ford ES, Li C, Cook S, Choi HK. Serum concentrations of uric acid and the metabolic syndrome among US children and adolescents. *Circulation.* 2007;115(19):2526-32. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.657627.

45. de Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*. 2004;19;110(16):2494-7. doi: 10.1161/01.CIR.0000145117.40114.C7.
46. 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;157(8):821-7. doi:10.1001/archpedi.157.8.821.
47. Jolliffe CJ, Janssen I. Development of age-specific adolescent metabolic syndrome criteria that are linked to the Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation criteria. *J Am Coll Cardiol*. 2007;27;49(8):891-8. doi:10.1016/j.jacc.2006.08.065.
48. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x.
49. Higgins JPT, Green S. *Cochrane's handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0* [updated March 2011]. In: The Cochrane Collaboration. <http://http://handbook.cochrane.org>. Accessed 05/27/2016 2016.
50. Bland JM, Altman DG. Statistics notes. The odds ratio. *BMJ*. 2000;27;320(7247):1468.
51. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, M asse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(1):181-8. doi: 10.1249/mss.0b013e31815a51b3.
52. Tremblay MS, Leblanc AG, Janssen I, Kho ME, Hicks A, Murumets K, et al. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36(1):59-64; 65-71. doi: 10.1139/H11-012.
53. Mayorga-Vega D, Aguilar-Soto P, Viciana J. Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test for estimating cardiorespiratory fitness: a meta-analysis. *J Sports Sci Med*. 2015;11;14(3):536-47.

Supporting Information

S1 Table. PRISMA Checklist.

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
TITLE			1
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	2
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	3-4
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	4
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	4
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	4-5
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	4-7
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	5
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	4-5
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	5
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	4
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	5
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	6-7

Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.	6-8
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	7
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	8
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	9
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	10-15
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	16
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	16-17
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	16-17
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	16
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	16-17
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	17-20
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	20-21
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	21-22
FUNDING			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	1

S2 Table. Studies excluded after reading the full text.

First author and year	Title	Journal, volume, issue and page	Reason for exclusion*
Booth (2005)	Methods of the NSW Schools Physical Activity and Nutrition Survey (SPANS)	J Sci Med Sport. 8(3):284-293	1
Countryman (2013)	Cardiometabolic risk in adolescents: associations with physical activity, fitness, and sleep--in response to Kawada	Ann Behav Med. 46(3):403-404	1
Kawada (2013)	Sleep duration, physical activity, and metabolic syndrome for adolescents	Ann Behav Med. 46(3):401-402	1
Maia (2013)	Physical activity, physical fitness, gross motor coordination, and metabolic syndrome: focus of twin research in Portugal	Twin Res Hum Genet. 16(1):296-301	1
Shaibi (2008)	Cardiorespiratory fitness is strongly related to the metabolic syndrome in adolescents: response to Janssen and Cramp	Diabetes Care. 31(2):e8; author reply e9	1
Lobelo (2007)	Cardiorespiratory fitness as criterion validity for health-based metabolic syndrome definition in adolescents	J Am Coll Cardiol. 31;50(5):471-2	1
González (2012)	Inflammatory markers and metabolic syndrome among adolescents	Eur J Clin Nutr. 66(10):1141-1145	2
Haas (2012)	Metabolic risk factors, leisure time physical activity, and nutrition in german children and adolescents	Cholesterol. 2012:370850	2
Kelishadi (2009)	Factors associated with insulin resistance and non-alcoholic fatty liver disease among youths	Atherosclerosis. 204(2):538-543	2
Mazza (2011)	Estudio clínico del síndrome metabólico en niños y adolescentes de argentina	Rev Argent Salud Pública. 2(6):25-33	2
Ventura (2006)	Risk profiles for metabolic syndrome in a nonclinical sample of adolescent girls	Pediatrics. 118(6):2434-2442	2
Walker (2012)	Racial/ethnic discrepancies in the metabolic syndrome begin in childhood and persist after adjustment for environmental factors	Nutr Metab Cardiovasc Dis. 22(2):141-148	2
Wicklow (2012)	Metabolic consequences of hepatic steatosis in overweight and obese adolescents	Diabetes Care. 35(4):905-910	2
Vergetaki (2011)	Presence of metabolic syndrome and cardiovascular risk factors in adolescents and University students in Crete (Greece), according to different levels of snack consumption	Appetite. 57(1):278-85	2
Bitsori (2009)	Waist circumference as a screening tool for the identification of adolescents with the metabolic syndrome phenotype	Int J Pediatr Obes. 4(4):325-31	2
Bortoloti (2015)	Prevalence of metabolic syndrome and associated factors in 11- to 17-year-old adolescents	Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum. 17(6):683-692	2
Lee (2014)	Relation between sleep duration, overweight, and metabolic syndrome in Korean adolescents	Nutr Metab Cardiovasc Dis. 24(1):65-71	2
Sung (2011)	Does sleep duration predict metabolic risk in obese adolescents attending tertiary services? A cross-sectional study	Sleep. 1;34(7):891-8	2
Welk (2011)	Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves	Am J Prev Med. 41(4 Suppl 2):S111-6.	2
Flouris (2008)	Longitudinal preventive-screening cutoffs for metabolic syndrome in adolescents	Int J Obes (Lond). 32(10):1506-12.	2

Li (2005)	Disease risks of childhood obesity in China	Biomed Environ Sci. 18(6):401-410	2
Andersen (2003)	Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents: the European Youth Heart Study	Prev Med. 37(4):363-367	3
Andersen (2004)	The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study	Int J Behav Nutr Phys Act. 8;1(1):6	3
Countryman (2013)	Cardiometabolic risk in adolescents: associations with physical activity, fitness, and sleep	Ann Behav Med. 45(1):121-131	3
Eisenmann (2004)	Stability of variables associated with the metabolic syndrome from adolescence to adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study	Am J Hum Biol. 16(6):690-696	3
Ferreira (2005)	Development of fatness, fitness, and lifestyle from adolescence to the age of 36 years: determinants of the metabolic syndrome in young adults: the amsterdam growth and health longitudinal study	Arch Intern Med. 10;165(1):42-48	3
Hong (2009)	Physical activity and metabolic syndrome in Korean children	Int J Sports Med. 30(9):677-683	3
Kelishadi (2013)	First report on path analysis for cardiometabolic components in a nationally representative sample of pediatric population in the Middle East and North Africa (MENA): the CASPIAN-III Study	Ann Nutr Metab. 62(3):257-265	3
Kuk (2010)	Independent associations between cardiorespiratory fitness and abdominal obesity with metabolic risk in adolescents and adults	Obesity (Silver Spring). 18(10):2061-2063	3
Martínez-Gómez (2009)	The role of physical activity and fitness on the metabolic syndrome in adolescents: effect of different scores. The AFINOS Study	J Physiol Biochem. 65(3):277-289	3
Molero-Conejo (2003)	Lean adolescents with increased risk for metabolic syndrome	Arch Latinoam Nutr. 53(1):39-46	3
Moreira (2011)	Metabolic risk factors, physical activity and physical fitness in Azorean adolescents: a cross-sectional study	BMC Public Health. 11:214	3
Pinto (2011)	Parâmetros metabólicos e fatores de risco associados à obesidade abdominal em adolescentes do sexo feminino de escolas públicas do Distrito Federal (Brasil)	Arch latinoam nutr. 61(1):55-64	3
Santos (2013)	Genotype by energy expenditure interaction with metabolic syndrome traits: the Portuguese healthy family study	PLoS One. 18;8(11):e80417	3
Sénéchal (2013)	Cardiorespiratory fitness and adiposity in metabolically healthy overweight and obese youth	Pediatrics. 132(1):e85-92	3
Török (2001)	Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome	Int J Obes Relat Metab Disord. 25(7):966-970	3
Twig (2014)	Cardiovascular and metabolic risk factors in inherited autoinflammation	J Clin Endocrinol Metab. 99(10):E2123-8	3
Ventura (2009)	Developmental trajectories of girls' BMI across childhood and adolescence	Obesity (Silver Spring). 17(11):2067-2074	3

Bacha (2006)	Are obesity-related metabolic risk factors modulated by the degree of insulin resistance in adolescents?	Diabetes Care. 29(7):1599-604	3
Wennberg (2013)	Television viewing and low leisure-time physical activity in adolescence independently predict the metabolic syndrome in mid-adulthood	Diabetes Care. 2013 Jul;36(7):2090-7	3
Jekal (2014)	The association of adolescent fatness and fitness with risk factors for adult metabolic syndrome: a 22-year follow-up study	J Phys Act Health. 11(4):823-830	3
Buff (2007)	Frequência de síndrome metabólica em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade	Rev Paul Pediatr. 25(3):221-226	4
Butte (2007)	Physical activity in nonoverweight and overweight Hispanic children and adolescents	Med Sci Sports Exerc. 39(8):1257-1266	4
Santos (2013)	Physical activity, fitness and the metabolic syndrome in rural youths from Mozambique	Ann Hum Biol. 40(1):15-22	4
Gardner (2013)	Metabolic syndrome and daily ambulation in children, adolescents, and young adults	Med Sci Sports Exerc. 45(1):163-169	4
Hsu (2011)	Physical activity, sedentary behavior, and the metabolic syndrome in minority youth	Med Sci Sports Exerc. 43(12):2307-2313	4
Hsu (2014)	Double jeopardy: metabolic syndrome leads to increased sedentary behavior in peri-pubertal minority females	Pediatr Exerc Sci. 26(3):266-273	4
Janssen (2013)	The fractionalization of physical activity throughout the week is associated with the cardiometabolic health of children and youth	BMC Public Health. 6;13:554	4
Jääskeläinen (2012)	Childhood nutrition in predicting metabolic syndrome in adults: the cardiovascular risk in Young Finns Study	Diabetes Care. 35(9):1937-1943	4
Kelishadi (2007)	Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study	Horm Res. 67(1):46-52	4
Kelishadi (2008)	Factors associated with the metabolic syndrome in a national sample of youths: CASPIAN Study	Nutr Metab Cardiovasc Dis. 18(7):461-470	4
Maligie (2012)	Adiposity, fat patterning, and the metabolic syndrome among diverse youth: the EPOCH study	J Pediatr. 161(5):875-880	4
McMurray (2011)	Importance of proper scaling of aerobic power when relating to cardiometabolic risk factors in children	Ann Hum Biol. 38(5):647-654	4
Moore (2008)	Physical activity, metabolic syndrome, and overweight in rural youth	J Rural Health. 24(2):136-142	4
Monzani (2014)	Metabolic syndrome is strictly associated with parental obesity beginning from childhood	Clin Endocrinol (Oxf). 81(1):45-51	4
Pedrozo (2008)	Síndrome metabólico y factores de riesgo asociados con el estilo de vida de adolescentes de una ciudad de Argentina, 2005	Rev Panam Salud Publica. 24(3):149-160	4
Sisson (2013)	Sitting and cardiometabolic risk factors in U.S. adolescents	J Allied Health. 42(4):236-242	4
Tangeraas (2010)	Cardiorespiratory fitness is a marker of cardiovascular health in renal transplanted children	Pediatr Nephrol. 25(11):2343-2350	4
Yang (2009)	Sustained participation in youth sport decreases metabolic syndrome in adulthood	Int J Obes (Lond). 33(11):1219-1226	4
Enes Romero (2013)	Influencia étnica en la prevalencia de síndrome metabólico en población pediátrica obesa	An Pediatr (Barc). 78(2):75-80	4

Leskinen (2009)	Effects of 32-year leisure time physical activity discordance in twin pairs on health (TWINACTIVE study): aims, design and results for physical fitness	Twin Res Hum Genet. 12(1):108-17	4
Conus (2004)	Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women	J Clin Endocrinol Metab. 89(10):5013-20	4
Ma (2010)	Associations of Fibrinogen with Metabolic Syndrome in Rural Chinese Population	J Ather Thromb. 17(5):486-492	4
Andersen (2015)	A new approach to define and diagnose cardiometabolic disorder in children	J Diabetes Res. 2015:539835	4
Briggs (2015)	Cardiovascular risk and metabolic syndrome in obese youth enrolled in a multidisciplinary medical weight management program: implications of musculoskeletal pain, cardiorespiratory fitness, and health-related quality of life	Metab Syndr Relat Disord. 13(3):102-9	4
Sutherland (2014)	The relationship of metabolic syndrome and health-promoting lifestyle profiles of Latinos in the Northwest	Hisp Health Care Int. 12(3):130-7	4

*Reason for exclusion: 1- Study design; 2- Metabolic Syndrome not linked with outcomes of interest; 3- Did not consider Metabolic Syndrome; 4- Age

S3 Table. Methodological quality of the 21 studies included in the systematic review*

Study	Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described?	Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section?	Are the characteristics of the patients included in the study clearly described?	Are the main findings of the study clearly described?	Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes?	Have actual probability values been reported (e.g.0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001?	Were those subjects who were prepared to participate representative of the entire population from which they were recruited?	If any of the results of the study were based on “data dredging”, was this made clear?	Were the main outcome measures used accurate (valid and reliable)?	Was there adequate adjustment for confounding in the analyses from which the main findings were drawn?	Score
Bermúdez-Cardona [7] (2016)	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	8
Laurson [8] (2015)	Yes	Yes	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	6
Rafraf [9] (2014)	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	8
Fadzlina [10] (2014)	Yes	No	Yes	No	No	No	Yes	No	No	Yes	4
Fam [11] (2013)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Mehairi [12] (2013)	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	6
Múnera [13] (2012)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
You [14] (2012)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	9
Tavares [15] (2012)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Stabelini Neto [16] (2011)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	9

Mikołajczak [17] (2011)	Yes	No	No	Yes	Yes	No	No	Yes	No	Yes	5
Aboul Ella [18] (2010)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	7
Nguyen [19] (2010)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Budak [20] (2010)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	8
Kang [21] (2010)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	10
Moreira [22] (2010)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Ekelund [23] (2009)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
McMurray [24] (2008)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	9
Mark [25] (2008)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes	8
Pan [26] (2008)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	No	Yes	7
Janssen [27] (2007)	Yes	Yes	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	7

*Adapted version of the tool proposed by Downs and Black [36]

S4 Table. Metabolic syndrome events in different classifications of physical activity.

Study	Low		Moderate/High	
	Total N	Events N (%)	Total N	Events N (%)
Bermúdez-Cardona [7]	-	-	-	-
Rafraf [9]	6	0 (0.0)	210	23 (10.9)
Fadzlina [10]	642	17 (2.6)	372	9 (2.4)
Fam [11]	-	-	-	-
Mehairi [12]	350	36 (10.3)	648	97 (15.0)
Múnera [13]	51	1 (2.0)	174	6 (3.4)
You [14]	342	37 (10.8)	264	43 (16.3)
Tavares [15]	159	10 (6.3)	51	4 (7.8)
Stabelini Neto [16]	183	17 (9.3)	273	18 (6.6)
Mikołajczak [17]	299	19 (6.4)	479	36 (7.5)
Aboul Ella [18]	-	-	-	-
Nguyen [19]	249	18 (7.2)	246	5 (2.0)
Budak [20]	-	-	-	-
Ekelund [23]	-	-	-	-
McMurray [24]	131	11 (8.4)	258	7 (2.7)
Mark [25]	-	-	-	-
Pan [26]	1037	45 (4.3)	2420	68 (2.8)

- no data available.

S5 Table. Metabolic syndrome events in different classifications of sedentary behavior.

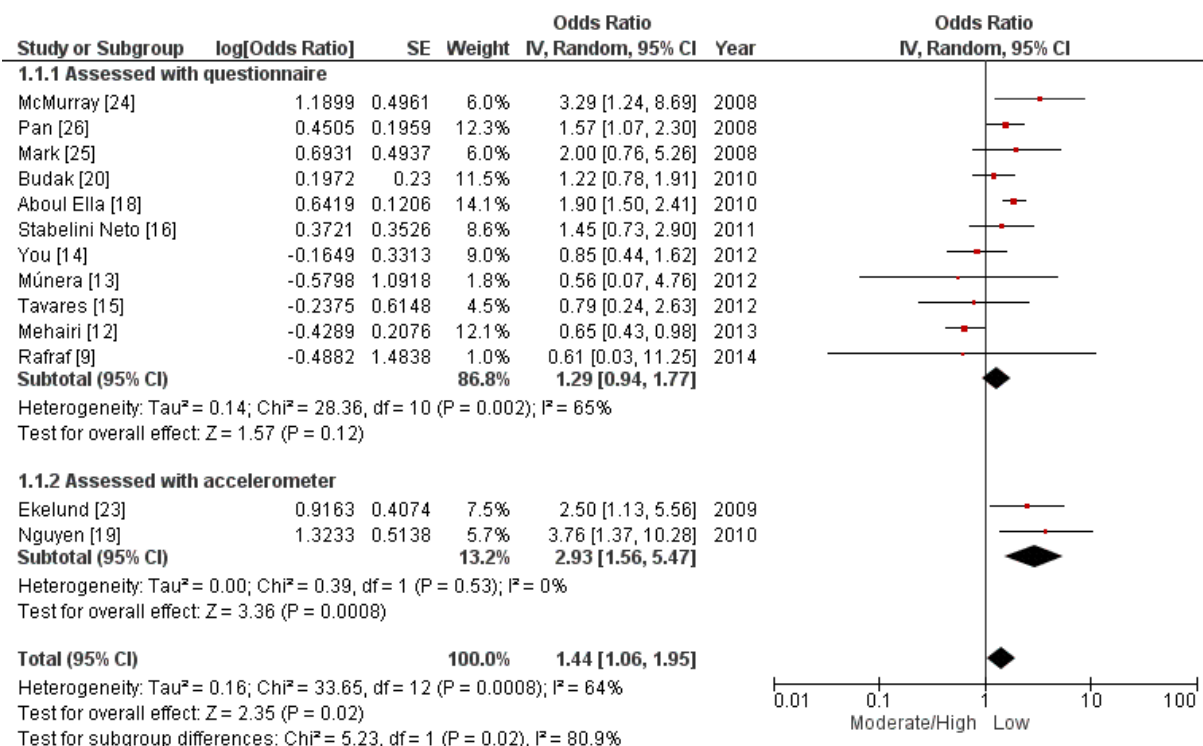
Study	High		Low	
	Total N	Events N (%)	Total N	Events N (%)
Bermúdez-Cardona [7]	-	-	-	-
Fadzlina [10]	789	23	225	3
Mehairi [12]	534	67	459	64
Múnera [13]	172	7	53	0 (0.0)
You [14]	358	57	248	23
Tavares [15]	170	10	28	2
Kang [21]	640	52	205	10
Ekelund [23]	-	-	-	-
Mark [25]	-	-	-	-

- no data available.

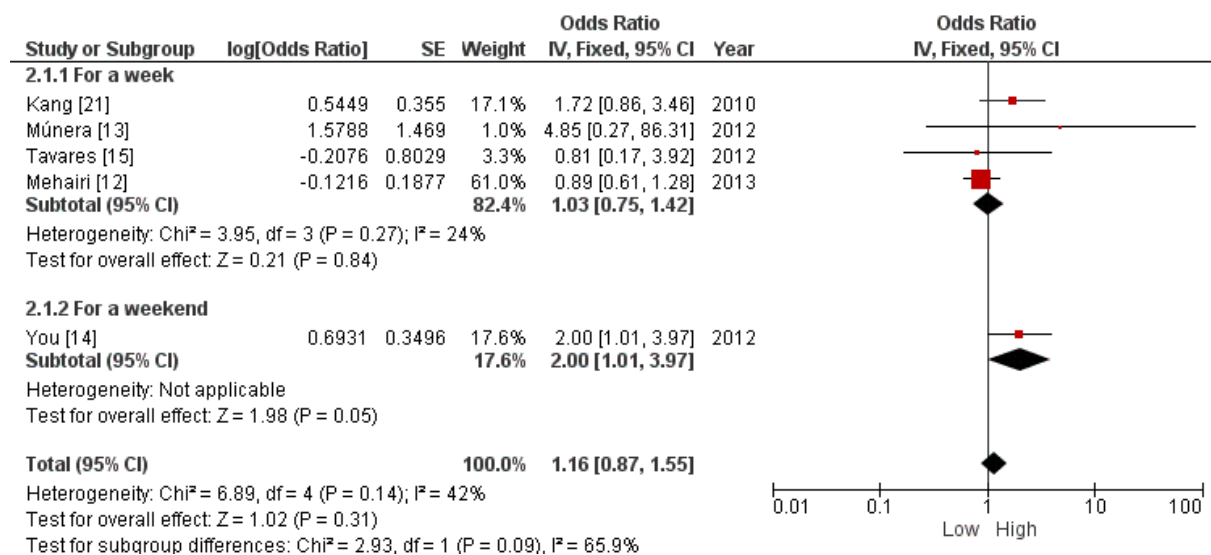
S6 Table. Metabolic syndrome events in different classifications of cardiorespiratory fitness.

Study	Low		Moderate/High	
	Total N	Events N (%)	Total N	Events N (%)
Laurson [8]	122	15 (12.3)	257	9 (3.5)
Stabelini Neto [16]	150	17 (11.3)	306	18 (5.9)
Moreira [22]	305	26 (8.5)	212	0 (0.0)
Ekelund [23]	-	-	-	-
McMurray [24]	130	14 (10.8)	259	4 (1.5)
Janssen [27]	520	93 (17.9)	1041	26 (2.5)

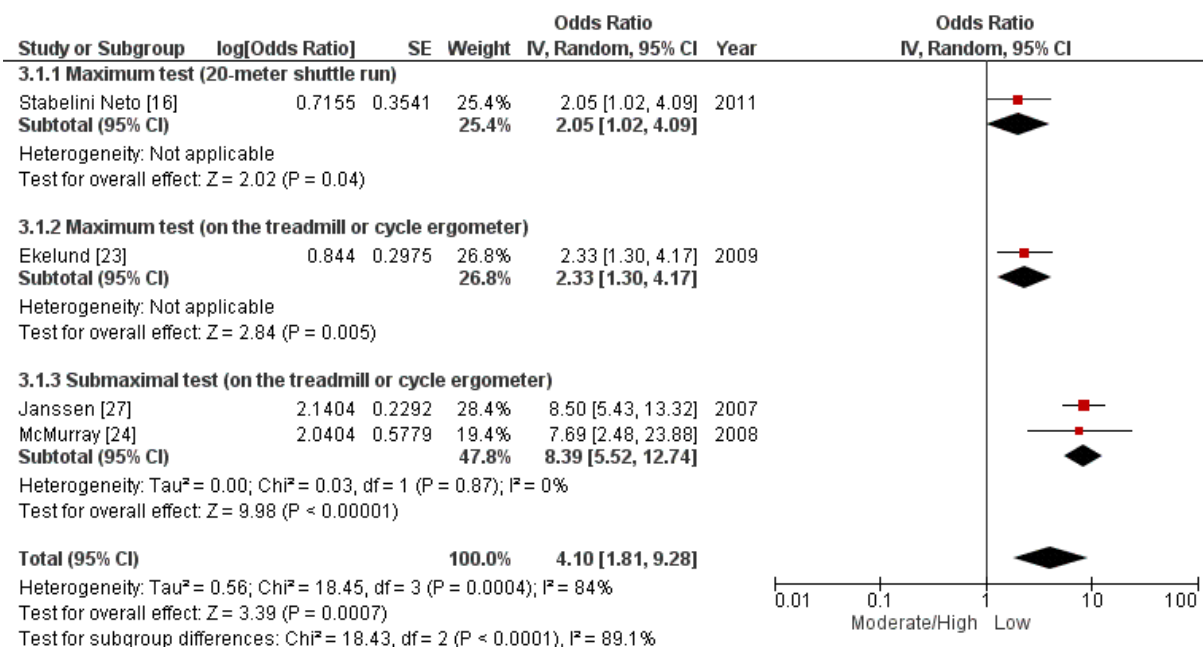
- no data available.



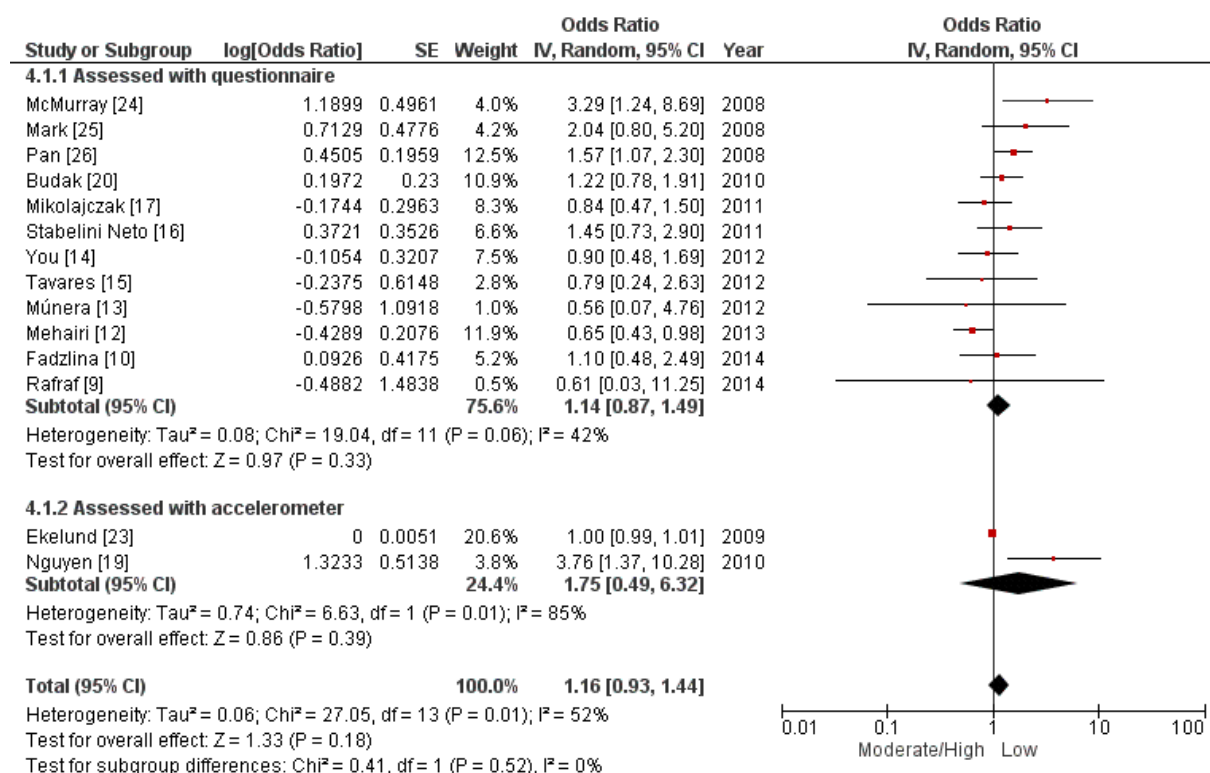
S1 Fig. Forest plot of the sensitivity analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low level of physical activity.



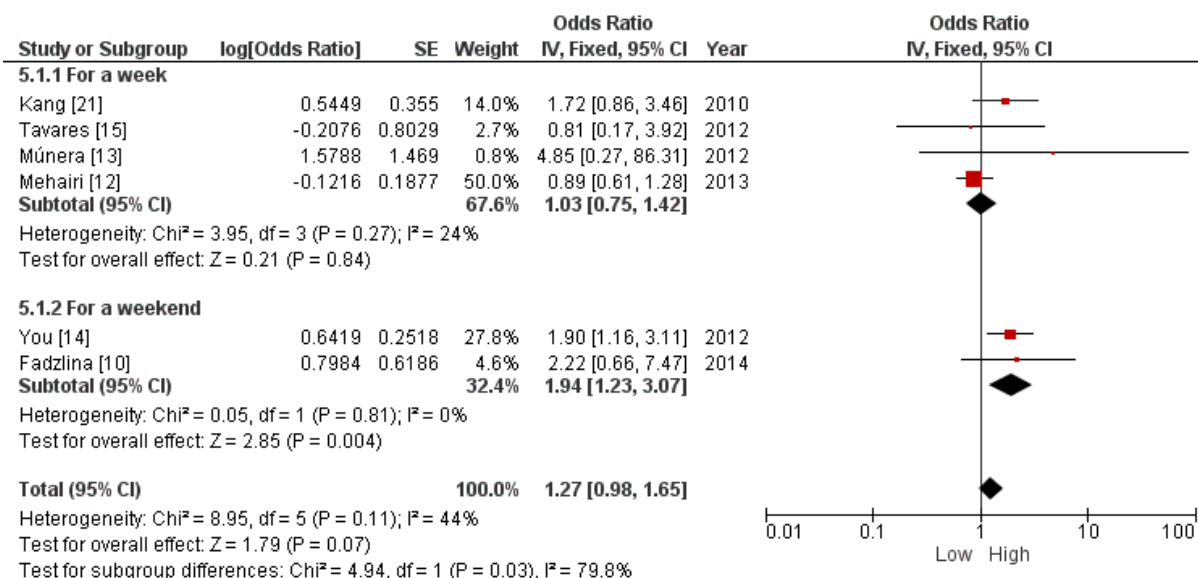
S2 Fig. Forest plot of the sensitivity analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.



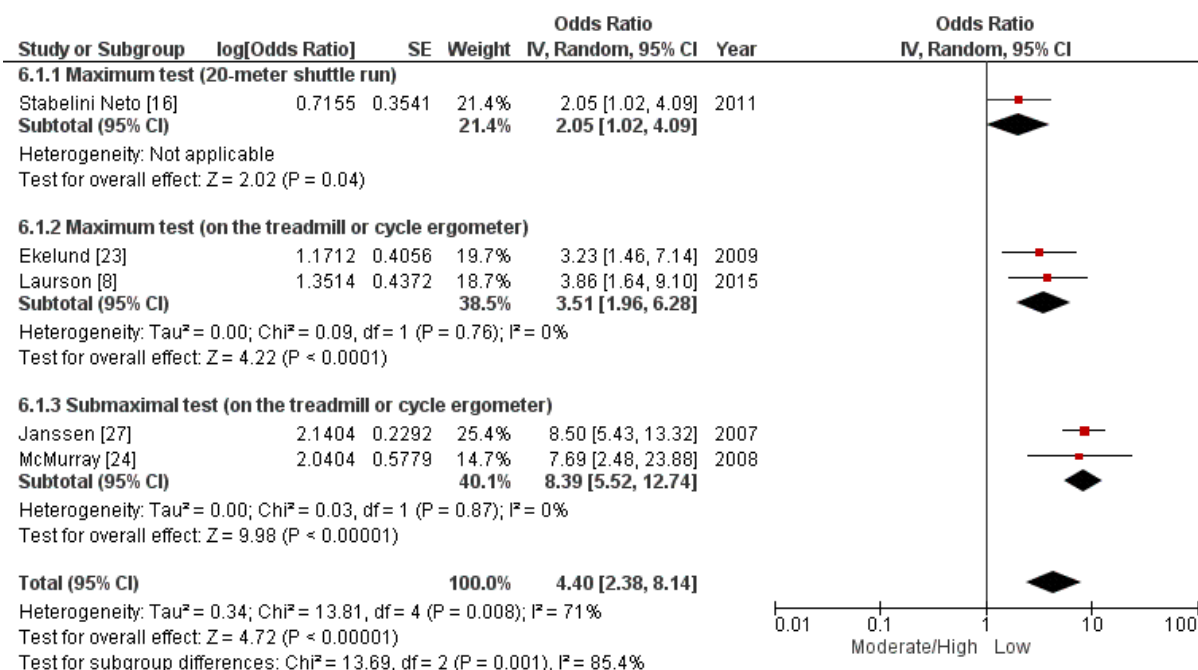
S3 Fig. Forest plot of the sensitivity analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.



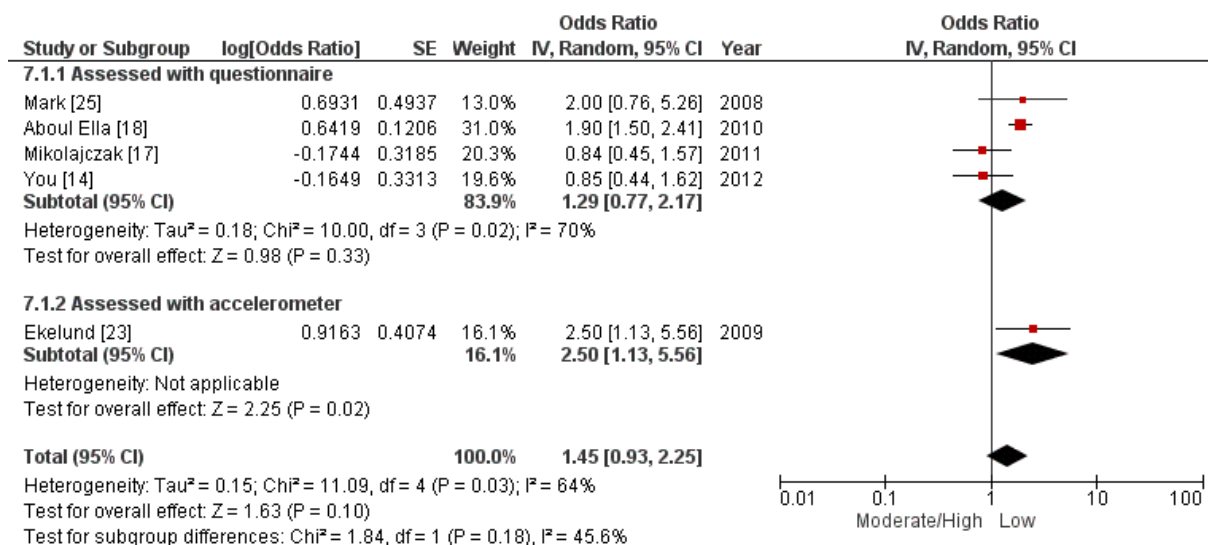
S4 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing crude odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low levels of physical activity.



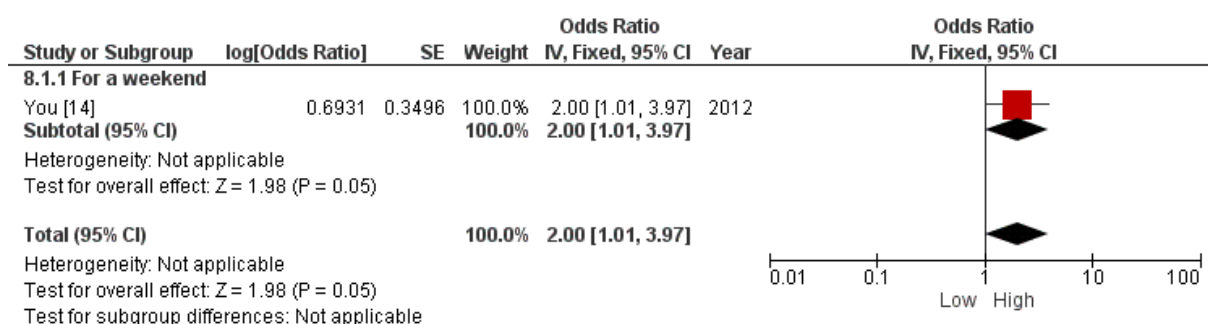
S5 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing crude odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.



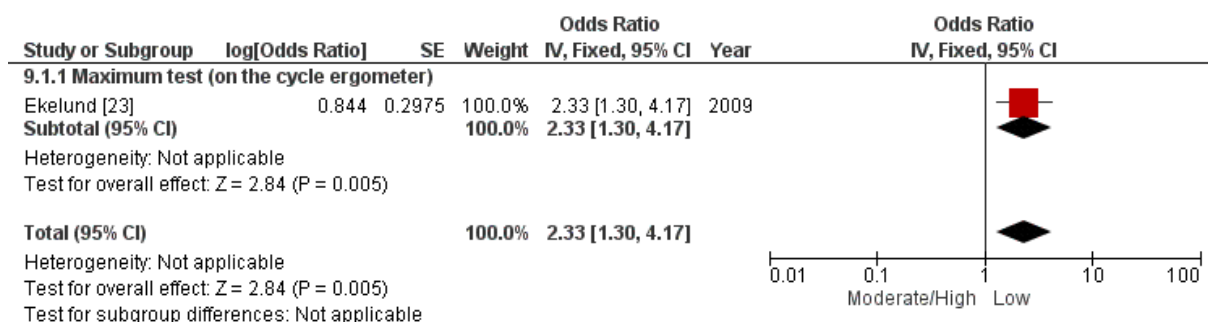
S6 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing crude odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.



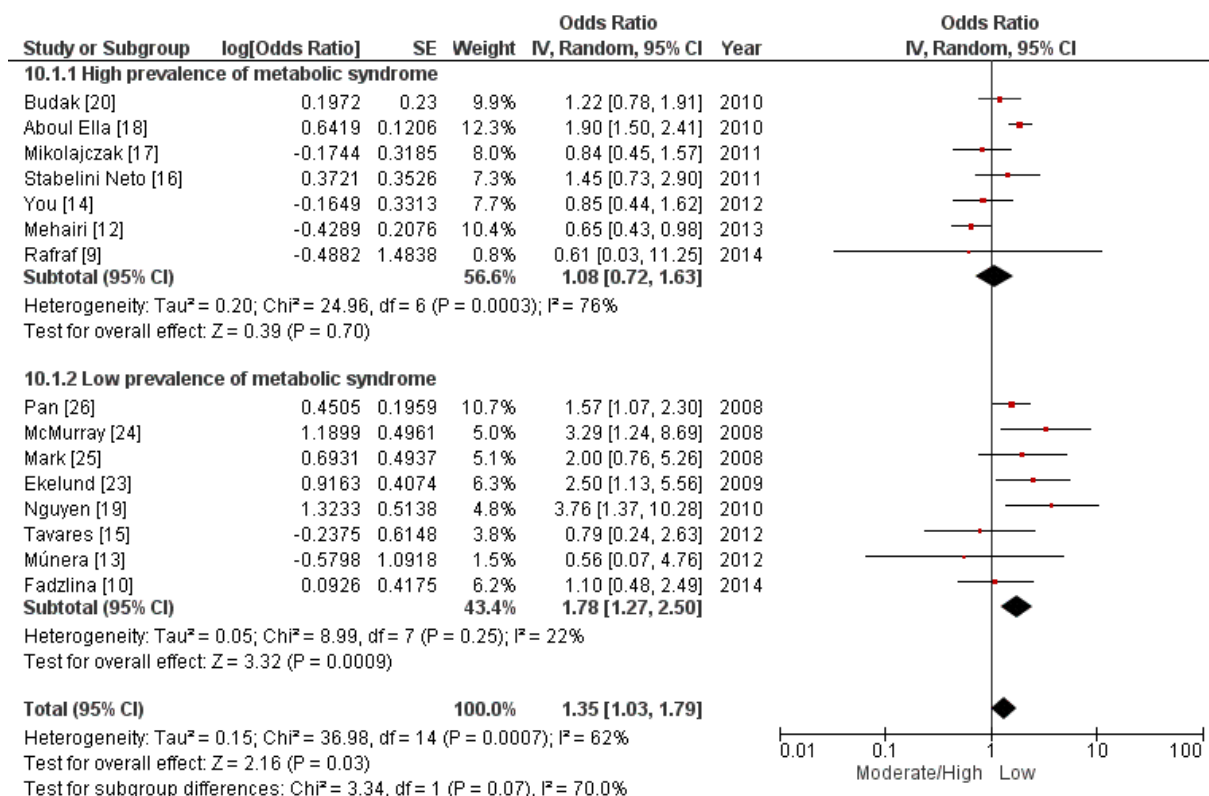
S7 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing adjusted odds ratio for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low levels of physical activity.



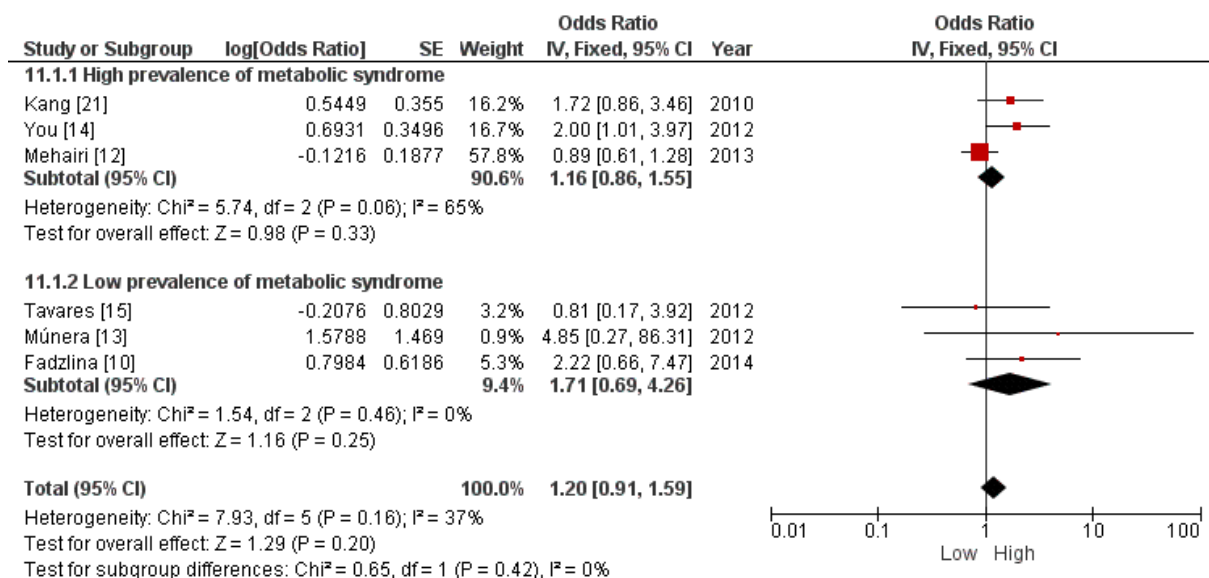
S8 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing adjusted odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.



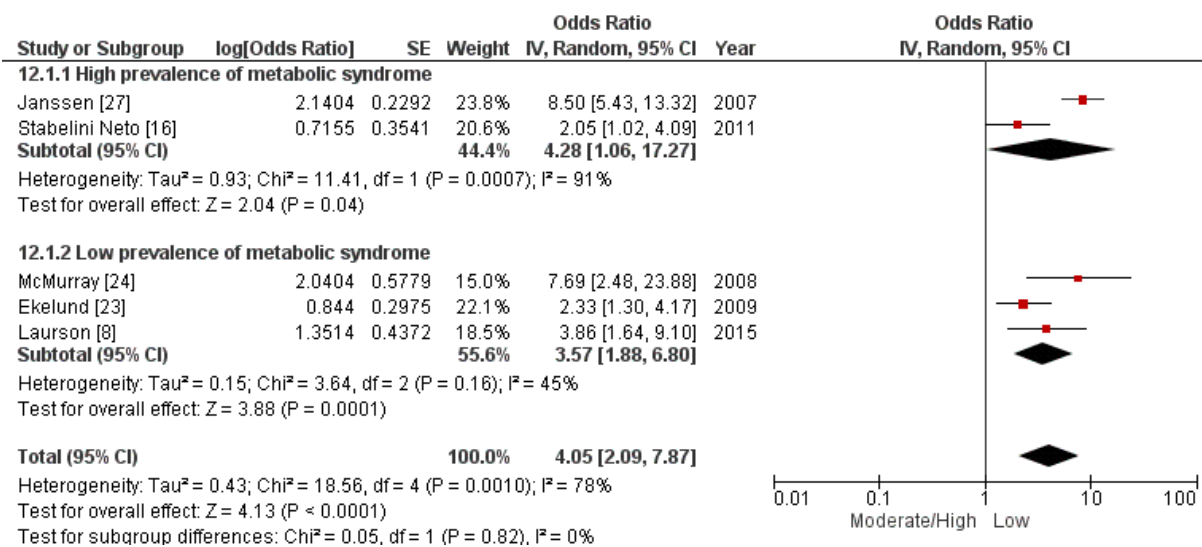
S9 Fig. Forest plot of the subgroup analysis comparing adjusted odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.



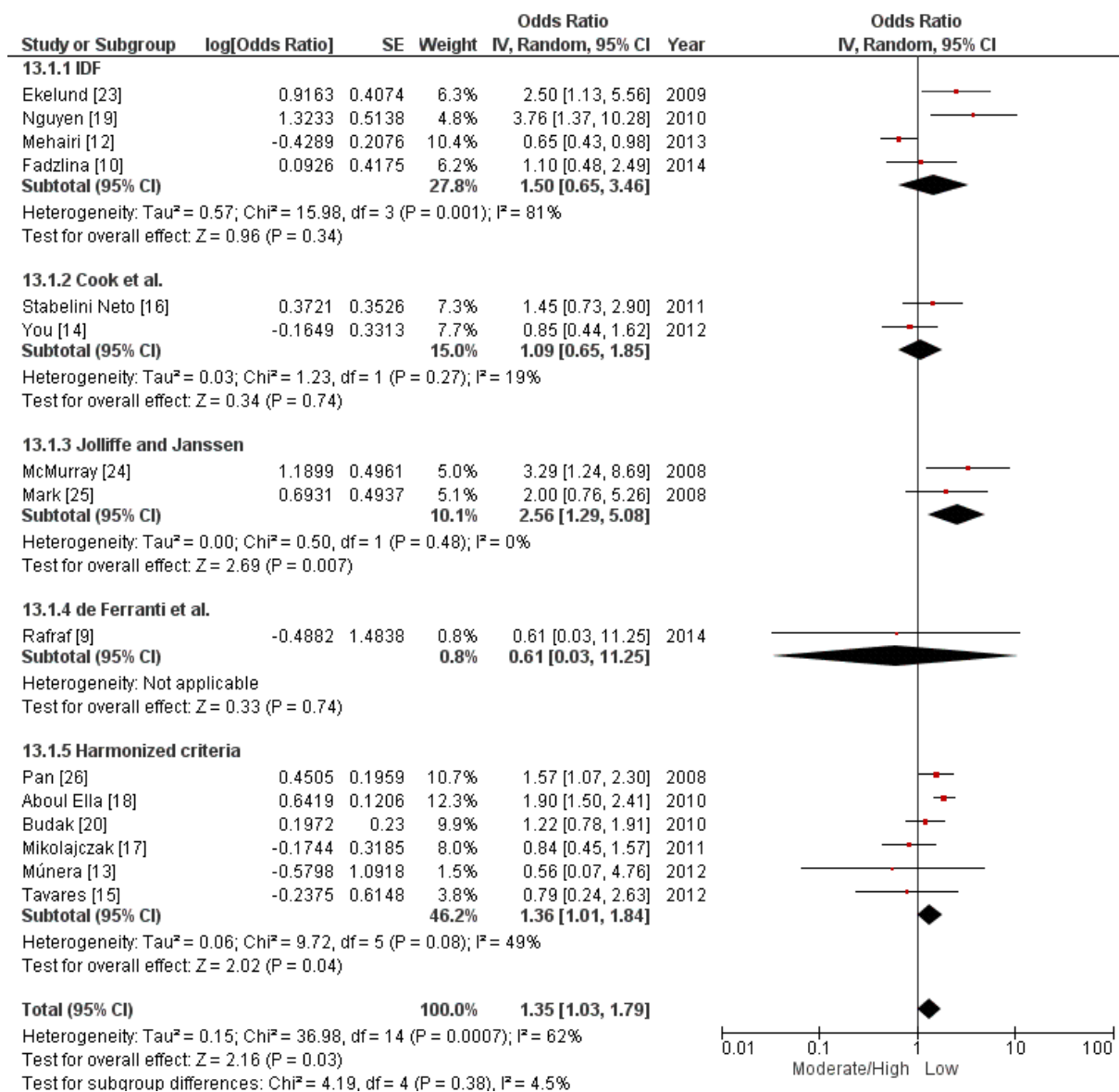
S10 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (high prevalence of metabolic syndrome vs. low prevalence) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low levels of physical activity.



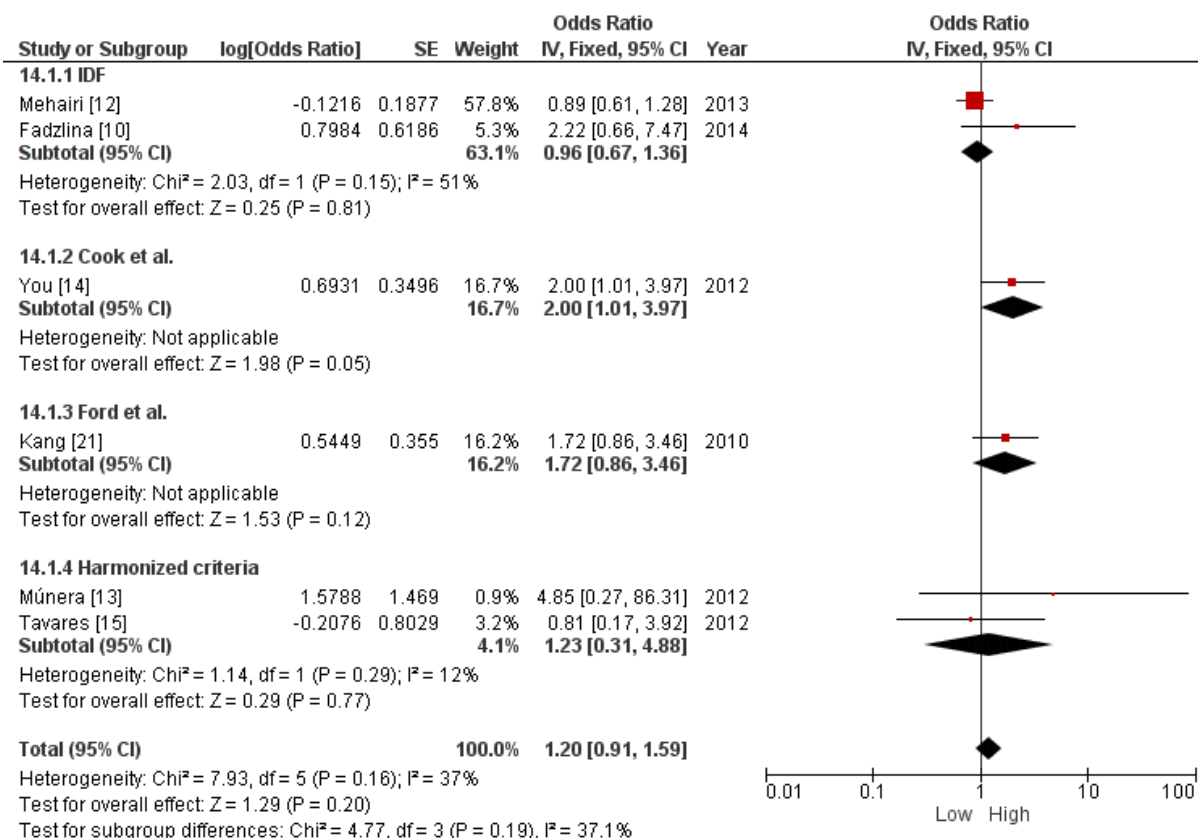
S11 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (high prevalence of metabolic syndrome vs. low prevalence) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.



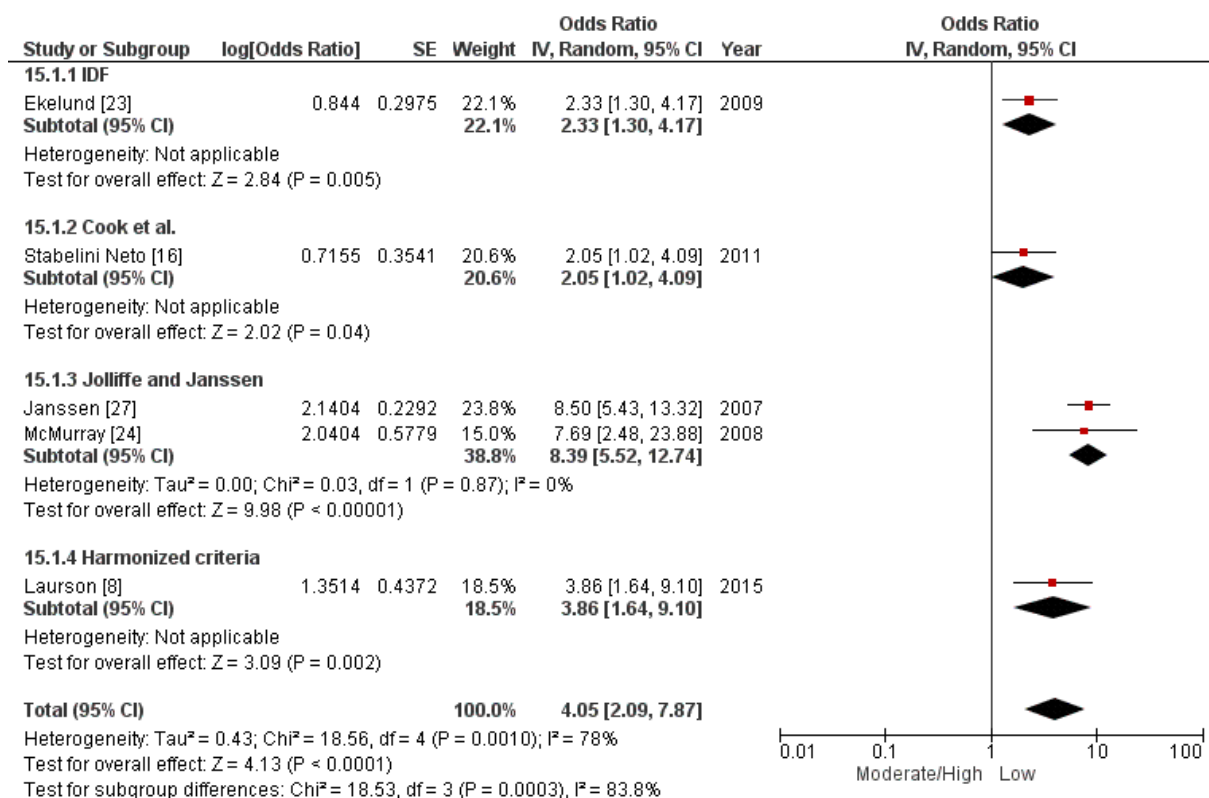
S12 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (high prevalence of metabolic syndrome vs. low prevalence) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.



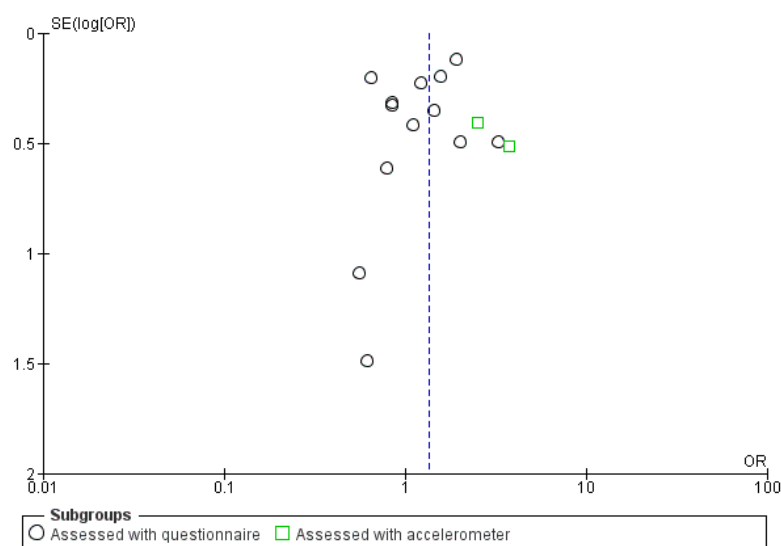
S13 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (according to the criteria used to diagnose the metabolic syndrome) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low levels of physical activity.



S14 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (according to the criteria used to diagnose the metabolic syndrome) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with low screen time versus high screen time.



S15 Fig. Forest plot of the subgroup analysis (according to the criteria used to diagnose the metabolic syndrome) comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high cardiorespiratory fitness versus low cardiorespiratory fitness.



S16 Fig. Funnel plot of the primary analysis comparing odds ratios for metabolic syndrome among adolescents with moderate/high levels of physical activity versus low level of physical activity.

5.2 ARTIGO 2 – ESTUDO ORIGINAL

Artigo submetido ao periódico Revista Brasileira de Medicina do Esporte

(ISSN: 1517-8692)

Fator de Impacto JCR de 2015: 0,173

Artigo Original**Comportamento sedentário, atividade física, aptidão
cardiorrespiratória e síndrome metabólica em adolescentes**

*Sedentary behavior, physical activity, cardiorespiratory fitness and
metabolic syndrome in adolescents*

Comportamiento sedentario, actividad física, capacidad
cardiorrespiratoria y el síndrome metabólico en adolescentes

Raphael Gonçalves de Oliveira ^{1,2}
rgoliveira@uenp.edu.br

Dartagnan Pinto Guedes ¹
darta@sercomtel.com.br

¹ Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, Paraná, Brasil

² Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Jacarezinho, Paraná, Brasil

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Autor para correspondência: Raphael Gonçalves de Oliveira.

Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Centro de Ciências da Saúde.
Alameda Padre Magno 841, Nova Alcântara, CEP: 86.400-000, Jacarezinho, PR,
Brasil. E-mail: rgoliveira@uenp.edu.br

RESUMO

Objetivo: dimensionar a associação entre comportamento sedentário, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica (*SMet*) em uma amostra representativa de adolescentes.

Métodos: a amostra foi composta por 1.035 adolescentes (565 moças e 470 rapazes), entre 12 e 20 anos de idade. Comportamento sedentário foi tratado mediante tempo de tela recreativo, enquanto informações equivalentes à prática de atividade física foram consideradas por intermédio do *Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A)*. Volume máximo de oxigênio ($VO_{2Máx}$), estimado por intermédio do PACER, foi empregado como indicador de aptidão cardiorrespiratória. *SMet* foi identificada através dos critérios da *International Diabetes Federation*.

Resultados: Adolescentes de ambos os sexos identificados com *SMet* apresentaram significativamente maior tempo de tela recreativo e menor $VO_{2Máx}$ que seus pares não identificados com *SMet*. Escores equivalentes à prática de atividade física de adolescentes identificados e não-identificados com *SMet* foram estatisticamente similares. Probabilisticamente, adolescentes com elevado tempo de tela recreativo e baixo $VO_{2Máx}$ demonstraram, respectivamente, 79% [OR = 1,79; IC_{95%} 1,10 – 2,82] e 95% [OR = 1,95; IC_{95%} 1,20 – 3,09] maiores chances de serem identificados com *SMet*.

Conclusão: os achados sinalizam para associações consistentes e significativas entre maior tempo de tela recreativo, baixos valores de $VO_{2máx}$ e elevada prevalência de *SMet*, o que sugere intervenções específicas que possam auxiliar na minimização de exposição aos riscos cardiometabólicos desde as idades mais precoces.

Palavras-chave: Tempo de tela, atividade motora, aptidão física, risco cardiometabólico, jovens.

ABSTRACT

Objective: To measure the association between sedentary behavior, physical activity, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome (MetS) in a representative sample of adolescents.

Methods: The sample consisted of 1,035 adolescents (565 girls and 470 boys) between 12 and 20 years of age. Sedentary behavior was treated through recreational

screen time, while information equivalent to the practice of physical activity was considered through the Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A). The maximal oxygen uptake (VO_{2max}), estimated through PACER, was used as an indicator of cardiorespiratory fitness. MetS was identified using the criteria of the International Diabetes Federation.

Results: Adolescents of both sexes identified with MetS presented significantly longer recreational screen time and lower VO_{2max} than their unidentified MetS pairs. Scores equivalent to the physical activity practice of adolescents identified and not identified with MetS were statistically similar. Probabilistically, adolescents with high recreational screen time and low VO_{2max} demonstrated, respectively, 79% [OR = 1.79; 95%CI 1.10 – 2.82] and 95% [OR = 1.95; 95%CI 1.20 – 3.09] higher chances of being identified with MetS.

Conclusion: The findings indicate consistent and significant associations between longer recreational screen time, low VO_{2max} values and high prevalence of MetS, which suggests specific interventions that may help minimize cardiometabolic risk exposure from the earliest ages.

Key words: Screen time, motor activity, physical fitness, cardiometabolic risk, young people.

RESUMEN

Objetivo: evaluar la asociación entre el comportamiento sedentario, la actividad física, capacidad cardiorrespiratoria y el síndrome metabólico (*SMet*) en una muestra representativa de adolescentes.

Métodos: La muestra estuvo constituida por 1.035 adolescentes (565 niñas y 470 Niños), entre 12 y 20 años de edad. El sedentarismo está tratada por el tiempo de pantalla, como la información equivalente a la actividad física se considera a través del *Physical Activity Questionnaire for Adolescents* (PAQ-A). Consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$), que se calcula a través de la PACER, fue empleado como indicador de la capacidad cardiorrespiratoria. *SMet* fue identificado a través de los criterios de la *International Diabetes Federation*.

Resultados: Los adolescentes de ambos sexos identificadas con *SMet* tenían significativamente mayor tiempo de pantalla y $VO_{2máx}$ más bajo que sus compañeros

no identificados con *SMet*. Las puntuaciones equivalentes a la actividad física de los adolescentes identificados y no identificados con *SMet* fueron estadísticamente similares. Probabilísticamente, los adolescentes con mayor tiempo de pantalla y $VO_{2máx}$ más bajo mostraron, respectivamente, el 79% [OR = 1,79; IC_{95%} 1,10 – 2,82] y 95% [OR = 1,95; IC_{95%} 1,20 – 3,09] más probabilidades de ser identificado con *SMet*.

Conclusión: Los hallazgos sugieren asociaciones consistentes y significativas entre mayor tiempo de pantalla, bajos valores de $VO_{2máx}$ y alta prevalencia de síndrome metabólico, lo que sugiere intervenciones específicas que pueden ayudar a reducir al mínimo la exposición a los riesgos cardiovasculares y metabólicas en edades tempranas.

Palabras clave: tiempo de pantalla, actividad motora, aptitud física, riesgo cardiometabólico, jóvenes.

INTRODUÇÃO

A Síndrome Metabólica (*SMet*) é caracteriza por um conglomerado de fatores de risco que, quando alterados, aumenta significativamente as chances de desenvolver doenças cardiovasculares e diabetes mellitus tipo II. Sua identificação ocorre quando simultaneamente três de cinco fatores de risco estão presentes: excesso de gordura abdominal, pressão arterial elevada, lipoproteína de alta densidade colesterol (HDL-colesterol) reduzida, glicemia em jejum e triglicerídeos alterados¹⁻³. Em adultos a prevalência de *SMet* está aumentando em diferentes regiões geográficas⁴⁻⁶, atingindo, no momento, aproximadamente ¼ da população mundial⁷.

Em idades jovens a prevalência de *SMet* é naturalmente menor, podendo variar de acordo com a idade, o critério diagnóstico adotado, a localização geográfica do levantamento de dados e o estado nutricional dos sujeitos investigados⁸. Contudo, assim como ocorre em populações adultas, em jovens constata-se clara tendência de aumento da prevalência de *SMet*⁹. Estudos recentes apontam prevalência superior a

10% em adolescentes de algumas regiões¹⁰⁻¹⁴. Neste particular, um agravante é o fato de indicadores ambientais associados a maior chance de aparecimento e desenvolvimento de *SMet* se tornarem cada vez mais frequentes nesta idade, como é o caso de maior tempo dispendido com atividades sedentárias¹⁵, menor prática de atividade física¹⁶ e índices comprometidos de aptidão física¹⁷.

Revisão sistemática acompanhada de meta-análise disponibilizada recentemente demonstrou que a chance de identificar *SMet* em adolescentes aumenta significativamente em situações de elevado tempo de comportamento sedentário (tempo de tela > 2 horas/dia aos finais de semana), prática insuficiente de atividade física (< 300 min/semana de intensidade moderada-vigorosa) e mais baixa aptidão cardiorrespiratória (valores de $VO_{2máx}$ equivalentes ao tercil inferior). No entanto, análise de subgrupos demonstrou não haver associação entre *SMet* e atividade física auto-relatada por intermédio de questionário. Comportamento sedentário e *SMet* não apresentaram associações significativas ao considerar o tempo de tela em dias da semana, enquanto a aptidão cardiorrespiratória, apesar de ter se configurado como a única variável que demonstrou associação independente com a *SMet*, envolveu quantidade limitada de estudos na meta-análise, suscitando a necessidade de realizar mais estudos nesta área¹⁸.

Com isso, o objetivo do presente estudo foi dimensionar a associação entre comportamento sedentário, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes.

MÉTODOS

Foi realizado levantamento descritivo de corte transversal de base escolar da cidade de Jacarezinho, Paraná, Brasil. A coleta de dados se estendeu de agosto a

novembro de 2014. Os protocolos de intervenção utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Norte do Paraná – UNOPAR (Parecer 1.302.963).

Amostra e seleção dos sujeitos

A população de referência incluiu adolescentes de ambos os sexos, entre 12 e 20 anos de idade, matriculados em escolas públicas e privadas de 2º ciclo do ensino fundamental (6º ao 9º ano) e ensino médio (1º ao 3º ano). O tamanho da amostra foi estabelecido assumindo intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 3 pontos percentuais e acréscimo de 10% para atender eventuais casos de perdas na coleta dos dados. Considerando que o planejamento amostral envolveu conglomerados, definiu-se efeito do delineamento da amostra (*deff*) equivalente a 1,5, prevendo inicialmente amostra mínima de mil sujeitos. Porém, a amostra definitiva utilizada no tratamento das informações foi composta por 1035 adolescentes (565 moças e 470 rapazes).

Quanto à seleção dos sujeitos, adotou-se amostragem probabilística por conglomerados, tendo como referência sexo, ano de estudo e turno em que os adolescentes estavam matriculados em cada estrato da estrutura escolar (pública e privada). Os critérios adotados para exclusão de algum adolescente sorteado para o estudo foram: (a) recusa em participar do estudo; (b) não confirmação mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; (c) algum problema de saúde que impedisse, temporária ou definitivamente, sua participação no estudo; (d) utilizar algum tipo de medicamento que pudesse induzir a modificações nas variáveis de estudo; (e) estar sendo submetido a algum tipo de dieta específica; (f) gravidez; e (g) não comparecimento à escola no dia agendado para iniciar a coleta dos dados. Nestes casos, novo sorteio foi realizado para repor as eventuais perdas amostrais.

Comportamento sedentário

Para analisar o comportamento sedentário, duas questões fizeram referência ao tempo de tela recreativo (TV, *vídeo-game* e uso de computador para atividades não relacionadas aos trabalhos escolares) na última semana, com alternativas de quantidade de tempo dispendido nestas atividades em dias da semana e nos finais de semana¹⁹. Guedes e Lopes²⁰ adaptaram e validaram ambas as questões para jovens brasileiros e demonstraram concordância mediante índice kappa $\geq 50\%$ em réplicas de aplicação.

Atividade física

A prática de atividade física foi identificada por intermédio do *Physical Activity Questionnaire (PAQ)*^{21,22}, traduzido, adaptado e validado para jovens brasileiros por Guedes e Guedes²³. No estudo foi utilizada a versão *PAQ-A*, específica para uso em adolescentes. Originalmente, o *PAQ-A* para uso em adolescentes brasileiros apresentou satisfatória reprodutibilidade teste-reteste (CCI = 0,88), consistência interna ($\alpha = 0,76$) e correlação com atividade física de moderada-a-vigorosa intensidade estimada por acelerometria ($\rho = 0,54$). Cada item do *PAQ-A* apresenta uma escala de resposta de cinco pontos, o que permite estabelecer escore equivalente ao nível de prática de atividade física computado por intermédio de média aritmética dos oito itens que compõe o questionário. Assim, o escore de atividade física pode variar de forma linear de um (1) a cinco (5) pontos.

Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi tratada mediante o teste *Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER)*, conforme procedimentos apresentados pelo Programa *FitnessGram*²⁴. Trata-se de uma adaptação do teste *Shuttle Run* de 20 metros publicado por Leger e Lambert²⁵ e revisado por Leger et al.²⁶. O resultado do

teste foi registrado mediante a quantidade de estágios completos, para posterior estimativa do volume máximo de oxigênio ($VO_{2Máx}$), através da fórmula²⁷:

$$VO_{2Máx} \text{ (ml/kg/min)} = 0,353(\text{quantidade de estágios}) - 1,121(\text{idade}) + 45,619$$

Síndrome metabólica

A *SMet* foi identificada a partir da análise do teor sanguíneo de lipídeos plasmáticos (triglicerídeos e HDL-colesterol) e glicemia, da pressão arterial em repouso (sistólica e diastólica) e do acúmulo de gordura abdominal (circunferência de cintura), de acordo com critérios propostos pela *International Diabetes Federation (IDF)*²⁸. Neste caso, a *SMet* é definida pela presença obrigatória da circunferência de cintura elevada (< 16 anos: ambos os sexos \geq Percentil 90; \geq 16 anos: rapazes \geq 90cm e moças \geq 80cm) e, pelo menos, mais dois componentes comprometidos: triglicerídeos aumentados (\geq 150mg/dL), HDL-colesterol reduzido (< 16 anos: ambos os sexos < 40mg/dL; \geq 16 anos: rapazes < 40mg/dL e moças < 50mg/dL), glicemia em jejum elevada (\geq 100mg/dL) e pressão arterial alterada (sistólica \geq 130mmHg ou diastólica \geq 85mmHg).

As dosagens de lipídeos plasmáticos e glicemia foram realizadas mediante coleta de amostras de sangue por punção venosa, após 10-12 horas de jejum, de acordo com técnicas laboratoriais convencionais. Os níveis de pressão arterial sistólica e diastólica foram aferidos pelo método auscultatório com auxílio de esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, com o adolescente sentado, após período mínimo de 5 minutos de repouso. Foram realizadas duas medidas, considerando o valor médio de ambas as medidas para efeito de cálculo. As medidas de circunferência de cintura foram determinadas no ponto médio entre a última costela e a crista-ílica, utilizando-se uma trena antropométrica inextensível.

Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado mediante o *software* SPSS, versão 22. Para análise das variáveis contínuas recorreu-se aos procedimentos da estatística descritiva (média \pm desvio padrão). Considerando que os dados tratados apresentaram distribuição normal, as comparações entre sexo (moças e rapazes) e idade (12 a 15 anos e 16 a 20 anos), quanto ao comportamento sedentário, à prática de atividade física e à aptidão cardiorrespiratória foram realizadas mediante análise de variância *two-way* com interação, acompanhada do teste de comparação múltipla de *Scheffe*.

As comparações entre informações equivalentes ao comportamento sedentário, à prática de atividade física e à aptidão cardiorrespiratória e os componentes individuais de *SMet* (circunferência de cintura, triglicérides, HDL-colesterol, glicemia e pressão arterial) foram realizadas separadamente por sexo mediante análise de covariância com ajustes para idade e índice de massa corporal (IMC). Ainda, valores de *odds ratio* (OR) acompanhados de intervalos de confiança a 95% foram calculados por intermédio de regressão logística binária com ajustes para sexo, idade e IMC, com intuito de dimensionar as associações entre as variáveis de exposição (comportamento sedentário, atividade física e aptidão cardiorrespiratória) estratificadas por distribuição de tercís (1º tercil = baixo; 2º tercil = moderado; 3º tercil = elevado) e variável de desfecho (*SMet* e seus componentes).

RESULTADOS

A presença de *SMet* foi identificada em 4,5% da amostra, sendo estatisticamente maior nos rapazes (5,2% *versus* 3,9%) e nos adolescentes com mais idade (4,9% *versus* 4,2%). Informações estatísticas equivalentes as variáveis de

exposição que caracterizam a amostra selecionada para o estudo são disponibilizadas na tabela 1. Os rapazes se mostraram estatisticamente mais ativos fisicamente ($F = 13,278$; $p < 0,001$) e com mais elevado $VO_{2Máx}$ ($F = 21,824$; $p < 0,001$), enquanto o tempo de tela não diferiu significativamente entre os sexos. Em relação à idade, adolescentes mais jovens relataram tempo de tela menor ($F = 11,693$; $p < 0,001$) e prática de atividade física ($F = 8,782$; $p < 0,001$) e $VO_{2Máx}$ ($F = 9,482$; $p < 0,001$) significativamente maior que os adolescentes com mais idade.

Comparações entre variáveis de exposição (comportamento sedentário, prática de atividade física e aptidão cardiorrespiratória) e componentes individuais de risco e *SMet* são apresentadas na tabela 2. Adolescentes com pressão arterial alterada se mostraram estatisticamente menos ativos ($p = 0,019$ e $p = 0,008$ para moças e rapazes, respectivamente). Tempo de tela recreativo significativamente maior e VO_{2max} menor foi observado nas moças e nos rapazes com circunferência de cintura elevada, HDL-colesterol reduzido e pressão arterial alterada. Em ambos os sexos, alterações nos teores de triglicerídeos e glicemia não resultaram em diferenças que possam ser consideradas estatisticamente nas variáveis de exposição. Ainda, naqueles adolescentes identificados com *SMet* foi observado tempo de tela recreativo significativamente maior ($p < 0,001$ em ambos os sexos) e $VO_{2Máx}$ menor (moças: $p = 0,021$ e rapazes: $p = 0,008$), o que não foi o caso da prática de atividade física.

Os valores de *odds ratio* para a associação entre componentes de *SMet* e as variáveis de exposição são apresentadas na tabela 3. Adolescentes que relataram elevado tempo de tela recreativo (3º tercil) demonstram 79% [OR = 1,78; IC_{95%} 1,10 – 2,02] mais chance de serem identificados com *SMet* (≥ 3 componentes) que seus pares que atestaram baixo tempo de tela (1º tercil). No caso da aptidão cardiorrespiratória, adolescentes com baixos valores de VO_{2max} (1º tercil) são

apontados como tendo probabilidade 81% [OR = 1,81; IC_{95%} 1,12 – 2,86] maior de apresentarem conjuntamente dois componentes individuais de risco e aproximadamente o dobro de chance de serem identificados com *SMet* [OR = 1,95; IC_{95%} 1,20 – 3,09] em comparação com adolescentes com elevados valores de VO_{2max} (3º tercil). A prática de atividade física relatada pelos adolescentes não apresentou associação significativa com a identificação de componentes individuais de risco relacionados à *SMet*.

Tabela 1. Valores de média, desvio-padrão e da estatística F equivalentes às informações associadas ao tempo de tela recreativo, à prática de atividade física e à aptidão cardiorrespiratória.

		Idade		Teste F		
		12 – 15 Anos	16 – 20 Anos	Sexo	Idade	Interação
Tempo de Tela Recreativo (min/dia)	Moças	228,56 ± 43,17	274,62 ± 51,75	3,336	11,693	8,468
	Rapazes	249,21 ± 51,62	307,83 ± 60,47	ns	p < 0,001	p < 0,001
Prática de atividade física (escore)	Moças	2,46 ± 0,49	2,03 ± 0,53	13,278	8,782	2,117
	Rapazes	3,19 ± 0,64	2,87 ± 0,51	p < 0,001	p < 0,001	ns
VO _{2Máx} estimado (ml/kg/min)	Moças	36,37 ± 7,04	31,81 ± 9,53	21,824	9,482	7,552
	Rapazes	48,82 ± 8,48	42,26 ± 7,15	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001

Tabela 2. Comparação entre tempo de tela recreativo, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e componentes individuais de risco e síndrome metabólica.

	Tempo de Tela Recreativo (min/dia)		Prática de atividade física (escore)		VO _{2Máx} estimado (ml/kg/min)	
	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes	Moças	Rapazes
Circunferência de Cintura*						
≥ 90º percentil	264,74 ± 54,16	305,32 ± 64,74	2,31 ± 0,56	3,13 ± 0,61	26,84 ± 7,12	39,07 ± 7,17
< 90º percentil	238,35 ± 46,84	250,76 ± 56,48	2,18 ± 0,48	2,88 ± 0,52	39,21 ± 8,95	52,95 ± 8,65
	p = 0,027	p < 0,001	ns	ns	p < 0,001	p < 0,001
Triglicerídeos						
≥ 150 mg/dL	259,21 ± 51,93	291,77 ± 59,12	2,24 ± 0,47	3,06 ± 0,58	30,27 ± 7,74	43,74 ± 7,89
< 150 mg/dL	244,52 ± 48,42	266,45 ± 53,85	2,27 ± 0,52	2,95 ± 0,53	35,98 ± 8,12	48,12 ± 8,25
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
HDL-colesterol**						
< 40 mg/dL	267,68 ± 55,32	299,73 ± 60,83	2,36 ± 0,58	2,90 ± 0,50	29,15 ± 7,69	41,84 ± 7,68
≥ 40 mg/dL	235,73 ± 40,97	257,19 ± 55,62	2,15 ± 0,44	3,11 ± 0,59	36,83 ± 8,37	48,36 ± 8,21
	p = 0,001	p = 0,021	ns	ns	p = 0,034	p = 0,041
Glicemia de jejum						
≥ 100 mg/dL	260,37 ± 50,06	293,41 ± 57,74	2,28 ± 0,53	3,04 ± 0,57	31,38 ± 7,88	42,75 ± 6,93
< 100 mg/dL	243,94 ± 47,64	264,73 ± 52,34	2,22 ± 0,49	2,98 ± 0,53	35,01 ± 8,14	48,67 ± 8,15
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pressão Arterial						
≥ 85 mmHg / ≥ 130 mmHg	263,65 ± 51,47	311,52 ± 65,92	2,09 ± 0,41	2,80 ± 0,49	27,84 ± 7,63	40,74 ± 7,58
< 85 mmHg / < 130 mmHg	239,38 ± 43,52	246,78 ± 50,67	2,42 ± 0,61	3,21 ± 0,62	38,21 ± 8,22	49,81 ± 8,34
	p = 0,032	p < 0,001	p = 0,019	p = 0,008	p < 0,001	p = 0,011
Síndrome Metabólica						
Sim	270,84 ± 52,74	303,59 ± 62,32	2,34 ± 0,53	3,05 ± 0,56	30,03 ± 7,46	41,03 ± 7,37
Não	232,53 ± 42,96	252,84 ± 55,37	2,16 ± 0,48	2,94 ± 0,54	37,94 ± 8,53	50,53 ± 8,40
	p < 0,001	p < 0,001	ns	ns	p = 0,021	p = 0,008

Análise de covariância mediante ajuste para idade e índice de massa corporal.

* Pontos-de-corte para adolescentes ≥ 16 anos: rapazes ≥ 90cm e moças ≥ 80cm.

** Pontos-de-corte para adolescentes ≥ 16 anos: rapazes < 40mg/dL e moças < 50mg/dL

Tabela 3. *Odds ratio* e intervalo de confiança a 95% para a associação entre componentes de síndrome metabólica, tempo de tela recreativo, prática de atividade física e aptidão cardiorrespiratória em adolescentes.

		Componentes de Síndrome Metabólica		
		≤ 1 Componente ¹	2 Componentes ¹	≥ 3 Componentes ¹
Tempo de Tela Recreativo				
	Baixo	Referência	Referência	Referência
	Moderado	1,40 (0,80 – 2,23)	1,51 (0,90 – 2,40)	1,62 (0,98 – 2,54)
	Elevado	1,49 (0,88 – 2,37)	1,60 (0,97 – 2,53)	1,79 (1,10 – 2,82)
Prática de Atividade Física				
	Elevado	Referência	Referência	Referência
	Moderado	1,34 (0,83 – 2,11)	1,41 (0,88 – 2,22)	1,52 (0,93 – 2,42)
	Baixo	1,43 (0,90 – 2,18)	1,50 (0,94 – 2,31)	1,61 (0,98 – 2,49)
VO ₂ max estimado				
	Elevado	Referência	Referência	Referência
	Moderado	1,51 (0,89 – 2,44)	1,64 (0,97 – 2,63)	1,80 (1,06 – 2,82)
	Baixo	1,59 (0,91 – 2,60)	1,81 (1,12 – 2,86)	1,95 (1,20 – 3,09)

Valores ajustados para sexo, idade e índice de massa corporal.

¹ Incluindo obrigatoriamente circunferência da cintura elevada, conforme proposta da *International Diabetes Federation*.

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a associação entre comportamento sedentário, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes. Os resultados encontrados mostraram que maior tempo de tela recreativo, o que configura o comportamento sedentário, e mais baixos valores equivalentes ao $VO_{2máx}$, indicador relativo à aptidão cardiorrespiratória, elevam significativamente o risco de identificar *SMet* em adolescentes de ambos os sexos. Apesar dos adolescentes com pressão arterial alterada terem se mostrado estatisticamente menos ativos fisicamente, a prática de atividade física não apresentou associação significativa com a *SMet*.

Similar ao que foi encontrado no presente estudo, Kang et al.²⁹ identificaram alterações em três componentes individuais de risco relacionados à *SMet* (circunferência de cintura elevada, pressão arterial alterada e triglicerídeos aumentados) em adolescentes que relataram maior tempo de tela recreativo, podendo, neste caso, apresentar predisposição para diagnóstico da *SMet* duas vezes maior. Também, corroborando com os achados aqui apresentados, Mark e Janssen³⁰ constataram prevalências de *SMet* progressivamente maiores de acordo com aumento no tempo de tela recreativo dos adolescentes, de modo que tempo de tela recreativo ≥ 5 horas aumentou em três vezes as chances de desenvolver *SMet*.

No estudo atual, em valores médios, o tempo de tela recreativo dos adolescentes identificados com *SMet* se aproximou de 4h:30min nas moças e 5h nos rapazes, enquanto entre aqueles adolescentes não identificados com *SMet* foi por volta de 4h em ambos os sexos. Com intuito de propor recomendações a serem adotadas internacionalmente, uma comissão de especialistas sugeriu arbitrariamente ponto-de-corte relativo ao tempo de tela recreativo equivalente a ≤ 2 h/dia para redução

de risco cardiovascular em adolescentes³². Contudo, na sequência, estudos que utilizaram este mesmo ponto-de-corte não identificaram associação significativa entre tempo de tela recreativo e *SMet*^{11,18,29-31}, sugerindo que, especificamente para *SMet*, o ponto-de-corte associado ao maior risco deve ser superior as 2h/dia.

Quanto à prática de atividade física, não foram encontradas associações significativas entre escores equivalentes ao *PAQ-A* e a identificação de *SMet*. Neste particular, para o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que utilizou o *PAQ-A* para tratar de possíveis associações entre prática de atividade física e *SMet*. Porém, ao consultar a literatura da área, constata-se que estudos envolvendo outros tipos de questionários também não encontraram diferenças significativas na prática de atividade física de adolescentes identificados e não-identificados com *SMet*³³⁻³⁷. Da mesma forma, não foram observadas associações estatísticas entre menor nível de prática de atividade física e maior risco para *SMet*^{10-12,30,31,38,39}. Por outro lado, destaca-se que os estudos que identificaram associação significativa entre baixos níveis de prática de atividade física e maior chance de identificar *SMet* utilizaram como recurso de medida da atividade física a técnica de acelerometria^{40,41}. Estes achados são confirmados mediante recurso de meta-análise que demonstrou a dependência do uso de acelerômetros para identificar associações significativas entre prática de atividade física e *SMet* em populações jovens¹⁸.

O uso de procedimentos auto-relatados para tratar a prática de atividade física em adolescentes tende a apresentar viés, considerando eventual dificuldade existente nesta idade para recordar e relatar com fidelidade a intensidade, a frequência e a duração das atividades realizadas⁴². Estudo anterior mostrou que informações relacionadas à prática de atividade física auto-relatadas por jovens tendem a superestimar as atividades mais intensas e subestimar as atividades menos

intensas⁴³, o que, provavelmente, possa ter influenciado no dimensionamento da associação entre prática de atividade física e *SMet* observado no presente estudo.

Em relação à aptidão cardiorrespiratória, outros estudos também demonstraram que adolescentes identificados com *SMet* tendem a apresentar $VO_{2Máx}$ estatisticamente menor^{38,41,44,45} e associações significativas entre baixa aptidão cardiorrespiratória e maior chance de identificar *SMet*^{38,41,45-47}. Procedimentos de meta-análise indicou forte associação entre aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes, em que baixo $VO_{2Máx}$ quadruplicou as chances de diagnóstico deste desfecho. Além disso, associação entre aptidão cardiorrespiratória e *SMet* ocorreu independentemente do tipo de teste empregado para estimar o VO_{2max} (campo ou laboratório) ou das variáveis de confusão consideradas¹⁸.

A vantagem de se utilizar a aptidão cardiorrespiratória como preditor de risco cardiometabólico, refere-se ao fato do $VO_{2máx}$ se constituir em um indicador fisiológico naturalmente mais estável, solicitando estímulo específico por determinado período de tempo para que apresente alterações. Diferente do que acontece, por exemplo, com a prática de atividade física, que pode demonstrar elevada variabilidade intra-sujeito em curto espaço de tempo, como de um dia para outro, especialmente em população jovem⁴⁸. No que diz respeito especificamente ao teste de multi-estágios de 20 metros, como o que foi empregado no presente estudo, configura-se como alternativa viável para identificar adolescentes em maior risco de *SMet*, tendo em vista a vantagem de ser possível administrar em grande quantidade de sujeitos simultaneamente, em curto espaço de tempo e com baixo custo.

Como pontos fortes do estudo, tendo em vista lacunas identificadas em recente estudo de revisão sistemática e meta-análise¹⁸ envolvendo associação entre comportamento sedentário, prática de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e

SMet em adolescentes, o presente estudo apresenta importantes contribuições: a) tempo de tela recreativo tipicamente dicotomizado ($\leq 2\text{h}/\text{dia}$) em diferentes estudos sem que associação significativa fosse observada, foi aqui tratado mediante distribuição por tercís; b) associação entre prática de atividade física e *SMet* foi pela primeira vez dimensionada por intermédio do *PAQ-A*; c) estimativa do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ através do teste *PACER* empregado anteriormente em um único estudo³⁸ com intuito de dimensionar a associação entre aptidão cardiorrespiratória e *SMet* em adolescentes foi aqui novamente considerado.

Entre possíveis limitações deve-se levar em conta a natureza transversal da coleta dos dados, o que não permite estabelecer referência causal entre as variáveis de exposição e desfecho. Outra limitação é o grau de veracidade das respostas com que os adolescentes se posicionaram em relação ao tempo de tela recreativo e à prática de atividade física, considerando que as informações apresentadas nos questionários são auto-relatadas. Por fim, uma vez que, até o momento, não existe critério diagnóstico para *SMet* universalmente aceito para a população jovem, optou-se pelo critério proposto pela *IDF*; todavia, nesta idade os diferentes critérios disponíveis podem gerar prevalências de *SMet* significativamente diferentes.

CONCLUSÃO

Evidências encontradas no estudo apontaram que a prática de atividade física, identificada mediante informações auto-relatadas pelo *PAQ-A*, não apresentou associação estatística com *SMet*. Contudo, foram observadas associações consistentes e significativas entre maior tempo de tela recreativo, o que configura comportamento sedentário mais intenso, baixos valores equivalentes ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$, indicador de comprometimento da aptidão cardiorrespiratória e elevada prevalência

de *SMet*, o que sugere intervenções específicas que possam auxiliar na minimização de exposição aos riscos cardiometabólicos desde as idades mais precoces.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos que colaboraram na coleta de dados. O autor RGO agradece a bolsa de doutorado concedida pela Fundação Araucária (FA) de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná e a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI), em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

REFERÊNCIAS

1. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;120(16):1640-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
2. Lam DW, LeRoith D. Metabolic Syndrome. In: De Groot LJ, Beck-Peccoz P, Chrousos G, Dungan K, Grossman A, Hershman JM, et al. (editors) *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDTtext.com, Inc.; 2015. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278936/> [2016 jul 03].
3. Kaur J. A. Comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract*. 2014;2014:943162. doi: 10.1155/2014/943162.

4. Aguilar M, Bhuket T, Torres S, Liu B, Wong RJ. Prevalence of the metabolic syndrome in the United States, 2003-2012. *JAMA*. 2015;313(19):1973-4. doi: 10.1001/jama.2015.4260.
5. Suh S, Lee MK. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases in Korea. *J Atheroscler Thromb*. 2014;21:S31-5. doi: http://doi.org/10.5551/jat.21_Sup.1-S31.
6. Li R, Li W, Lun Z, Zhang H, Sun Z, Kanu JS, et al. Prevalence of metabolic syndrome in mainland china: a meta-analysis of published studies. *BMC Public Health*. 2016;16:296. doi: 10.1186/s12889-016-2870-y.
7. International Diabetes Federation: The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. Available from: <http://www.idf.org/metabolic-syndrome> [2016 jul 15].
8. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord*. 2013;11(2):71-80. doi: 10.1089/met.2012.0122.
9. Poyrazoglu S, Bas F, Darendeliler F. Metabolic syndrome in young people. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2014;21(1):56-63. doi: 10.1097/01.med.0000436414.90240.2c.
10. Fam B, Amouzegar A, Arzhan S, Ghanbariyan A, Delshad M, Hosseinpanah F, et al. Association between physical activity and metabolic risk factors in adolescents: Tehran lipid and glucose study. *Int J Prev Med*. 2013;4(9):1011-7.
11. Mehairi AE, Khouri AA, Naqbi MM, Muhairi SJ, Maskari FA, Nagelkerke N, et al. Metabolic syndrome among Emirati adolescents: a school-based study. *PLoS One*. 2013;8(2):e56159. doi: 10.1371/journal.pone.0056159.

12. You MA, Son YJ. Prevalence of metabolic syndrome and associated risk factors among Korean adolescents: analysis from the Korean national survey. *Asia Pac J Public Health*. 2012;24(3):464-71. doi: 10.1177/1010539511406105.
13. Hosseinpanah F, Asghari G, Barzin M, Ghareh S, Azizi F. Adolescence metabolic syndrome or adiposity and early adult metabolic syndrome. *J Pediatr*. 2013;163(6):1663-9.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.07.032.
14. Mohammadi SG, Mirmiran P, Bahadoran Z, Mehrabi Y, Azizi F. The Association of Dairy Intake With Metabolic Syndrome and Its Components in Adolescents: Tehran Lipid and Glucose Study. *Int J Endocrinol Metab*. 2015;13(3):e25201. doi: 10.5812/ijem.25201v2.
15. Tanaka C, Reilly JJ, Huang WY. Longitudinal changes in objectively measured sedentary behaviour and their relationship with adiposity in children and adolescents: systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev*. 2014;15(10):791-803. doi: 10.1111/obr.12195.
16. de Moraes AC, Guerra PH, Menezes PR. The worldwide prevalence of insufficient physical activity in adolescents; a systematic review. *Nutr Hosp*. 2013;28(3):575-84. doi: 10.3305/nh.2013.28.3.6398.
17. Malina RM. Physical fitness of children and adolescents in the United States: status and secular change. *Med Sport Sci*. 2007;50:67-90. doi: 10.1159/000101076.
18. Oliveira RG, Guedes DP. Physical activity, sedentary behavior, cardiorespiratory fitness and metabolic syndrome in adolescents: systematic review and meta-analysis of observational evidence. *PLoS One*. 2016;11(12):e0168503. doi: 10.1371/journal.pone.0168503.
19. Eaton DK, Kann L, Kinchen S, Shanklin S, Ross J, Hawkins J, et al. Youth risk behavior surveillance – United States, 2007. *MMWR Surveill Summ*. 2008;57(4):1-131.

20. Guedes DP, Lopes CC. Validation of the Brazilian version of the 2007 Youth Risk Behavior Survey. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(5):840-50. doi: 10.1590/S0034-89102010000500009.
21. Crocker PR, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(10):1344-9.
22. Kowlaski KC, Crocker PRE, Kowalski NP. Convergent validity of the physical activity questionnaire for adolescents. *Pediatr Exerc Sci*. 1997;9:342-52.
23. Guedes DP, Guedes JERP. Medida da atividade física em jovens brasileiros: reprodutibilidade e validade do PAQ-C e do PAQ-A. *Rev Bras Med Esporte*. 2015;21(6):425-32. doi: 10.1590/1517-869220152106147594.
24. Meredith M D, Welk GJ. *Fitnessgram/Activitygram: test administration manual*. 4th ed. Dallas, Texas: The Cooper Institute; 2013.
25. Léger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49(1):1-12. doi: 10.1007/BF00428958.
26. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101. doi: 10.1080/02640418808729800.
27. Saint-Maurice PF, Welk GJ, Finn KJ, Kaj M. Cross-Validation of a PACER Prediction Equation for Assessing Aerobic Capacity in Hungarian Youth. *Res Q Exerc Sport*. 2015;86(Suppl 1):S66-73. doi: 10.1080/02701367.2015.1043002.
28. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x.

29. Kang HT, Lee HR, Shim JY, Shin YH, Park BJ, Lee YJ. Association between screen time and metabolic syndrome in children and adolescents in Korea: the 2005 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010;89:72-8. doi: 10.1016/j.diabres.2010.02.016.
30. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf).* 2008;30:153-60. doi: 10.1093/pubmed/fdn022.
31. Fadzlina AA, Harun F, Nurul Haniza MY, Al Sadat N, Murray L, Cantwell MM, et al. Metabolic syndrome among 13 year old adolescents: prevalence and risk factors. *BMC Public Health.* 2014;14 Suppl 3:S7. doi: 10.1186/1471-2458-14-S3-S7.
32. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics.* 2011;128(Suppl 5):S213-56. doi: 10.1542/peds.2009-2107C.
33. Bermúdez-Cardona J, Velásquez-Rodríguez C. Profile of free fatty acids and fractions of phospholipids, cholesterol esters and triglycerides in serum of obese youth with and without metabolic syndrome. *Nutrients.* 2016;8pii:E54. doi: 10.3390/nu8020054.
34. Rafrat M, Hasanabad SK, Jafarabadi MA. Vitamin D status and its relationship with metabolic syndrome risk factors among adolescent girls in Boukan, Iran. *Public Health Nutr.* 2014;17:803-9. doi: 10.1017/S1368980013003340.
35. Múnera NE, Uscátegui RM, Parra BE, Manjarrés LM, Patiño F, Velásquez CM, et al. Factores de riesgo ambientales y componentes del síndrome metabólico en adolescentes con exceso de peso. *Biomedica.* 2012;32:77-91. doi: 10.1590/S0120-41572012000100010.

36. Tavares LF, Fonseca SC, Garcia Rosa ML, Yokoo EM. Relationship between ultra-processed foods and metabolic syndrome in adolescents from a Brazilian Family Doctor Program. *Public Health Nutr.* 2012;15:82-7. doi: 10.1017/S1368980011001571.
37. Pan Y, Pratt CA. Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc.* 2008;108:276-86. doi: 10.1016/j.jada.2007.10.049.
38. Stabelini Neto A, Sasaki JE, Mascarenhas LP, Boguszewski MC, Bozza R, Ulbrich AZ, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:674. doi: 10.1186/1471-2458-11-674.
39. Budak N, Oztürk A, Mazicioglu M, Yazici C, Bayram F, Kurtoglu S. Decreased high-density lipoprotein cholesterol and insulin resistance were the most common criteria in 12- to 19-year-old adolescents. *Eur J Nutr.* 2010;49:219-25. doi: 10.1007/s00394-009-0066-2.
40. Nguyen TH, Tang HK, Kelly P, Van der PHP, Dibley MJ. Association between physical activity and metabolic syndrome: a cross sectional survey in adolescents in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMC Public Health.* 2010;10:141. doi: 10.1186/1471-2458-10-141.
41. Ekelund U, Anderssen S, Andersen LB, Riddoch CJ, Sardinha LB, Luan J, et al. Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr.* 2009;89:90-6. doi: 10.3945/ajcn.2008.26649.
42. Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med.* 2001;31(6):439-54. doi: 10.2165/00007256-200131060-00004.

43. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):181-8. doi: 10.1249/mss.0b013e31815a51b3.
44. Moreira C, Santos R, Vale S, Soares-Miranda L, Marques AI, Santos PC, et al. Metabolic syndrome and physical fitness in a sample of Azorean adolescents. *Metab Syndr Relat Disord.* 2010;8:443-9. doi: 10.1089/met.2010.0022.
45. 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. doi: 10.1186/1476-5918-7-5.
46. Laurson KR, Saint-Maurice PF, Karsai I, Csányi T. Cross-validation of FitnessGram health-related fitness standards in Hungarian youth. *Res Q Exerc Sport.* 2015;86;Suppl1:S13-20. doi: 10.1080/02701367.2015.1042800.
47. Janssen I, Cramp WC. Cardiorespiratory fitness is strongly related to the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Care.* 2007;30(8):2143-4. doi: <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-0734>.
48. Steele RM, Brage S, Corder K, Wareham NJ, Ekelund U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. *J Appl Physiol (1985).* 2008;105(1):342-51. doi: 10.1152/jappphysiol.00072.2008.

5.3 ARTIGO 3 – ESTUDO ORIGINAL

Artigo submetido ao periódico Medicine and Science in Sports and Exercise
(ISSN: 0195-9131)

Fator de Impacto JCR de 2015: 4,041

Health-related physical fitness and metabolic syndrome in Brazilian adolescents: validity of diagnostic criteria

Physical Fitness and Metabolic Syndrome

Original Research

Raphael Gonçalves de Oliveira^{1,2}; Dartagnan Pinto Guedes¹

1. Universidade Norte do Paraná, Londrina, Paraná, Brazil

2. Universidade Estadual do Norte do Paraná, Jacarezinho, Paraná, Brazil

Conflict of Interest: Nothing to declare.

Corresponding author: Raphael Gonçalves de Oliveira. Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Centro de Ciências da Saúde. Alameda Padre Magno 841, Nova Alcântara, CEP: 86.400-000, Jacarezinho, Paraná, Brazil. E-mail: rgoliveira@uenp.edu.br

Key-words: Health Criteria; Diagnosis; Accuracy; Cardiovascular risk; Young people.

Total abstract word count: 200

Total text word count: 4,851

Submission date: January 31, 2017

ABSTRACT

Background: We tested the use of health criteria using cut-off points equivalent to the physical fitness components proposed by the *Fitnessgram* to detect the presence of metabolic syndrome (*MetS*) in a representative sample of Brazilian adolescents.

Methods: The sample consisted of 1035 adolescents (565 girls and 470 boys) aged between 12 and 20 years. The components of physical fitness were evaluated by applying five tests: *back-saver sit and reach*; *trunk lift*; *curl-up*; *push-up*; and *PACER*. *MetS* was defined through the criteria of the *International Diabetes Federation*. Predictive performance was described from the sensitivity, specificity, and area under the curve (*AUC*) estimates using the *Receiver Operating Characteristic* method.

Results: The *AUCs* equivalent to the cut-off points assigned to the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up*, and *push-up* tests revealed a low level of accuracy to identify *MetS* in both sexes ($0.50 \geq AUC \leq 0.60$). In the case of the *PACER* test, the *AUCs* demonstrated values between 0.72 [0.68-0.76] and 0.83 [0.78-0.89], with a significant advantage for boys and older adolescents.

Conclusions: Cut-off points proposed in the *Fitnessgram* for the *PACER* test offer a reasonable alternative to be used as an initial screening to identify adolescents at higher cardiometabolic risk.

Key-words: Health Criteria; Diagnosis; Accuracy; Cardiovascular risk; Young people.

INTRODUCTION

Traditionally, indicators associated with physical fitness have been analyzed and interpreted by comparing normative data, involving idealized references based on the distribution of percentiles of surveys representing specific populations.¹⁻⁸ In this respect, it is clear that normative approaches are useful when the intention is to establish intra- and inter-

population comparisons. For example, (a) 25% of 14-year-old boys from the city of Madrid, Spain, walk/run 1,000 meters in under 4 minutes; or (b) while about 90% of 17-year-old American girls can perform 25 repetitions in the abdominal test, no more than 50% of Spanish girls present identical results.⁸

However, as a limitation, normative approaches do not offer information that may contribute to the attempt to clarify whether results of indicators associated with physical fitness effectively evidence sufficient levels of health. In this sense, considering that the desired option refers to physical fitness related to health, particularly important issues deserve special attention: (a) how fast should 14-year-old boys walk/run 1,000 meters to prove efficiency in terms of cardiorespiratory resistance that can translate into acceptable levels of health; or (b) how many repetitions in the abdominal test are required for 17-year-old girls to demonstrate satisfactory levels of muscular strength/endurance for health.

Even assuming that there may be important associations between indicators of physical fitness and health conditions in the young population,^{9,10} analyzes and interpretations equivalent to the highest positions in the distribution of percentiles do not necessarily guarantee a satisfactory health condition, insofar as the profile of the sample from which the percentile distribution was derived could affect the ability to detect the differences. Thus, individual scores can be located at the upper end of the percentile distribution, which securely demonstrates high physical fitness compared to peers of the same sex and age, but do not necessarily indicate satisfactory health conditions; and, antagonistically, other scores may be at the lower end of the percentile distribution, giving convincing evidence of low physical fitness compared to peers of the same sex and age, but do not necessarily point to compromised health conditions.

With the introduction of improved concepts related to physical fitness and health, it is assumed that when differences between subjects are no longer important, approaches referenced by criteria should present advantages over comparisons using normative data.^{11,12}

In this case, the criteria represent cut-off points identified from indicators of physical fitness consistent with satisfactory health conditions, regardless of the position in the percentile distribution. Therefore, when using criteria-referenced approaches, a question of interest is to identify whether each young person individually is able to reach previously established cut-off points for indicators of physical fitness that can ensure some degree of health protection.

In essence, what justifies the proposition of cut-off points for indicators of health-related physical fitness is the premise that, in order to reduce the risk of the onset and development of organic dysfunctions, it is necessary to achieve desirable levels of flexibility, muscular strength/endurance and cardiorespiratory capacity that may possibly contain any degenerative process induced by sedentary behavior and insufficient practice of physical activity.¹²

Faced with this situation, the greatest difficulty encountered by specialists in the field is the proposal of scores for indicators of physical fitness that can be used as cut-off points, guaranteeing the desired and absolute levels necessary for better health¹¹. In this sense, the health criteria based on the results of motor tests recently revised and updated through the *Fitnessgram* Program¹³ have been used in several studies in Brazil^{14,15} and other countries.¹⁶⁻²¹ However, we are not aware of any attempt to validate these cut-off points that can assure with some conviction lower risks to health through reaching cut-off points associated with the indicators of physical fitness.

Although clinical manifestations associated with cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus appear more frequently during adulthood, scientific evidence shows that its precursors may originate in childhood and adolescence.^{22,23} Therefore, even though it does not have an identical effect on the morbidity indices of young people, it is assumed that metabolic syndrome (*MetS*), being a predecessor of cardiometabolic outcomes, should be an important reference for adolescent health conditions.

From this perspective, the objective of the present study was to test the use of health criteria proposed by the *Fitnessgram* Program to detect the presence of *MetS* in a representative sample of Brazilian adolescents.

METHODS

The present study is linked to a larger project, which aimed to identify the prevalence of *MetS* and associated factors in adolescents. For this, a descriptive cross-sectional survey of the school base in the city of Jacarezinho, Paraná, Brazil, was carried out. Data collection was carried out from August to November 2014. The intervention protocols used were approved by the Research Ethics Committee of the University of Paraná - UNOPAR (Opinion 1.302.963) and followed the norms of Resolution 466/12 of the National Council for Health involving research with human beings.

Sample and selection of subjects

The reference population included schoolchildren of both sexes, between 12 and 20 years of age, enrolled in public and private schools of primary school (6th to 9th grades) and high school (1st to 3rd years). Initially, the sample size was established to meet the objective of identifying the prevalence of *MetS* and associated factors, assuming a 95% confidence interval, a sampling error of 3 percentage points, and an increase of 10% to allow for eventual lost cases during data collection. In addition, considering that the sample planning involved conglomerates, we defined the effect of the sample design (*deff*) as equivalent to 1.5, estimating, therefore, a minimum sample of 1000 adolescents in school. However, the final sample used in the treatment of information was composed of 1035 adolescents (565 girls and 470 boys). In the present study, the statistical power of the sample, stratified by sex, was calculated *a posteriori* and enabled identification with 80% power and a significance of 5% areas under the ROC (*Receiver Operating Characteristic*) curve of, at least, 0.53 and 0.56 for girls and boys, respectively.

Regarding the selection of subjects, we sought to obtain probabilistic sampling by clusters, taking as a reference the number of adolescents by sex, year of study, and shift in which they were enrolled in each stratum of the school structure separately (public and private). The criteria adopted to exclude some adolescents randomized to the study were: (a) refusal to participate in the study; (B) non-confirmation by signing the Free and Informed Consent Form; (C) any physical problem that would temporarily or permanently prevent performance of motor tests; (d) using any type of medication that could induce modifications in the study variables; (E) pregnancy; and (f) non-attendance at school on the day scheduled to begin data collection. In these cases, a new draw was carried out in an attempt to restore any sample losses.

As additional information on the sample selected for the study, it is worth noting that, based on the economic classification criteria of the families of the adolescents, through information about the level of schooling of the head of the family, housing conditions, possession of household utensils, vehicles, and the number of domestic employees,²⁴ it was observed that 22% of the school adolescents were categorized in a lower economic level, 27% in a higher level, and 51% in intermediate levels. Assuming as a reference the criteria for classification of bone maturation, 12% of the girls analyzed were in the late maturational stage and 21% in the more advanced stage. Among boys, 14% and 19% were in stages of late and advanced bone maturation, respectively.

Data collection

The chronological age of schoolchildren was established in years and months, based on the comparison between the date of data collection and the date of birth. However, for the purpose of data analysis, we chose two age groups. The first group included adolescents from 12 to 15 years of age, and the second group from 16 to 20 years of age.

The physical fitness components related to health were treated through the results observed by the application of a battery consisting of five motor tests administered in the

following sequence: (a) *back-saver sit and reach*; (b) *trunk lift*; (c) *curl-up*; (d) *push-up*; and (e) *progressive aerobic cardiovascular endurance run* (PACER). The order of execution was designed in such a way that the previous test did not impair performance in the subsequent test; in addition, between the motor tests a rest interval of five minutes was established to allow adolescents to recover from the previous test. Regarding the procedures for the application of the motor tests and cut-off points used to meet the health criteria, the proposal suggested by the *Fitnessgram* Program was adopted.¹³

MetS was identified from analysis of the blood content of plasma lipids (triglycerides and high-density lipoproteins [HDL-cholesterol]) and glucose, blood pressure at rest (systolic and diastolic), and accumulation of abdominal fat (waist circumference) according to criteria proposed by the *International Diabetes Federation*.²⁵ In this case, *MetS* is defined by the mandatory presence of elevated waist circumference (<16 years: both sexes \geq Percentile 90; \geq 16 years: boys \geq 90cm and girls \geq 80 cm) and at least two more committed components: increased triglycerides (\geq 150mg/dL), decreased HDL-cholesterol (< 16 years: both sexes < 40mg/dL; \geq 16 years: boys < 40mg/dL and girls < 50mg/dL), elevated fasting glucose (\geq 100mg/dL), and altered blood pressure (systolic \geq 130mmHg or diastolic \geq 85mmHg).

Plasma lipid and blood glucose measurements were performed by collecting 10 ml of venous blood samples from the elbow fold between 07:00 and 08:00 a.m. after a 10-12 hour fasting period. The serum was immediately separated by centrifugation, and the HDL-cholesterol dosages were determined by the precipitating reactive method, serum triglycerides by the enzymatic glycerol method, and glucose by the calorimetric enzymatic method.

The systolic and diastolic blood pressure levels were measured through the auscultatory method using a mercury column sphygmomanometer. With the adolescent sitting, after a minimum of 5 minutes of rest, blood pressure was measured in the left arm. The value of systolic blood pressure corresponded to Korotkoff phase I and diastolic blood pressure to

phase V, or the disappearance of sounds. Two measures were taken, and the average of both measures was considered for calculation purposes.

Waist circumference measurements were determined with the adolescent standing, abdomen relaxed and arms alongside the body. The anthropometric tape was placed on the horizontal plane, so as to encircle the natural waist line, at the coincident point of the mean distance between the final rib and iliac crest, in a firm manner; however, without skin compression. The reading was obtained at the end of a normal expiration.

Statistical treatment

Statistical treatment was performed using SPSS software, version 22. The point proportions and respective 95% confidence intervals of the outcomes of interest (components of health-related physical fitness and *MetS*) stratified for sex and age were estimated. Statistical differences between the strata under investigation were analyzed using contingency tables, involving the chi-square test (χ^2) for linear trend.

Performance of the health criteria proposed as predictors of *MetS* by the *Fitnessgram* Program was analyzed through the properties of sensitivity, specificity, and *Area Under the Curve* (AUC), identified by the ROC curve method, followed by the respective 95% confidence intervals.²⁶ Regarding the interpretation of the AUC, it was assumed that, when it was not possible to distinguish between those groups of adolescents who reached and did not reach the health criteria, carriers and non-carriers of *MetS*, the AUC should present around 0.5. When there was perfect distinction between the two conditions analyzed - (a) adolescents who met the health criteria that did not have *MetS* (specificity); and (b) adolescents who did not meet the health criteria, with *MetS* (sensitivity) - the AUC should be close to 1.0. Significant possible differences related to the properties of sensitivity, specificity, and the AUC presented by the health criteria were identified using McNemar's statistics (χ^2).²⁷

RESULTS

Table 1 describes the proportion of adolescents who met the suggested health criteria in the *Fitnessgram* Program for motor test results. When considering cut-off points as health indicators linked to physical fitness, we verified that a high number of the adolescents analyzed in the study were exposed to an unhealthy condition, taking into account that, in certain strata, less than half the members presented scores equivalent to the results of the motor tests that meet the health criteria.

The proportion of adolescents able to achieve the health criteria was significantly higher in boys and younger ages. Regarding the analysis of the results of each motor test individually, it was observed that the adolescents reached the highest proportions of the health criteria in the motor tests in which participation of the physical capacity associated with flexibility was required. In this case, the *back-saver sit and reach* (55.1% [CI_{95%} 52.1 – 58.3] to 72.4% [CI_{95%} 68.2 – 76.8]) and *trunk lift* (41.1% [CI_{95%} 39.1 – 43.4] to 73.9% [CI_{95%} 69.6 – 78.1]). The lower proportions of health criteria in both sexes were observed in the *curl-up* (16.7% [CI_{95%} 15.3 – 18.2] to 35.2% [CI_{95%} 33.1 – 37.5]).

The presence of *MetS* was identified in between 3.3% [CI_{95%} 2.6 - 4.2] and 5.9% [4.9 - 7.0] of the sample, being significantly higher in boys ($\chi^2 = 4.918$; $P = 0.046$) and older adolescents ($\chi^2 = 5.518$; $p = 0.038$) – Table 2. Regarding the distribution of the individual components constituting *MetS*, the data pointed to statistically favorable differences for boys in the observed proportions of the risk values for waist circumference ($\chi^2 = 8.717$; $p = 0.018$), blood pressure levels ($\chi^2 = 7.631$; $p = 0.035$), and fasting blood glucose level ($\chi^2 = 5.268$; $p = 0.041$). Older adolescents presented significantly higher proportions in components equivalent to elevated waist circumference ($\chi^2 = 9.812$; $p = 0.004$) and altered blood pressure levels ($\chi^2 = 8.872$; $p = 0.029$). The most prevalent components in both girls and boys were decreased HDL-cholesterol and elevated waist circumference, while the less prevalent components were increased triglycerides and impaired fasting glucose.

Performance of the health criteria proposed by the *Fitnessgram* Program as predictors of *MetS* is presented in Table 3. It is immediately obvious that, regardless of gender and age, the *PACER* test was the one that presented the best values of sensitivity and specificity to discriminate *MetS*. With regard to sensitivity in particular, significant differences favoring older boys and adolescents were found in the *curl-up* and *PACER* tests. In the case of specificity, in the tests where physical capacity associated with flexibility was required (*back-saver sit and reach*, and *trunk lift*), the girls presented significantly higher values; while the boys demonstrated statistical superiority in values equivalent to the *curl-up* and *PACER* tests. No significant differences were identified in relation to the age of the adolescents included in the study.

The AUCs equivalent to the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up* and *push-up* tests revealed low levels of accuracy to identify *MetS* in both sexes and in adolescents from 12 to 20 years of age ($0.50 \geq \text{AUC} \leq 0.60$). These data suggest that out of every ten adolescents in the sample, only five or six were correctly classified as carriers or non-carriers of *MetS*. On the other hand, in the case of the *PACER* test, the AUCs presented values between 0.72 and 0.83, with a significant advantage for boys and older adolescents.

Table 1 – Prevalence (95% confidence interval) of cut-off points associated with indicators of health-related physical fitness suggested from the *Fitnessgram* proposal in the school-aged adolescents analyzed in the study.

	Girls		Boys		χ^2 Test	
	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years	Sex	Age
<i>Back-saver sit-and-reach</i>	64.7 (61.1 – 68.6)	55.1 (52.1 – 58.3)	72.4 (68.2 – 76.8)	61.6 (58.3 – 65.1)	8.212 p = 0.004	9.412 p = 0.001
<i>Curl-up</i>	21.1 (19.6 – 23.0)	16.7 (15.3 – 18.2)	35.2 (33.1 – 37.5)	24.7 (23.0 – 26.6)	17.683 p < 0.001	7.671 p = 0.008
<i>Trunk-lift</i>	50.2 (47.6 – 53.0)	41.1 (39.1 – 43.4)	73.9 (69.6 – 78.1)	66.3 (62.7 – 70.1)	22.395 p < 0.001	8.084 p = 0.005
<i>Push-up</i>	32.8 (30.9 – 34.9)	14.2 (12.9 – 15.6)	44.6 (42.5 – 46.8)	37.3 (35.2 – 39.5)	28.816 p < 0.001	10.083 p < 0.001
<i>PACER</i>	44.2 (42.2 – 46.4)	18.7 (17.5 – 20.0)	53.7 (50.8 – 56.9)	33.5 (31.7 – 35.5)	31.437 p < 0.001	42.651 p < 0.001

Table 2 – Prevalence (95% confidence interval) of individual components and metabolic syndrome estimated in the study population of school-aged adolescents analyzed in the study.

	Girls		Boys		χ^2 Test	
	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years	Sex	Age
Elevated Waist Circumference	10.8 (9.5-12.3)	14.6 (13.1-16.4)	14.3 (12.9-15.9)	18.9 (17.2-20.8)	8.717 p = 0.018	9.812 p = 0.004
Increased Triglycerides	3.2 (2.6-3.9)	4.1 (3.4-2.9)	3.8 (3.2-4.5)	4.6 (3.9-5.4)	1.854 ns	4.018 ns
Decreased HDL-cholesterol	24.6 (22.5-27.1)	26.4 (24.2-29.3)	26.5 (24.5-28.7)	28.1 (26.0-30.4)	2.003 ns	2.947 ns
Elevated fasting glucose	2.7 (2.3-3.3)	3.3 (2.8-3.9)	4.4 (3.9-5.0)	5.7 (4.9-6.7)	5.268 p = 0.041	3.528 ns
Altered Blood Pressure	6.9 (5.9-8.1)	8.7 (7.6-10.0)	7.4 (6.5-8.4)	12.2 (11.0-13.6)	7.631 p = 0.035	8.872 p = 0.029
Metabolic syndrome	3.3 (2.6-4.2)	4.1 (3.2-5.2)	4.3 (3.4-5.4)	5.9 (4.9-7.0)	4.918 p = 0.046	5.518 p = 0.038

Table 3 – Performance of health related physical fitness indicators suggested by the *Fitnessgram* proposal as predictors of metabolic syndrome.

	Sensitivity (CI _{95%})		Specificity (CI _{95%})		Area Under the Curve (CI _{95%})	
	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years
<i>Back-saver sit-and-reach</i>						
Girls	27.2 (26.1 – 28.4)	29.6 (28.4 – 30.8)	68.7 (66.0 – 71.6)	67.9 (65.3 – 70.6)	0.51 (0.49 – 0.54)	0.52 (0.50 – 0.54)
Boys	30.8 (29.5 – 32.3)	31.4 (30.1 – 32.9)	59.8 (57.8 – 61.9)	59.2 (57.2 – 61.3)	0.55 (0.53 – 0.57)	0.55 (0.53 – 0.58)
χ^2 Test	1.118 (ns)	0.937 (ns)	9.812 ($p < 0.001$)	9.670 ($p < 0.001$)	4.016 ($p = 0.037$)	3.163 (ns)
<i>Curl-up</i>						
Girls	31.6 (30.2 – 33.1)	42.7 (41.0 – 44.5)	72.3 (69.9 – 74.9)	69.7 (67.3 – 72.2)	0.56 (0.53 – 0.59)	0.55 (0.53 – 0.58)
Boys	40.9 (39.3 – 42.0)	49.3 (47.4 – 51.3)	80.6 (77.9 – 83.5)	77.3 (74.7 – 80.1)	0.61 (0.58 – 0.65)	0.59 (0.56 – 0.63)
χ^2 Test	10.218 ($p < 0.001$)	8.317 ($p < 0.001$)	9.104 ($p < 0.001$)	8.364 ($p < 0.001$)	4.916 ($p = 0.028$)	3.975 ($p = 0.041$)
<i>Trunk-lift</i>						
Girls	25.1 (24.2 – 26.1)	26.3 (25.3 – 27.4)	66.5 (64.0 – 69.1)	65.9 (63.5 – 68.4)	0.51 (0.49 – 0.54)	0.52 (0.49 – 0.56)
Boys	28.9 (27.7 – 30.3)	29.2 (28.0 – 30.5)	57.4 (55.5 – 59.4)	56.7 (54.9 – 58.6)	0.52 (0.50 – 0.54)	0.54 (0.51 – 0.58)
χ^2 Test	1.336 (ns)	1.007 (ns)	10.094 ($p < 0.001$)	10.213 ($p < 0.001$)	0.867 (ns)	1.028 (ns)
<i>Push-up</i>						
Girls	22.5 (21.7 – 23.4)	24.1 (23.2 – 25.0)	64.6 (62.3 – 67.0)	62.5 (60.3 – 64.8)	0.51 (0.49 – 0.54)	0.50 (0.48 – 0.52)
Boys	24.1 (23.3 – 25.1)	25.9 (25.0 – 26.9)	62.7 (60.6 – 64.9)	60.4 (58.3 – 62.6)	0.52 (0.50 – 0.55)	0.52 (0.50 – 0.54)
χ^2 Test	0.734 (ns)	0.952 (ns)	1.206 (ns)	1.384 (ns)	0.814 (ns)	1.014 (ns)
<i>PACER</i>						
Girls	60.7 (58.6 – 62.9)	67.5 (65.1 – 70.2)	81.4 (78.7 – 84.2)	78.1 (75.5 – 80.8)	0.72 (0.68 – 0.76)	0.77 (0.72 – 0.82)
Boys	71.3 (68.8 – 74.0)	75.2 (72.4 – 78.1)	85.9 (82.9 – 89.1)	82.8 (80.0 – 85.7)	0.79 (0.74 – 0.84)	0.83 (0.78 – 0.89)
χ^2 Test	11.658 ($p < 0.001$)	9.274 ($p < 0.001$)	5.693 ($p = 0.014$)	6.011 ($p = 0.009$)	7.983 ($p < 0.001$)	7.154 ($p = 0.001$)

DISCUSSION

The adoption of a lifestyle considered atherogenic, through hyperphagic dietary habits and a high proportion of high fat foods, accompanied by sedentary behavior and physical inactivity, has contributed decisively to the appearance and development of cardiometabolic dysfunctions at an earlier age, which, in adulthood, may manifest clinically through cardiovascular diseases and diabetes.^{22,23} In fact, in recent decades, studies addressing the secular trend of biological indicators associated with health of young people have revealed marked unfavorable alterations in plasma lipid/lipoprotein profile and blood pressure.^{28,29}

In this regard, experts in the field have suggested intervention programs aimed at detecting possible damage resulting from inadequate dietary habits and physical activity that may negatively affect the cardiometabolic health of young people³⁰ This position is strengthened in that lifestyle patterns can be structured and defined in adolescence, and possibly transferred to adulthood.^{31,32}

In this regard, interventional actions can be implemented through laboratory procedures aimed at periodic monitoring of the plasma lipid profile, blood glucose level, and blood pressure, which allows identification of the presence of *MetS*. However, due to the high financial costs and high time demands associated with routine evaluation, and sometimes invasive procedures, it is not feasible to routinely adopt these procedures in a large number of young people. In view of this, efforts have been directed towards proposing alternative procedures that can better meet aspects of practicality and feasibility, and that offer previous indications of the possible presence of *MetS* in the young population.

Recognition of cut-off points associated with health criteria, using physical fitness indicators proposed by the *Fitnessgram* Program, suitable for the identification of *MetS* in adolescents, may be considered a practical and highly accessible procedure to assist in interventions aimed at the progression of atherogenic phenomena at young ages, reducing the future risk of developing heart disease and diabetes mellitus. In this sense, the findings

observed in the present study pointed out that, of the five motor tests proposed by the *Fitnessgram* Program, only the *PACER* test satisfactorily demonstrated the ability to predict *MetS* in adolescents between 12 and 20 years of age of both sexes.

Evidence accumulated in the study suggests that, specifically in the case of the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up*, and *push-up* tests, the cut-off points suggested by the *FitnessGram* Program were not sensitive enough to discriminate between adolescents who are carriers and non-carriers of *MetS*. Values equivalent to sensitivity showed that no more than one in four adolescents who presented impairment equivalent to physical fitness related to health, and therefore did not reach the cut-off points suggested by the *Fitnessgram* Program, were effectively identified as having *MetS*. On the other hand, values equivalent to the specificity showed that even when reaching the cut-off points suggested in the *Fitnessgram* Program, a low proportion of adolescents were identified as non-carriers of *MetS*. Thus, when using these health criteria to discriminate between adolescent carriers and non-carriers of *MetS*, it is verified that the incidence of false-negative and false-positive cases is excessively high.

In contrast, results found in the study show that the indicator associated with health-related physical fitness through the *PACER* test can offer an important contribution to identify adolescents with *MetS*. In probabilistic values, out of four adolescents who did not conform to the cut-off points proposed by the *Fitnessgram* program, there are indications that three of them could be identified as carriers of *MetS*. In a certain way, this finding can be considered as consistent with previous studies involving different approaches of analysis. Using multiple regression statistical resources, it was verified that the maximum oxygen consumption, estimated through the *PACER* test, was considered a significant predictor of variations in the lipid/lipoprotein profile of adolescents.³³ In young people between 12 and 19 years old, it was observed that higher cardiorespiratory fitness presented a beneficial effect on cardiovascular risk factors, regardless of body fat concentration.³⁴

It is possible that the methodological strategy employed in the present study can be identified as the main reason for the observed differences in the adequacy of health-related physical fitness indicators to identify adolescents with *MetS*. The selection of the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up* and *push-up* tests, as predictors of health conditions through the *Fitnessgram* Program, was based on the assumption that a lower degree of flexibility and strength/endurance of the lower trunk muscles are considered important factors for the onset of symptoms of low back pain and postural deviations.¹² In this case, as the outcome in the present study was associated with cardiometabolic health (*MetS*), it seems reasonable to admit that items of physical fitness related to orthopedic dysfunctions may not provide satisfactory predictive capacity.

Added to this, unfortunately, to date, there is little evidence available that allows establishment experimentally of cut-off points equivalent to the components of flexibility and muscular strength/endurance that will in some way compromise the health of young people. In view of this, the cut-off points treated in the *Fitnessgram* Program for the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up*, and *push-up* tests were intuitively proposed based on normative values and experiences/judgments of experts in the area, and should therefore be used with some caution.³⁵ In contrast, the cut-off points equivalent to the *PACER* were empirically derived from epidemiological data representative of the young American population in the years 1999-2002 (*National Health and Nutrition Examination Survey – NHANES*), involving associations between estimated values of maximum oxygen consumption and metabolic health, adjusted for age and *running economy*.³⁶ Thus, in contrast to other physical fitness indicators, the cut-off points provided for the *PACER* test can be considered more closely related to the health criterion used in the present study, namely *MetS*.

In addition, even considering the possible participation of genetic attributes for the presence of *MetS*, principally as they are adolescents,³⁷ one should consider the possibility of variations in the physical fitness indicators occurring due to the levels of ability presented by the adolescents in the execution of the motor tasks involved in performing the tests.³⁸ Also,

motivation to perform adequate physical efforts that can translate into effective results regarding the actual physical fitness condition of adolescents can be defined as another factor of interference in the adequacy of cut-off points for health-related physical fitness indicators.

In conclusion, the results found in the present study demonstrate that the cut-off points proposed in the *Fitnessgram* Program for the PACER test offer a satisfactory balance between sensitivity and specificity to identify adolescents who are carriers and non-carriers of *MetS*, and therefore constitute a reasonable alternative to be used in an initial screening to identify adolescents at higher cardiometabolic risk. However, they support the argument that the cut-off points assigned to the *back-saver sit and reach*, *trunk lift*, *curl-up*, and *push-up* tests are not defined as a suitable methodological approach to predict *MetS*. The development of future studies is suggested with different groups of adolescents, involving other health criteria than those related to metabolic health, in an attempt to verify if the deficiencies regarding the proposition of the cut-off points of physical fitness indicators related to flexibility and muscular strength/endurance can be confirmed.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the technicians who assisted in the data collection. The author RGO thanks the doctorate scholarship provided by the Fundação Araucária (FA) for Support of Scientific and Technological Development of Paraná, and the Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI), in partnership with the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brazil.

REFERENCES

1. Catley MJ, Tomkinson GR. Normative health-related fitness values for children: analysis of 85347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *Br J Sports Med*. 2013;47:98-108. doi: 10.1136/bjsports-2011-090218.
2. De Miguel-Etayo P, Gracia-Marco L, Ortega FB, Intemann T, Foraita R, Lissner L, et al. Physical fitness reference standards in European children: the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38:S57-66. doi: 10.1038/ijo.2014.136.
3. Eisenmann JC, Laurson KR, Welk GJ. Aerobic fitness percentiles for U.S. adolescents. *Am J Prev Med*. 2011;41:S106-110. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.005.
4. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodriguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011;45:20-29. doi: 10.1136/bjism.2009.062679.
5. Bustamante A, Beunen G, Maia J. Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2012;29:188-197. doi: 10.1590/S1726-46342012000200004.
6. Sauka M, Priedite IS, Artjuhova L, Larins V, Selga G, Dahlström O, et al. Physical fitness in northern European youth: reference values from the Latvian Physical Health in Youth Study. *Scand J Public Health*. 2011;39:35-43. doi: 10.1177/1403494810380298.
7. Tremblay MS¹, Shields M, Laviolette M, Craig CL, Janssen I, Connor Gorber S. Fitness of Canadian children and youth: results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep*. 2010;21:7-20.
8. Moro PB, Castillo MB, Espinosa MGM, Algaba EV. Semi-longitudinal analysis of physical status in Madrilenian adolescents. *Arch Med Deporte*. 2016;33:183-192.
9. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1-11. doi: 10.1038/sj.ijo.0803774

10. Pate R, Oria M, Pillsbury L. (Eds.). *Fitness measures and health outcomes in youth*. Washington, DC: National Academies Press; 2012.
11. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjörström M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009;43:909-923. doi: 10.1136/bjism.2008.056499.
12. Zhu W, Mahar MT, Welk GJ, Going SB, Cureton KJ. Approaches for development of criterion-referenced standards in health-related youth fitness tests. *Am J Prev Med*. 2011;41:S68-76. doi: 10.1016/j.amepre.2011.07.001.
13. Plowman SA, Meredith MD. *FitnessGram/ActivityGram Reference Guide*. 4th Edition. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2013.
14. Dumith SC, Azevedo Júnior MR, Rombaldi AJ. Health-related physical fitness in students from elementary schools of Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14:454-459. doi: 10.1590/S1517-86922008000500011.
15. Guedes DP, Miranda Neto JT, Germano JM, Lopes V, Silva AJRM. Health-related physical fitness of schoolchildren: the Fitnessgram program. *Rev Bras Med Esporte*. 2012; 18:72-76. doi: 10.1590/S1517-86922012000200001.
16. Welk GJ, Saint-Maurice PF, Csányi T. Health-related physical fitness in Hungarian youth: age, sex, and regional profiles. *Res Q Exerc Sport*. 2015;86:S45-57. doi: 10.1080/02701367.2015.1043231.
17. Bai Y, Saint-Maurice PF, Welk GJ, Allums-Featherston K, Candelaria N, Anderson K. Prevalence of youth fitness in the United States: baseline results from the NFL Play 60 Fitnessgram Partnership Project. *J Pediatr*. 2015;167:662-668. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.05.035.
18. Castillo ER, Sang MK, Sigei TK, Dingwall HL, Okutoyi P, Ojiambo R, et al. Physical fitness differences between rural and urban children from western Kenya. *Am J Hum Biol*. 2016;28:514-523. doi: 10.1002/ajhb.22822.

19. Brusseau TA, Finkelstein T, Kulinna PH, Pangrazi C. Health-related fitness of American Indian youth. *Res Q Exerc Sport*. 2014;85:257-261. doi: 10.1080/02701367.2014.893050.
20. Tucker JS, Martin S, Jackson AW, Morrow JR Jr, Greenleaf CA, Petrie TA. Relations between sedentary behavior and Fitnessgram healthy fitness zone achievement and physical activity. *J Phys Act Health*. 2014;11:1006-1011. doi: 10.1123/jpah.2011-0431.
21. Morrow JR Jr, Tucker JS, Jackson AW, Martin SB, Greenleaf CA, Petrie TA. Meeting physical activity guidelines and health-related fitness in youth. *Am J Prev Med*. 2013;44:439-444. doi: 10.1016/j.amepre.2013.01.008.
22. Camhi SM, Katzmarzyk PT. Tracking of cardiometabolic risk factor clustering from childhood to adulthood. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:122-129. doi: 10.3109/17477160903111763.
23. Eisenmann JC, Welk GJ, Wickel EE, Blair SN, Aerobics Center Longitudinal Study. Stability of variables associated with the metabolic syndrome from adolescence to adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Am J Hum Biol*. 2004;16:690-696. doi: 10.1002/ajhb.20079.
24. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). *Critério de Classificação Econômica Brasil*. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa; 2014.
25. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8:299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x.
26. Akobeng AK. Understanding diagnostic test: Receiver Operating Characteristic Curves. *Acta Paediatr*. 2007;96:644-647. doi: 10.1111/j.1651-2227.2006.00178.x.
27. Trajman A, Luiz RR. McNemar chi² test revisited: comparing sensitivity and specificity of diagnostic examinations. *Scand J Clin Lab Invest*. 2008;68:77-80. doi: 10.1080/00365510701666031.

28. Eisenmann JC. Secular trends in variables associated with the metabolic syndrome of North American children and adolescents: a review and synthesis. *Am J Hum Biol.* 2003;15:786-794. doi: 10.1002/ajhb.10214.
29. Agirbasli M, Adabag S, Ciliy G. Secular trends of blood pressure, body mass index, lipids and fasting glucose among children and adolescents in Turkey. *Clin Obes.* 2011;1:161-167. doi: 10.1111/j.1758-8111.2012.00033.x.
30. Vrablík M, Dobiášová M, Zlatohlávek L, Urbanová Z, Češka R. Biomarkers of cardiometabolic risk in obese/overweight children: effect of lifestyle intervention. *Physiol Res.* 2014;63:743-752.
31. Craigie AM, Lake AA, Kelly AS, Adamson AJ, Mathers JC. Tracking of obesity-related behaviours from childhood to adulthood: a systematic review. *Maturitas.* 2011;70:266-284. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.08.005.
32. Telama R, Yang X, Leskinen E, Kankaanpää A, Hirvensalo M, Tammelin T, et al. Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46:955-962. doi: 10.1249/MSS.0000000000000181.
33. Machado-Rodrigues AM, Leite N, Coelho-e-Silva MJ, Martins RA, Valente-dos-Santos J, Mascarenhas LP, et al. Independent association of clustered metabolic risk factors with cardiorespiratory fitness in youth aged 11-17 years. *Ann Hum Biol.* 2014;41:271-276. doi: 10.3109/03014460.2013.856471.
34. Kwon S, Burns TL, Janz K. Associations of cardiorespiratory fitness and fatness with cardiovascular risk factors among adolescents: The NHANES 1999–2002. *J Phys Act Health.* 2010;7:746-753.
35. Plowman SA. Muscular Strength, Endurance, and Flexibility Assessments. In: Plowman SA, Meredith MD (Eds.). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. 4th Edition. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2013.

36. Cureton KJ, Plowman SA, Mahar MT. Aerobic capacity Assessments. In: Plowman SA, Meredith MD (Eds.). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. 4th Edition. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2013.
37. Pollex RL, Hegele RA. Genetic determinants of the metabolic syndrome. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2006;3:482-489. doi: 10.1038/ncpcardio0638.
38. Castro-Pinero J, Artero EG, Espana-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2010;44:934-943. doi: 10.1136/bjism.2009.058321.

5.4 ARTIGO 4 – ESTUDO ORIGINAL

Artigo aceito no periódico *Jornal de Pediatria* (ISSN: 1678-4782)
Fator de Impacto JCR de 2015: 2,062

Título:

Desempenho de diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade como preditores de síndrome metabólica em adolescentes

Performance of different diagnostic criteria of overweight and obesity as predictors of metabolic syndrome in adolescents

Título Abreviado:

Sobrepeso e obesidade como preditores de SMet

Autores:

Raphael Gonçalves de Oliveira ¹
rgoliveira@uenp.edu.br
<http://lattes.cnpq.br/6247518975926252>

Dartagnan Pinto Guedes ¹
darta@sercomtel.com.br
<http://lattes.cnpq.br/3133916929217420>

¹ Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Brasil

Conflito de Interesse: Nada a declarar.

Autor para correspondência: Dartagnan Pinto Guedes

Rua Ildfonso Werner 177 – Condomínio Royal Golf – Londrina – Paraná – CEP 86055-545
– darta@sercomtel.com.br

Fonte financiadora: Dartagnan Pinto Guedes é bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

Contagem total das palavras do texto: 2.941

Contagem total das palavras do resumo: 225

Número de tabelas/quadros: 3

Resumo

Objetivo: Analisar o desempenho de três diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade (WHO, IOTF e Conde & Monteiro) a partir do índice de massa corporal (IMC) como preditores da síndrome metabólica (*SMet*) em amostra representativa de adolescentes.

Métodos: A amostra foi constituída por 1035 adolescentes (565 moças e 470 rapazes) com idades entre 12 e 20 anos. O IMC foi calculado mediante quociente entre peso (kg) / altura (m)² e *SMet* foi definida através dos critérios da *International Diabetes Federation*. Desempenho preditivo foi descrito a partir das estimativas de sensibilidade, especificidade e acurácia global (área sob a curva) utilizando-se do método de curvas *Receiver Operating Characteristic*.

Resultados: Os três critérios diagnóstico apresentaram maiores valores absolutos de sensibilidade e especificidade para predição da *SMet* nos rapazes e nos adolescentes com mais idade. Maior sensibilidade para identificar *SMet* foi observada utilizando o critério IOTF (60% a 85%), enquanto especificidade $\geq 90\%$ foi observada mediante o uso dos três critérios diagnósticos. O critério diagnóstico Conde & Monteiro apontou acurácia global (0,52 a 0,64) significativamente menor que os critérios diagnósticos WHO (0,70 a 0,84) e IOTF (0,75 a 0,89).

Conclusões: Sobrepeso e obesidade a partir do IMC mostrou uma moderada associação com *SMet*, independentemente do critério diagnóstico empregado. Contudo, o critério IOTF demonstrou melhor capacidade preditiva para presença de *SMet* que os critérios WHO e Conde & Monteiro.

Palavras-chave: Índice de massa corporal; Diagnóstico; Acurácia; Risco cardiovascular; Jovens.

Abstract

Objective: To analyze the performance of three different diagnostic criteria of overweight and obesity (WHO, IOTF and Conde & Monteiro) using body mass index (BMI) as predictors of metabolic syndrome (*MetS*) in a representative sample of adolescents.

Methods: A sample of 1035 adolescents aged 12 to 20 years (565 girls and 470 boys) was used in the study. The BMI was calculated by the quotient of weight (kg)/height (m)², and *MetS* was defined by the criteria of the International Diabetes Federation. Sensitivity, specificity and overall accuracy (area under the curve) were estimated with the Receiver Operating Characteristic curves method and used to describe the predictive performance.

Results: The three diagnostic criteria showed higher absolute values of sensitivity and specificity for predicting *MetS* in boys and older adolescents. The highest sensitivity to identify *MetS* was found using the IOTF criterion (60% to 85%), while specificity values $\geq 90\%$ were found for the three criteria. The Conde & Monteiro diagnostic criterion pointed overall accuracy (0.52 to 0.64) significantly lower than the WHO (0.70 to 0.84) and IOTF (0.75 to 0.89) diagnostic criterion.

Conclusions: Overweight and obesity using BMI demonstrated a moderate association with *MetS*, regardless of the diagnostic criteria used. However, the IOTF criterion showed better predictive capacity for the presence of *MetS* than the WHO and Conde & Monteiro criterion.

Keywords: Body mass index; Diagnosis; Accuracy; Cardiovascular risk; Youth.

Introdução

Atualmente, independentemente de sexo, idade, estrato socioeconômico e região geográfica, o sobrepeso e a obesidade têm se constituído em uma epidemia global ¹, o que contribui decisivamente para o aparecimento de biomarcadores de risco cardiovascular ². Nos últimos anos, têm ocorrido mudanças expressivas na compreensão dos biomarcadores implicados na patogênese das doenças cardiovasculares, incluindo a identificação de citocinas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias, adipocinas, chemocinas, indicadores de inflamação derivados de hepatócitos e algumas enzimas específicas ³. Contudo, em idades jovens, ainda prevalece o uso de biomarcadores de risco ditos tradicionais, com destaque para a síndrome metabólica (*SMet*) ⁴⁻⁶.

No entanto, a complexidade dos procedimentos necessários para identificar a *SMet* dificulta sua inclusão em rotinas de monitoramento do estado de saúde dos jovens, o que solicita a proposição de alternativas mais prática e de uso imediato. Nesta direção, estudos anteriores vêm apresentando evidências no sentido de que o sobrepeso e a obesidade, identificados por intermédio do índice de massa corporal (IMC), são definidos como possíveis preditores da *SMet* ⁷⁻⁹. Portanto, a classificação adequada do sobrepeso e da obesidade pode constituir-se em importante instrumento complementar de triagem para presença da *SMet* em crianças e adolescentes.

O uso de um critério diagnóstico de sobrepeso e obesidade a partir do IMC como forma de triagem de *SMet* em adolescentes justifica-se como alternativa acessível, de fácil manuseio, interpretação imediata e bom custo-efetividade. Contudo, em nenhum momento busca substituir a intervenção médica, considerando que não exclui a necessidade de monitorar os componentes individuais para confirmar o diagnóstico da *SMet*. Uma triagem, quando realizada em ambientes de grande concentração de jovens, como é o caso das escolas, alcança quantidade elevada de adolescentes, em especial, aqueles que apresentam dificuldade de acesso, ou não procuram o sistema de saúde. Desta maneira, uma vez identificados os adolescentes com maior probabilidade de apresentar *SMet*, esses podem ser encaminhados para acompanhamento médico especializado.

Em adultos existe consenso quanto ao critério diagnóstico para classificar o sobrepeso e a obesidade a partir do IMC; porém, este não é o caso em crianças e adolescentes. Considerando implicações relacionadas aos processos de crescimento físico e maturação biológica que surgem nesta fase de desenvolvimento, o significado do IMC para saúde dos jovens solicita diferenciações mais complexas do que aquelas atribuídas aos adultos. Neste

particular, foram propostos e têm sido utilizados diferentes critérios diagnósticos a partir do IMC para identificar o excesso de peso corporal em jovens. No contexto internacional destacam-se as propostas da *World Health Organization – WHO*^{10,11} e da *International Obesity Task Force – IOTF*^{12,13}, enquanto para uso específico na população jovem brasileira, a proposta de Conde & Monteiro¹⁴ vem recebendo atenção especial. No entanto, não existe consenso sobre a proposta a ser utilizada e, desse modo, surgem discussões quanto à validade de cada critério diagnóstico para uso em populações específicas.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar o desempenho dos três diferentes critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade a partir do IMC (WHO, IOTF, Conde & Monteiro) como preditores da *SMet* em uma amostra representativa de adolescentes.

Métodos

O estudo está vinculado a um projeto maior, que teve como objetivo estimar a prevalência de *SMet* e fatores associados em adolescentes. Para tanto, realizou-se levantamento de corte transversal de base populacional envolvendo escolares da cidade de Jacarezinho, Paraná. A coleta dos dados se estendeu de agosto a novembro de 2014. Os protocolos de intervenção utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Norte do Paraná – UNOPAR (Parecer 1.302.963).

Amostra e seleção dos sujeitos

A população de referência incluiu adolescentes de ambos os sexos, entre 12 e 20 anos de idade, matriculados em escolas públicas e privadas de 2º ciclo do ensino fundamental (6º ao 9º ano) e ensino médio (1º ao 3º ano). Inicialmente, o tamanho da amostra foi estabelecido para atender ao objetivo de estimar a prevalência de *SMet* e fatores associados, assumindo intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 3 pontos percentuais, acréscimo de 10% para atender eventuais casos de perdas e, como o planejamento amostral envolveu conglomerados (estrutura escolar, sexo, turno e ano de estudo), adicionou-se efeito de delineamento (*deff*) equivalente a 1,5.

De acordo com procedimentos empregados para cálculo do tamanho de amostras em estudos envolvendo teste diagnóstico¹⁵, identificou-se que esta amostra, que reuniu 1035 adolescentes, permite identificar adequadamente as propriedades de sensibilidade e especificidade. O poder estatístico da amostra, estratificado por sexo (565 moças e 470 rapazes), foi calculado *a posteriori* e permite considerar, com poder de 80% e significância de 5%, áreas

sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) de, pelo menos, 0,53 e 0,56 para moças e rapazes, respectivamente.

Coleta dos dados

A idade cronológica foi estabelecida em anos e meses, a partir da confrontação entre data de coleta dos dados e data de nascimento. No entanto, para efeito de análise dos dados, foram constituídos dois grupos etários: 12 a 15 anos e 16 a 20 anos.

O IMC foi calculado mediante a razão entre medida do peso corporal, expressa em quilogramas, e da estatura, expressa em metros ao quadrado (kg/m^2), a partir dos procedimentos apresentados pela Organização Mundial da Saúde ¹⁶. O sobrepeso e a obesidade foram identificados empregando os três critérios diagnósticos específicos para sexo e idade: WHO ¹¹, IOTF ¹³ e Conde & Monteiro ¹⁴, conforme explicitados no Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios diagnósticos para identificar excesso de peso corporal em jovens a partir do índice de massa corporal (IMC) de acordo com a *World Health Organization (WHO)*, *International Obesity Task Force (IOTF)* e Conde & Monteiro.

Critério Diagnóstico	Levantamento de Referência	Sobrepeso	Obesidade
WHO	Jovens norte-americanos. Dados coletados em 1971-74	Distribuição de percentil considerando IMC entre os percentis 85 e 95	Distribuição de percentil considerando IMC acima do percentil 95
IOTF	Jovens de seis países (Estados Unidos, Grã-Bretanha, Brasil, Cingapura, Holanda e Hong-Kong). Dados coletados entre 1973 e 1993	Ponto de corte mediante ajuste matemático considerando IMC adulto entre 25 e 30 kg/m^2	Ponto de corte mediante ajuste matemático considerando IMC adulto acima de 30 kg/m^2
Conde & Monteiro	Jovens brasileiros. Dados coletados em 1989	Ponto de corte mediante ajuste matemático considerando IMC adulto entre 25 e 30 kg/m^2	Ponto de corte mediante ajuste matemático considerando IMC adulto acima de 30 kg/m^2

A SMet foi identificada a partir da análise do teor sanguíneo de lipídeos plasmáticos (triglicerídeos e lipoproteínas de alta densidade – HDL-colesterol) e glicemia, da pressão arterial em repouso (sistólica e diastólica) e do acúmulo de gordura abdominal (circunferência de cintura), de acordo com critérios propostos pela *International Diabetes Federation* ¹⁷. Neste caso, a SMet é definida pela presença obrigatória da circunferência de cintura elevada (< 16 anos: ambos os sexos \geq Percentil 90; \geq 16 anos: rapazes \geq 90cm e moças \geq 80cm) e, pelo menos, mais dois componentes comprometidos: triglicerídeos aumentados (\geq 150mg/dL), HDL-colesterol diminuído (< 16 anos: ambos os sexos < 40mg/dL; \geq 16 anos: rapazes < 40mg/dL e moças < 50mg/dL), glicemia de jejum elevada (\geq 100mg/dL) e pressão arterial alterada (sistólica \geq 130mmHg ou diastólica \geq 85mmHg).

As dosagens de lipídeos plasmáticos e glicemia foram realizadas mediante coleta de amostras de sangue por punção venosa, após 12 horas de jejum, de acordo com técnicas laboratoriais convencionais. Os níveis de pressão arterial sistólica e diastólica foram aferidos pelo método auscultatório com auxílio de esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, com o adolescente sentado, após período mínimo de 5 minutos de repouso. Foram realizadas duas medidas, considerando o valor médio de ambas as medidas para efeito de cálculo. As medidas de circunferência de cintura foram determinadas no ponto médio entre a última costela e a crista-ilíaca, utilizando-se uma trena antropométrica inextensível.

Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado mediante o software *SPSS*, versão 22. Foram estimadas as proporções pontuais e respectivos intervalos de confiança de 95% dos desfechos de interesse (sobrepeso, obesidade e *SMet*) estratificadas para sexo e idade. Diferenças estatísticas entre os estratos sob investigação foram analisadas envolvendo teste de qui-quadrado (χ^2) para tendência linear. O desempenho dos três critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade (WHO, IOTF e Conde & Monteiro) como preditores da *SMet* foi analisado mediante propriedades de sensibilidade, especificidade e acurácia global, identificadas pelo método da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), acompanhadas dos respectivos intervalos de confiança a 95% ¹⁸. Possíveis diferenças significativas relacionadas às propriedades de sensibilidade, especificidade e acurácia global foram identificadas mediante estatística de McNemar (χ^2) ¹⁹.

Resultados

A tabela 1 mostra as prevalências de sobrepeso, obesidade e *SMet* na população de adolescentes analisada no estudo. As prevalências mais elevadas foram observadas mediante o uso do critério diagnóstico Conde & Monteiro; fundamentalmente, nos adolescentes com idade entre 16 e 20 anos. Por outro lado, o critério diagnóstico IOTF apontou prevalências significativamente menores, sobretudo, nos rapazes. A presença de *SMet* foi identificada em 4,5% [IC_{95%} 3,8 – 5,4] da amostra, sendo significativamente maior nos rapazes e nos adolescentes com mais idade.

O desempenho dos três critérios diagnósticos de sobrepeso e obesidade como preditores de *SMet* é apresentado na tabela 2. De maneira geral, tanto no caso do sobrepeso como da obesidade, constata-se sensibilidades similares em ambos os sexos; contudo, valores mais elevados nos adolescentes com mais idade. Quanto à especificidade, observa-se tendência para os valores apresentados pelas moças se destacarem em comparação com os apresentados pelos rapazes, não sendo identificadas diferenças importantes em relação à idade.

Em ambos os sexos, independente da idade e nos três critérios diagnósticos, a sensibilidade equivalente à obesidade se mostrou mais elevada, enquanto maior especificidade foi observada para o sobrepeso. Em todos os estratos considerados o critério diagnóstico IOTF foi o que demonstrou maior sensibilidade. Em contrapartida, menor sensibilidade foi observada mediante o critério diagnóstico Conde & Monteiro. Quanto à especificidade, os três critérios diagnósticos apresentaram valores semelhantes e próximos de 90%.

No que se refere à propriedade de acurácia global, com variações entre 0,52 e 0,89, visualizam-se diferenças mais acentuadas entre idades que entre sexo. Com relação aos critérios diagnósticos, a proposta Conde & Monteiro apontou acurácia global significativamente menor que as propostas WHO e IOTF. O uso do critério diagnóstico Conde & Monteiro apontou valores $\leq 0,69$, o que sugere baixa acurácia global. Por outro lado, o uso dos critérios diagnósticos WHO e IOTF indicaram valores entre 0,70 e 0,89, com significativa vantagem para o critério diagnóstico IOTF, revelando, desse modo, moderada acurácia global.

Tabela 1 – Prevalências (95% de intervalo de confiança) de sobrepeso e obesidade estimadas pelos três critérios diagnósticos e síndrome metabólica na população de adolescentes escolares analisada no estudo.

		Moças		Rapazes		Teste χ^2	
		12 – 15 Anos	16 – 20 Anos	12 – 15 Anos	16 – 20 Anos	Sexo	Idade
Sobrepeso							
	WHO	16,5 (15,1-18,2)	20,5 (18,6-22,7)	17,1 (15,6-19,8)	18,8 (17,2-20,6)	<i>ns</i>	<i>p=0,041</i>
	IOTF	15,5 (14,2-17,0)	18,2 (16,7-19,9)	14,2 (12,9-15,7)	16,3 (14,9-17,9)	<i>ns</i>	<i>p=0,048</i>
	Conde & Monteiro	16,9 (15,4-18,6)	22,8 (20,7-25,1)	17,9 (16,2-19,8)	21,0 (19,0-23,2)	<i>ns</i>	<i>p=0,030</i>
	Teste χ^2	<i>ns</i>	<i>p=0,020</i>	<i>p=0,032</i>	<i>p=0,002</i>		
Obesidade							
	WHO	5,2 (4,3-6,3)	6,5 (5,6-7,6)	5,9 (5,1-6,9)	6,6 (5,7-7,7)	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	IOTF	4,9 (4,1-5,9)	5,8 (5,0-6,8)	4,7 (4,0-5,6)	5,0 (4,2-5,9)	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	Conde & Monteiro	5,3 (4,3-6,4)	7,2 (6,2-8,3)	6,1 (5,1-7,2)	7,3 (6,3-8,5)	<i>ns</i>	<i>ns</i>
	Teste χ^2	<i>ns</i>	<i>p=0,049</i>	<i>ns</i>	<i>p=0,041</i>		
Sobrepeso + Obesidade							
	WHO	21,7 (19,7-23,9)	27,0 (24,8-29,4)	23,1 (21,1-25,3)	25,5 (23,3-27,8)	<i>ns</i>	<i>p<0,001</i>
	IOTF	20,4 (18,5-22,4)	24,0 (22,0-26,2)	18,9 (17,1-20,9)	21,4 (19,4-23,6)	<i>ns</i>	<i>p=0,036</i>
	Conde & Monteiro	22,2 (20,1-24,5)	30,1 (27,7-32,6)	24,0 (21,8-26,4)	28,3 (26,0-30,9)	<i>ns</i>	<i>p<0,001</i>
	Teste χ^2	<i>ns</i>	<i>p<0,001</i>	<i>p<0,001</i>	<i>p<0,001</i>		
Síndrome Metabólica		3,3 (2,6-4,2)	4,1 (3,2-5,2)	4,3 (3,4-5,4)	5,9 (4,9-7,0)	<i>p=0,046</i>	<i>p=0,038</i>

Tabela 2 – Desempenho dos critérios diagnósticos WHO, IOTF e Conde e Monteiro de sobrepeso e obesidade como preditores de síndrome metabólica.

		Sensibilidade (IC _{95%})		Especificidade (IC _{95%})		Acurácia Global (IC _{95%})	
		12 – 15 Anos	16 – 20 Anos	12 – 15 Anos	16 – 20 Anos	12 – 15 Anos	16 – 20 Anos
Sobrepeso							
Moças	WHO	53,9 (51,8-56,1)	61,0 (58,7-63,3)	95,1 (92,0-98,3)	92,6 (89,2-95,7)	0,70 (0,66-0,75)	0,76 (0,71-0,81)
	IOTF	59,4 (57,2-61,7)	67,1 (64,7-69,5)	93,6 (90,6-96,6)	93,1 (90,1-96,1)	0,75 (0,71-0,80)	0,82 (0,77-0,87)
	Conde & Monteiro	46,2 (44,4-48,1)	50,6 (48,6-52,7)	94,4 (91,2-97,8)	93,9 (90,8-97,0)	0,52 (0,49-0,56)	0,57 (0,54-0,61)
	Teste χ^2	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001
Rapazes	WHO	54,8 (52,8-56,9)	64,1 (61,8-66,5)	90,5 (87,6-93,5)	89,8 (86,9-92,8)	0,71 (0,67-0,75)	0,78 (0,73-0,83)
	IOTF	60,1 (58,0-62,2)	70,6 (68,2-71,1)	91,0 (88,2-93,9)	88,4 (85,6-91,3)	0,79 (0,75-0,83)	0,86 (0,81-0,91)
	Conde & Monteiro	47,2 (45,4-49,1)	50,7 (49,6-54,0)	92,8 (89,7-96,1)	90,5 (87,5-93,6)	0,54 (0,51-0,57)	0,59 (0,55-0,61)
	Teste χ^2	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001
Obesidade							
Moças	WHO	76,8 (74,0-79,7)	77,3 (74,5-80,1)	90,6 (87,6-93,7)	88,5 (85,7-91,3)	0,73 (0,69-0,77)	0,84 (0,79-0,89)
	IOTF	84,0 (81,0-87,1)	82,9 (80,0-85,9)	91,8 (88,7-94,9)	89,0 (86,1-91,9)	0,78 (0,78-0,82)	0,88 (0,83-0,93)
	Conde & Monteiro	51,5 (49,4-53,6)	54,1 (51,7-56,6)	93,1 (90,0-96,2)	90,7 (87,8-93,6)	0,54 (0,51-0,57)	0,64 (0,40-0,68)
	Teste χ^2	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001
Rapazes	WHO	72,2 (69,6-74,8)	78,0 (75,2-80,2)	89,1 (86,3-91,9)	87,7 (84,9-90,5)	0,78 (0,73-0,83)	0,84 (0,78-0,89)
	IOTF	81,6 (78,8-84,4)	84,2 (81,1-87,4)	89,5 (86,6-92,4)	88,2 (85,4-91,0)	0,85 (0,79-0,90)	0,89 (0,84-0,93)
	Conde & Monteiro	52,2 (50,0-54,5)	54,4 (51,6-57,3)	91,6 (88,5-94,7)	90,4 (85,5-91,4)	0,56 (0,52-0,60)	0,63 (0,59-0,67)
	Teste χ^2	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,001

Discussão

Independente do critério diagnóstico utilizado, um em cada quatro adolescentes analisados no estudo apresentou excesso de peso corporal ($\approx 25\%$). Esta proporção é similar a encontrada em estudo representativo do conjunto de municípios brasileiros de médio e grande porte ²⁰; contudo, discretamente inferior a de países desenvolvidos e próximo de duas vezes maior que a encontrada na população jovem de países em processo de desenvolvimento ¹. Mediante o uso do mesmo critério diagnóstico (*IDF*), a proporção de adolescentes com *SMet* é superior a encontrada recentemente na população jovem brasileira (4,5% vs 2,6%) ²¹; porém, inferior a descrita em adolescentes norte-americanos e europeus ²².

O critério diagnóstico Conde & Monteiro apresentou a menor capacidade para discriminar adolescentes portadores e não-portadores de *SMet*. Estimativas relativas à acurácia global revelaram que as chances de identificar corretamente a presença de *SMet* mediante o uso deste critério diagnóstico se aproximou de 50-60% (área sob a curva ROC entre 0,52 e 0,64). Neste contexto, se por um lado, as especificidades alcançadas mediante o uso do critério diagnóstico Conde & Monteiro apresentaram valores $\geq 90\%$; por outro, as sensibilidades não ultrapassaram 55%. Logo, ao empregar este critério diagnóstico para identificar *SMet*, existe grande probabilidade dos adolescentes eutróficos serem identificados como não-portadores de *SMet*; porém, as chances de detectar *SMet* diminuí acentuadamente entre aqueles adolescentes que apresentam sobrepeso ou são obesos.

As capacidades preditivas dos critérios diagnóstico WHO e IOTF para presença de *SMet* se mostraram mais elevadas e com menores diferenças entre si; contudo, o critério diagnóstico IOTF apresentou sensibilidades significativamente maiores que os critérios diagnósticos WHO e Conde & Monteiro. Neste sentido, o uso do critério diagnóstico IOTF para identificar corretamente *SMet* resultou em 5-10% e 13-22% menos casos falso-negativos que os critérios diagnósticos WHO e Conde & Monteiro, respectivamente. Em valores probabilísticos, mediante o uso dos critérios diagnósticos WHO e IOTF, de cada dez adolescentes com excesso de peso corporal, surgiram igualmente indicações de que por volta de sete a nove deles foram corretamente identificados com *SMet* (área sob a curva ROC entre 0,70 e 0,89).

De maneira geral, ao considerar os três critérios diagnósticos como preditores da *SMet* as moças e os adolescentes com idades entre 12 e 15 anos apresentaram menor acurácia global. Provavelmente este fato possa ser reflexo do surto de crescimento puberal que ocorre nesta idade; sobretudo, entre as moças. Neste caso, devido às diferenças no *timing* da puberdade, constata-se mais elevada variabilidade na associação entre acúmulo de gordura corporal,

proporção de massa isenta de gordura e mudanças nos valores de IMC, o que impacta diretamente na identificação do sobrepeso e da obesidade ²³.

Apesar de terem sido encontradas diferenças significativas equivalentes às propriedades de sensibilidade, especificidade e acurácia global, os achados do presente estudo confirmaram que os três critérios diagnósticos apresentam capacidade de predizer *SMet*, com indicadores de validade mais adequados nos adolescentes tidos como obesos. Neste contexto, é importante mencionar que os três critérios diagnósticos possuem em comum o fato de utilizarem pontos-de-corte arbitrários, alicerçados, sobretudo, em pressupostos estatísticos. Logo, estas diferenças podem, em parte, serem explicadas pelas diferentes metodologias empregadas em suas proposições e, principalmente, pelas prevalências de sobrepeso e obesidade e tendência secular do IMC da população de referência utilizada para o conjunto de dados da amostra.

A proposta da WHO baseia-se em dados de jovens norte-americanos coletados em 1971-74 e reprocessados mais recentemente, para atenuar limitações detectadas em proposta anterior ¹¹. Embora possam existir evidências no sentido de que, na última década, as prevalências de sobrepeso e obesidade na população jovem dos Estados Unidos vêm apresentando tendência de estabilização, este não é o caso quando da comparação entre dados da década de 1970 e de gerações mais recentes ²⁴.

Por outro lado, a proposta IOTF provém de levantamentos nacionais representativos de jovens de seis países (Estados Unidos, Grã-Bretanha, Brasil, Cingapura, Holanda e Hong-Kong). Os levantamentos foram realizados em momentos diferentes, entre 1973 e 1993 ^{12,13}, o que dificulta a análise da tendência secular do IMC na proposição deste critério diagnóstico. A proposta Conde & Monteiro utilizou dados extraídos da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição, envolvendo amostra com representatividade nacional de jovens brasileiros ¹⁴. Os dados foram coletados em 1989, momento em que a prevalência de sobrepeso e obesidade da população jovem no Brasil era significativamente menor do que nos dias atuais ²⁰.

Ainda, ressalta-se que, quando da seleção de um critério diagnóstico específico, torna-se prudente levar em conta a influência de componentes étnicos. Neste sentido, para uso em adolescentes brasileiros, a princípio, o critério diagnóstico Conde & Monteiro apresenta grande vantagem e, pelo contrário, mesmo assumindo o perfil multiétnico da população jovem norte-americana, deverá ser contabilizada importante limitação na seleção do critério diagnóstico WHO. O critério diagnóstico IOTF parece ser mais adequado para garantir uma aplicação multiétnica, uma vez que é baseado em seis conjuntos de dados, inclusive o Brasil.

Quanto às diferentes metodologias empregadas para identificar os pontos-de-corte, a proposta WHO utilizou recursos probabilísticos em que valores de IMC equivalentes aos percentis 85 e 95 foram apontados para identificar aqueles adolescentes com sobrepeso e obesos, respectivamente. Portanto, assumiu-se que, na população de referência, independente de qualquer outra informação adicional, exatamente 15% dos jovens de cada sexo e idade apresentavam sobrepeso e 5% obesidade. Limitação importante desta metodologia é considerar que valores mais elevados de IMC na distribuição de percentil da população de referência possa representar a presença de sobrepeso e obesidade, ao invés de apenas indicar os jovens que são mais pesados em comparação com seus pares.

Pelo contrário, as propostas IOTF e Conde & Monteiro foram idealizadas de forma independente da distribuição de percentil do IMC na população de referência. Neste caso, os pontos-de-corte foram definidos mediante critério epidemiológico, a partir de ajustes de modelos matemáticos específicos para sexo e idade, em que, aos 18 anos apresentavam intercepção com valores de IMC representativos de riscos aumentados para presença de desfechos de saúde no início da vida adulta, em consequência do sobrepeso e da obesidade, ou seja, 25 kg/m² e 30 kg/m², respectivamente. No entanto, procedimento metodológico adotado pelas duas propostas não está isento de crítica. Embora não sejam dependentes da distribuição de percentil, presumiu-se que a proporção de jovens da população de referência com sobrepeso e obesidade era a mesma em ambos os sexos e em todas as idades.

Os resultados reunidos no estudo corroboram achados disponibilizados na literatura que apontam elevada especificidade acompanhada de razoável sensibilidade para identificar risco cardiometabólico em jovens mediante o uso de critérios diagnósticos a partir do IMC⁷⁻⁹. Contudo, de alguma maneira, discorda parcialmente dos resultados encontrados em estudo envolvendo crianças brasileiras que procurou identificar a capacidade preditiva de critérios diagnósticos especificamente para presença de pressão arterial elevada²⁵. No estudo foram encontrados indicadores equivalentes a acurácia global similares para os critérios diagnósticos Conde & Monteiro e IOTF. Possivelmente, o uso isolado do componente pressão arterial elevada, ao invés do conglomerado de componentes que define a *SMet*, e a menor idade dos sujeitos reunidos no estudo (crianças entre 6 e 13 anos) possam explicar eventuais discordância entre ambos os estudos.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Mesmo assumindo a baixa taxa de recusa para a tomada das medidas ($\approx 8\%$), não se pode descartar a possibilidade de ter ocorrido viés de seleção, tendo em vista que não foi possível comparar

dados dos adolescentes participantes e não participantes no estudo. Também, é importante referir que, por não haver um critério universal para definição de *SMet*, optou-se por utilizar critério proposto pela *IDF* e, neste sentido, as estimativas de prevalência de *SMet* podem variar de acordo com o critério empregado^{26,27}.

Concluindo, evidências encontradas no estudo contribuem para o conhecimento da área mostrando que, dos três critérios diagnóstico de sobrepeso e obesidade a partir do IMC (WHO, IOTF e Conde & Monteiro), o critério diagnóstico IOTF demonstrou capacidade preditiva significativamente mais elevada para presença de *SMet*. Contudo, tendo em vista que o IMC é um preditor importante para presença de *SMet* em adolescentes, o grande desafio continua sendo ajustar pontos-de-corte que possam minimizar a quantidade de casos falsos-negativos (maiores índices de sensibilidade) e maximizar a quantidade de casos verdadeiro-negativo (maiores índices de especificidade), como já observados nos três critérios diagnóstico considerados no estudo.

Referências

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014; 384(9945):766-81.
2. Ahima RS, Lazar MA. The health risk of obesity – better metrics imperative. *Science*. 2013; 341(6148):856-8.
3. US Preventive Services Task Force. Using nontraditional risk factors in coronary heart disease risk assessment: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med*. 2009; 151(7):474-82.
4. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet*. 2007; 369(9579):2059–61.
5. Grundy SM. Metabolic syndrome pandemic. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2008; 28(4):629-36.
6. Papakonstantinou E, Lambadiari V, Dimitriadis G, Zampelas A. Metabolic syndrome and cardiometabolic risk factors. *Curr Vasc Pharmacol*. 2013; 11(6):858-79.

7. Freedman DS, Fulton JE, Dietz WH, Pan L, Nihiser AJ, Srinivasan SR, et al. The identification of children with adverse risk factor levels by body mass index cutoffs from two classification systems: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2010; 92(6):1298-305.
8. Kakinami L, Henderson M, Delvin EE, Levy E, O'Loughlin J, Lambert M, et al. Association between different growth curve definitions of overweight and obesity and cardiometabolic risk in children. *CMAJ.* 2012; 184(10):E539-50.
9. Laurson KR, Welk GJ, Eisenmann JC. Diagnostic performance of BMI percentiles to identify adolescents with metabolic syndrome. *Pediatrics* 2014; 133(2):e330-8.
10. World Health Organization. Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl.* 2006; 450:76-85.
11. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007; 85(9):660-7.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320(7244):1240-3.
13. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes.* 2012; 7:284-94.
14. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* 2006; 82(4):266-72.
15. Lwanga SK, Lemeshow S. *Sample size determination in health studies: a practical manual.* Geneva: World Health Organization; 1999.
16. World Health Organization. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee.* 854. Geneva: WHO. WHO Technical Report Series; 1995. p.1-453.
17. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome: a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med.* 2006; 23(5):469-80.
18. Akobeng AK. *Understanding diagnostic test: Receiver Operating Characteristic Curves.* *Acta Paediatr.* 2007; 96:644-7.

19. Trajman A, Luiz RR. McNemar χ^2 test revisited: comparing sensitivity and specificity of diagnostic examinations. *Scand J Clin Lab Invest*. 2008; 68:77-80.
20. Bloch KV, Klein CH, Szklo M, Kuschnir MCC, Abreu GA, Barufaldi LA et al. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros *Rev Saude Publica*. 2016; 50(supl 1):9s.
21. Kyscgubur NCC, Bloch KV, Szklo M, Klein CH, Barufaldi LA, Abreu GA et al. ERICA: prevalência de síndrome metabólica em adolescentes brasileiros. *Rev Saude Publica*. 2016; 50(supl 1):11s.
22. Tailor AM, Peeters PH, Norat T, Vineis P, Romaquera D. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes*. 2010; 5(3):202-13.
23. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics*. 1997; 99:804-7.
24. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. *JAMA*. 2014; 311(8):806-14.
25. Moraes LI, Nicola TC, Jesus JSA, Alves ERB, Giovaninni NPB, Marcato DG, et al. High blood pressure in children and its correlation with three definitions of obesity in childhood. *Arq Bras Cardiol*. 2014; 102(2):175-80.
26. Cavali MLR, Escrivão MAMS, Brasileiro RS, Taddei JAAC. Metabolic syndrome: comparison of diagnosis criteria. *J Pediatr (Rio J)*. 2010; 86(4):325-30.
27. Costa RF, Santos NS, Goldraich NP, Barski TF, Andrade KS, Kruel LFM. Metabolic syndrome in obese adolescents: a comparison of three different diagnostic criteria. *J Pediatr (Rio J)*. 2012; 88(4):303-9.

5.5 ARTIGO 5 – ESTUDO ORIGINAL

Artigo submetido ao periódico BMC Pediatrics (ISSN: 1471-2431)

Fator de Impacto JCR de 2015: 1,813

Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome in Brazilian adolescents

Anthropometric indicators and metabolic syndrome

Raphael Gonçalves de Oliveira^{1,2}

Dartagnan Pinto Guedes¹

¹ Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Brazil

² Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Brazil

Correspondence: Raphael Gonçalves de Oliveira. Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Centro de Ciências da Saúde. Alameda Padre Magno, 841, Nova Alcântara, CEP: 86.400-000, Jacarezinho, PR, Brazil.

Telephone/Fax: +55 (43) 3525-0498. Email: rgoliveira@uenp.edu.br

Abstract

Background: It is not clear which is the best anthropometric indicator to predict Metabolic Syndrome (MetS) in adolescents. Our objective was to identify the predictive power, with respective cut-off points, of anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat for the presence of MetS and to determine the strength of the association between the proposed cut-off points and MetS in adolescents.

Methods: The sample consisted of 1035 adolescents (565 girls and 470 boys) aged between 12 and 20 years. Four anthropometric indicators were considered: waist circumference (WC), body mass index (BMI), waist-height ratio (WHtR), and conicity index (C-Index). MetS was defined according to the criteria of the *International Diabetes Federation*. Predictive performance was described through analysis of *Receiver Operating Characteristic* (ROC) curves with a 95% confidence interval. The most accurate cut-off points were identified through sensitivity, specificity and Area Under the Curve (AUC) values.

Results: The four anthropometric indicators presented significant AUCs close to 0.70. At younger ages (12-15 years) the girls presented a statistically greater capacity to discriminate MetS; however, at more advanced ages (16-20 years) both sexes presented similar AUCs. Among the anthropometric indicators investigated, regardless of sex and age, the WHtR showed the highest discriminant value for MetS, while the C-Index demonstrated a significantly lower capacity to predict MetS. The AUCs equivalent to WC and BMI did not differ statistically. The proposed cut-off points for WHtR (12-15 years = 0.46, 16-20 years = 0.48) presented the highest values of sensitivity and specificity, between 60% and 70%, respectively.

Conclusion: Considering that the best AUC was found for WHtR, we suggest the use of this anthropometric indicator, with the cut-off points presented herein, for the prediction of MetS in adolescents with characteristics similar to the study sample.

Key-words: Anthropometry; Obesity; Adiposity; Prediction; Diagnosis; Accuracy.

Introduction

Metabolic syndrome (MetS) refers to a set of risk factors that, when altered, may increase the chances of developing cardiovascular diseases and diabetes mellitus [1-3]. The risk factors include: excess abdominal fat, high blood pressure and triglyceride rates, and altered lipoproteins and glycemia [3].

The literature presents strong evidence that cardiometabolic alterations, manifested in adulthood, result from complex interactions between a variety of risk factors that may originate in childhood and adolescence [4,5]. Therefore, young people who eventually present MetS, with advancing age, tend to be more predisposed to the onset of cardiovascular disease and diabetes mellitus. Thus, early detection of the presence of MetS in the young population is defined as an important primary care strategy that can effectively contribute to the prevention of cardiometabolic outcomes in adulthood and reduce public health expenditures.

However, as the diagnosis of MetS involves invasive laboratory tests to determine the plasma lipid profile and glycemic rate, its inclusion on a large scale in the routine monitoring of the health status of adolescents is complex. In this sense, efforts have been directed in the attempt to indicate more affordable and inexpensive alternatives for epidemiological tracking and, thus, direct specific procedures to those at risk of developing MetS [6-10].

Results found in previous studies suggest that excess body fat is characterized as an important contributor to triggering MetS in the pediatric population [11-13]. In this context, several anthropometric indicators have been proposed to make inferences about body fat profiles. In epidemiological surveys, the body mass index (BMI) is the most widely used anthropometric indicator and offers indications related to the total quantity of body fat [14]. In addition, waist circumference (WC), waist-height ratio (WHtR), and the conicity index (C-Index) have been proposed and successfully tested to measure cardiometabolic risk in young people due to their ability to provide estimates of centripetal concentration of body fat [15,16].

Considering that the anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat are not complex or invasive and have low cost, it becomes important to identify the predictive power of each anthropometric indicator and its respective cut-off points for detection of MetS in young population. However, it should be pointed out that this referral does not seek to replace medical intervention, since it does not exclude the need to identify the individual components to confirm the diagnosis of MetS. Screening, when performed in environments with high concentrations of young people, such as schools, can reach a high number of adolescents, especially those who have difficulty accessing or do not attend the health system. Thus, once the adolescents most likely to present MetS have been identified, they can be referred for specialized medical follow-up.

Some studies have evaluated the predictive capacity of anthropometric indicators to detect MetS; however, conflicting data were found. Kelishadi et al. [6] found WC to be the best predictor, followed by BMI and WHtR. In contrast, in the study by Jung et al. [7] BMI was the best predictor, followed by WC and WHtR. Nambiar et al. [8] found WHtR to be a better predictor compared to BMI, while WC did not demonstrate significant predictive capacity. Benmohammed et al. [9] found better predictive capacity for WHtR, followed by WC and BMI.

In addition to the divergences found among the results of the studies, it is noteworthy that the C-Index has not been tested for its predictive ability to detect MetS in adolescence. In adults the C-Index presented superior performance to other anthropometric indicators to predict cardiovascular risk [17].

Therefore, the objectives of the present study were to identify the predictive power, with respective cut-off points, of four anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat (WC, BMI, WHtR, and C-Index) for the presence of MetS and to determine the strength of the association between the proposed cut-off points and MetS in adolescents.

Methods

The study is linked to a larger project, which aimed to identify the prevalence of MetS and associated factors in adolescents. For this, a descriptive cross-sectional survey was carried out with a population base involving schoolchildren from the city of Jacarezinho, Paraná, Brazil. Data collection extended from August to November 2014. The intervention protocols used followed the Declaration of Helsinki and were approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Norte do Paraná – UNOPAR (Opinion 1.302.963).

Sample and selection of subjects

The reference population included adolescents of both sexes, between 12 and 20 years of age, enrolled in public and private elementary schools (6th to 9th grade) and high school (1st to 3rd year). Initially, the sample size was established to meet the primary objective of the project to identify the prevalence of MetS and associated factors ($n = 1035$ adolescents). In the present study, the statistical power of the sample, stratified by sex (565 girls and 470 boys), was calculated *a posteriori* and enabled identification with 80% power, a significance of 5%, and areas under the ROC curve (Receiver Operating Characteristic) of at least 0.53 and 0.56 for girls and boys, respectively.

Regarding the selection of the subjects, we aimed to obtain probabilistic sampling by clusters, having as a reference gender, year of study, and period in which the adolescents were enrolled in each stratum of the school structure (public and private). The criteria adopted to exclude some adolescents drawn for the study were: (a) refusal to participate in the study; (b) not signing the Free and Informed Consent Form; (c) any health problem that temporarily or permanently prevented participation in the study; (d) using any type of medication that could induce changes in the study variables; (e) undergoing any type of specific diet; (f) pregnancy; and (g) non-attendance at school on the day scheduled to begin data collection. In these cases, a new draw was carried out to restore any sample losses.

Anthropometric indicators

In order to determine the body weight measurements, an anthropometric scale with a 10g definition was used, brand SECA (Berlin, Germany), model 813, checked every ten weighings, while to carry out the height measurements an aluminum stadiometer was used with a 1mm scale, brand SECA (Berlin, Germany), model 213. The WC measurements were performed using a flexible anthropometric inelastic fiberglass tape with a 1 mm scale, brand SECA (Berlin, Germany), model 203.

Measurements of body weight, height, and WC were performed according to the recommendations of the World Health Organization [18]. Each previously trained researcher performed the same function during the data collection period in order to minimize possible measurement errors. To measure body weight, the adolescent, barefoot and wearing minimal clothing, was positioned standing in the center of the scale platform, upright, with arms beside the body and looking at a fixed point in front of them.

For the height measurements, the adolescent, barefoot, was placed on the base of the stadiometer, upright, with the upper limbs hanging beside the body, feet together, trying to maintain the posterior surfaces of the heels, pelvic girdle, shoulder girdle, and occipital region in contact with the measurement scale. The distance between the plantar region and the vertex was determined with the aid of a cursor. The adolescent remained in inspiratory apnea and their head was oriented in the Frankfurt plane parallel to the ground.

WC measurements were determined with the adolescent standing, with a relaxed abdomen and arms beside the body. The anthropometric tape was positioned in the horizontal plane, so as to encircle the natural waist line, at the coincident point of the mean distance between the last costal arch and the iliac crest, in a firm manner; however, without skin compression. The reading was obtained at the end of a normal expiration.

The BMI was calculated through the ratio between the body weight measured in kilograms and the height expressed in meters squared (kg/m^2). The WHtR was obtained by dividing the waist circumference measure by the height in centimeters [19]. The C-Index was defined by the equation [20]:

$$\text{Conicity index (C-Index)} = \frac{\text{waist circumference (m)}}{\sqrt[0.109]{\frac{\text{body weight (Kg)}}{\text{height (m)}}}}$$

Metabolic syndrome

MetS was identified by analyzing the blood content of plasmatic lipids (triglycerides and high density lipoproteins - HDL-cholesterol) and blood glucose, resting blood pressure (systolic and diastolic), and abdominal fat accumulation (waist circumference), according to the criteria proposed by the International Diabetes Federation (IDF) [4]. In this case, MetS is defined by the presence of a high waist circumference (<16 years: both sexes \geq Percentile 90, \geq 16 years: boys \geq 90cm and girls \geq 80cm) and at least two other compromised components: increased triglycerides (\geq 150mg/dL), decreased HDL-cholesterol (<16 years: both sexes <40mg/dL, \geq 16 years: boys <40mg/dL and girls <50mg/dL), high fasting blood glucose (\geq 100mg/dL), and altered blood pressure (systolic \geq 130mmHg or diastolic \geq 85mmHg).

Plasmatic lipid and blood glucose measurements were performed by collecting 10 ml venous blood samples at the elbow crease after a 10-12 hour fasting period between 07:00 and 08:00 a.m. The serum was immediately separated by centrifugation, and the HDL-cholesterol dosages were determined by the precipitating reactive method, serum triglycerides by the enzymatic glycerol method, and glycemia by the calorimetric enzymatic methodology.

The systolic and diastolic arterial blood pressure levels were measured by the auscultatory method using a mercury column sphygmomanometer. With the adolescent sitting, after a minimum of 5 minutes of rest, blood pressure was measured in the left arm. The systolic blood pressure value corresponded to Korotkoff phase I and diastolic blood pressure to phase

V, or the disappearance of sounds. Two measures were taken, considering the mean value of both measures for calculation purposes.

Statistical treatment

Statistical analysis was performed using SPSS software, version 22. For the analysis of continuous variables, procedures of descriptive statistics were used (mean \pm standard deviation). As the treated variables presented normal distribution of data, the comparisons between sex (girls and boys) and age (12 to 15 years and 16 to 20 years) for the anthropometric indicators were performed using *two-way* analysis of variance with interaction, accompanied by the Scheffe multiple comparison test.

The predictive capacity, sensitivity, and specificity of the four anthropometric indicators (WC, BMI, WHtR, and C-Index) to identify the presence of MetS, accompanied by the respective 95% confidence intervals, were defined using the ROC curve, to establish cut-off points in diagnostic or screening tests [21]. The Area Under the ROC Curve (AUC) was used specifically to determine the predictive capacity of the anthropometric indicators. In this case, an AUC = 1 indicates perfect predictive power, while $AUC \leq 0.5$ indicates that predictive power is not better than chance. For purposes of interpretation, the confidence interval equivalent to AUC allows determination of whether the predictive ability of the anthropometric indicator is significant, and therefore, its lower limit should not be less than 0.50.

Cut-off points for each anthropometric indicator capable of predicting MetS were determined by the best balance between sensitivity and specificity. Thus, the main objective of the analysis is to determine the value at which sensitivity and specificity indicate a threshold that maximizes the true-positive rate, maintaining the lowest possible rate of false-positive cases. Possible significant differences between the properties of sensitivity, specificity, and AUCs were identified using McNemar's statistical test [22].

After determination of the cut-off points for each of the predictive anthropometric indicators of MetS, they were dichotomized based on their respective reference values. The prevalence ratios accompanied by the respective 95% confidence intervals, stratified by sex and age, were calculated using Poisson regression.

Results

Sample characteristics

Statistical information equivalent to the anthropometric indicators that characterize the sample selected for the study are provided in Table 1. The boys were statistically heavier and taller than the girls. When comparing the mean values for the anthropometric indicators that reflect the body fat distribution pattern (WC, WHtR, and C-Index), the older boys and adolescents presented significantly higher scores. Regarding BMI, the scores found showed a significant increase with advancing age; although similar in both sexes. The presence of MetS was identified in 4.5% of the sample, being significantly higher in boys (5.2% versus 3.9%) and older adolescents (4.9% versus 4.2%).

Table 1. Mean, standard deviation, and F statistic values for anthropometric measurements and indicators associated with excess weight/body fat.

		Age		F Test		
		12 – 15 Years	16 – 20 Years	Sex	Age	Interaction
Height (cm)	Girls	158.19 ± 8.52	162.21 ± 5.26	40.110	31.224	19.625
	Boys	163.50 ± 9.01	173.69 ± 6.89	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
Body weight (kg)	Girls	53.49 ± 12.37	59.44 ± 14.56	37.437	28.575	20.717
	Boys	57.80 ± 11.91	69.27 ± 14.40	p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001
Waist circumference (cm)	Girls	67.82 ± 8.94	71.85 ± 9.19	23.608	9.910	0.672
	Boys	72.09 ± 9.14	77.80 ± 9.98	p < 0.001	p < 0.001	ns
Body mass index (kg/m ²)	Girls	20.27 ± 4.27	22.32 ± 4.23	1.645	5.635	0.579
	Boys	20.63 ± 4.07	23.38 ± 4.07	ns	p = 0.004	ns
Waist/Height ratio	Girls	0.42 ± 0.05	0.44 ± 0.08	4.912	5.862	2.374
	Boys	0.43 ± 0.03	0.46 ± 0.06	p = 0.022	p = 0.001	ns
Conicity Index	Girls	1.07 ± 0.04	1.10 ± 0.08	8.092	6.735	3.214
	Boys	1.11 ± 0.06	1.13 ± 0.06	p < 0.001	p < 0.001	p = 0.041

ns = not significant

Anthropometric and MetS Indicators

The performance of the anthropometric indicators as predictors of MetS is presented in Table 2. The values of sensitivity and specificity with the most appropriate balance between them are presented for the four anthropometric indicators as discriminators of MetS. It was noted that, regardless of sex and age, WHtR demonstrated better sensitivity and specificity to discriminate MetS. However, the four anthropometric indicators presented significant AUCs, close to 0.70. At younger ages (12-15 years) girls presented a statistically larger ability to discriminate MetS; however, at more advanced ages (16-20 years) both sexes presented similar AUCs. Among the anthropometric indicators investigated, the C-Index presented significantly lower MetS prediction capacity, whereas WHtR presented the highest discriminant value for MetS. The AUCs equivalent to WC and BMI did not differ statistically.

After determination of the cut-off points, the strength of the association between each of the anthropometric indicators and the presence of MetS was verified. The prevalence ratios and their respective confidence intervals are presented in table 3. The four anthropometric indicators investigated presented significant and positive associations with MetS. The boys who presented WC and BMI scores higher than the cut-off points defined in the present study were approximately one-and-a-half to two times more likely to present MetS, while girls, under these same conditions, were around two to three times more likely to present MetS. Specifically in the case of WHtR, boys and girls with scores higher than the cut-off points found herein presented probabilities two and three times greater, respectively, of presenting MetS.

Table 2. Performance of anthropometric indicators as predictors of metabolic syndrome.

	Sensitivity (CI _{95%})		Specificity (CI _{95%})		Area Under the Curve (CI _{95%})	
	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years
<i>Waist Circumference</i>						
Girls	61.2 (55.1 – 67.5)	66.7 (59.9 – 73.9)	62.1 (56.7 – 67.7)	67.2 (61.1 – 73.6)	0.70 (0.66 – 0.75)	0.73 (0.68 – 0.78)
Boys	57.4 (51.9 – 63.2)	62.5 (56.4 – 68.3)	57.9 (53.0 – 63.1)	63.2 (56.9 – 69.5)	0.66 (0.61 – 0.72)	0.71 (0.66 – 0.77)
χ^2 Test	1.984 (ns)	2.663 (ns)	2.486 (ns)	2.495 (ns)	4.183 ($p = 0.032$)	2.137 (ns)
<i>Body mass index</i>						
Girls	62.9 (57.0 – 68.9)	67.8 (61.5 – 74.3)	62.3 (57.2 – 67.5)	67.4 (61.4 – 73.6)	0.71 (0.67 – 0.76)	0.73 (0.67 – 0.79)
Boys	58.8 (53.1 – 64.7)	63.1 (57.2 – 69.2)	59.3 (53.8 – 64.9)	64.2 (59.1 – 69.4)	0.67 (0.62 – 0.73)	0.72 (0.67 – 0.78)
χ^2 Test	2.417 (ns)	5.011 ($p = 0.043$)	1.438 (ns)	1.612 (ns)	4.258 ($p = 0.028$)	1.738 (ns)
<i>Waist/Height Ratio</i>						
Girls	65.9 (59.7 – 72.3)	69.7 (63.4 – 76.2)	66.2 (60.5 – 72.0)	70.1 (64.2 – 76.2)	0.73 (0.68 – 0.79)	0.76 (0.71 – 0.82)
Boys	60.7 (54.8 – 66.8)	64.5 (58.6 – 70.6)	61.1 (55.9 – 66.5)	65.3 (60.4 – 70.4)	0.69 (0.65 – 0.74)	0.74 (0.70 – 0.79)
χ^2 Test	5.846 ($p = 0.015$)	6.101 ($p < 0.001$)	5.312 ($p = 0.031$)	5.152 ($p = 0.044$)	4.496 ($p = 0.018$)	2.471 (ns)
<i>Conicity Index</i>						
Girls	60.2 (54.4 – 66.2)	62.6 (56.7 – 68.6)	60.4 (55.7 – 65.3)	64.1 (59.9 – 68.5)	0.68 (0.64 – 0.72)	0.71 (0.67 – 0.76)
Boys	55.6 (49.8 – 61.5)	58.4 (52.9 – 64.1)	55.8 (50.3 – 61.2)	60.0 (59.1 – 64.2)	0.64 (0.60 – 0.69)	0.68 (0.63 – 0.73)
χ^2 Test	4.973 ($p = 0.047$)	2.542 (ns)	4.814 ($p = 0.049$)	2.531 (ns)	3.879 ($p = 0.042$)	2.989 (ns)

ns = not significant; CI 95% = Confidence interval of 95%

Table 3. Cut-off points with higher accuracy and prevalence ratios between anthropometric indicators and metabolic syndrome in adolescents.

	Cut-off Points		Prevalence Ratio (CI _{95%})	
	12 – 15 Years	16 – 20 Years	12 – 15 Years	16 – 20 Years
<i>Waist circumference</i>				
Girls	75.8	78.1	2.38 (1.87 – 3.11)	2.61 (1.88 – 3.58)
Boys	77.2	83.3	1.41 (1.13 – 1.80)	1.56 (1.20 – 1.99)
<i>Body Mass Index</i>				
Girls	21.4	23.1	2.89 (2.07 – 4.21)	3.02 (2.03 – 4.46)
Boys	21.5	23.9	1.52 (1.25 – 1.89)	1.79 (1.43 – 2.23)
<i>Waist/Height Ratio</i>				
Girls	0.46	0.48	3.13 (2.09 – 4.30)	3.51 (2.43 – 4.79)
Boys	0.46	0.48	1.79 (1.27 – 2.50)	2.06 (1.42 – 2.95)
<i>Conicity Index</i>				
Girls	1.13	1.16	1.72 (1.18 – 2.53)	2.18 (1.42 – 3.11)
Boys	1.16	1.20	1.29 (1.07 – 1.61)	1.42 (1.17 – 1.78)

CI 95% = Confidence interval of 95%

Discussion

The present study investigated the ability of anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat to discriminate the presence of MetS in adolescents. The ability of the four anthropometric indicators to predict MetS in adolescents aged 12 to 20 years of both sexes was confirmed. However, when comparing the AUCs found for each of the anthropometric indicators, significant differences were identified, indicating different accuracy. The anthropometric indicator that showed the highest predictive capacity for MetS was WHtR, followed, in this order, by BMI, WC, and C-Index.

It is not uncommon to find higher scores equivalent to anthropometric indicators associated with quantity (BMI) and centripetal body fat distribution (WC, WHtR, and C-Index) in boys and older adolescents [6,9,10,23]. With advancing age, adolescents become more susceptible to the endocrine effects triggered by pubertal development, which impact differently and significantly on the greater accumulation and pattern of body fat distribution [24,25].

Corroborating with findings made available through a systematic review that synthesized data from approximately one hundred surveys conducted in different regions of the world,²⁶ the present study identified a higher prevalence of MetS in boys and older adolescents. Using the same diagnostic criteria (IDF), the MetS prevalence observed was higher than that found recently in the Brazilian young population (4.5% vs 2.6%); however, close to that found in cities in the same geographic region (4,1%) [27]. When compared with international data, the proportion observed in the present study is lower than that reported in North American and European adolescents; however, higher than that found in adolescents from Asian countries [28]. On this note, it is emphasized that the IDF diagnostic criterion is intended to minimize false-positive cases and therefore, presents more conservative cut-off points, as well as considering WC as a mandatory component to identify MetS. Therefore, when compared to

other diagnostic criteria adapted for use in adolescents, the IDF criterion should indicate a lower prevalence of MetS [29].

In the present study, with identical cut-off points for both sexes, although different for adolescents aged 12-15 years (0.46) and 16-20 years (0.48), the WHtR was indicated as the anthropometric indicator that best discriminates the presence of MetS. Both cut-off points indicated sensitivity and specificity values between 60% and 70%, which strongly minimizes false-positive and false-negative cases. However, a very uncommon way of analyzing the diagnostic capacity of specific cut-off points is by calculating the positive (VRP) and negative (VRN) verisimilitude ratios. In the case of the youngest group (12-15 years), the VRP was equivalent to 1.95 in girls and 1.86 in boys, suggesting that those adolescents with WHtR ≥ 0.46 may present approximately twice the chance of a positive diagnosis being true; while the VRN corresponded to 0.52 and 0.48, respectively, which is also close to twice the chance of a negative diagnosis confirming the absence of MetS. Among the older adolescents (16-20 years), The VRP was equivalent to 2.33 and 1.86, while the VRN corresponded to 0.43 and 0.54 for girls and boys, respectively.

The study by Benmohammed et al. [9] using the IDF criteria for diagnosis of MetS in Algerian adolescents also found a better predictive capacity through the use of WHtR. However, it is noteworthy that, regardless of the anthropometric indicator used (WHtR, WC, or BMI), a high accuracy was identified ($AUC \geq 90$), with all cut-off points indicating maximum sensitivity (100%) and specificity, around 75%.

On the other hand, coinciding with the findings of the present study, other investigations have found predictive capacity for MetS through anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat. Jung et al. [7], also using the IDF criteria to diagnose MetS in German adolescents, observed moderate to high accuracy ($0.83 \geq AUC \leq 0.88$) for the anthropometric indicators investigated, with an advantage for BMI

followed by WC and WHtR. However, as a limitation, the sample involved few adolescents and only boys. Kelishadi et al. [6] using a less rigorous diagnostic criteria to diagnose MetS in Iranian adolescents (de Ferranti criteria), also found a moderate to high predictive capacity ($0.72 \geq AUC \leq 0.89$) for the anthropometric indicators considered; however, to the advantage of WC, followed by BMI and WHtR.

The disagreements between the studies that have been carried out regarding the anthropometric indicator with better predictive performance for MetS may perhaps be justified by the ethnic origin of the adolescents selected in the different studies. In this regard, the ethnicity of adolescents is capable of influencing the definition of the cut-off points of the anthropometric indicators associated with overweight and body fat and the individual components that make up MetS, which could impact on their prevalence [4]. Thus, identification of the most appropriate anthropometric indicator and its respective cut-off points capable of predicting a higher risk for MetS may be dependent on the geographical location in which the study is performed. In addition, it should be taken into account that MetS can affect adolescents for reasons other than just excess fat and body weight. MetS may be caused by behavioral issues such as inadequate eating habits, excessive sedentary time, and physical inactivity [30].

Referring specifically to the cut-off points best able to predict MetS through the WHtR, a systematic review aimed at analyzing the potential of anthropometric indicators to predict cardiovascular disease indicated $WHtR \geq 0.50$ as the most appropriate for both sexes [31]. This cut-off point is higher than those found in the present study; however, the systematic review composed, mostly, data involving adults, which may explain the higher cut-off point; especially when compared to younger adolescents. In the Italian pediatric population, high sensitivity and specificity for $WHtR \geq 0.50$ were demonstrated in the detection of at least two metabolic or

cardiovascular risk factors; however, it was not the purpose of the study to propose and test another cut-off point value [32].

Using the cut-off points defined in the present study the four anthropometric indicators investigated were significantly associated with the presence of MetS. However, we highlight the higher probability of identifying MetS in girls than in boys. Girls with WHtR ≥ 0.46 (12-15 years) and WHtR ≥ 0.48 (16-20 years) demonstrated probabilities around three to three and a half times higher for MetS, while boys with WHtR scores above cut-off points were approximately twice as likely to present MetS. Previous studies have also found greater accuracy to identify MetS by means of anthropometric indicators among girls [6,9]; however, it is still unclear whether this finding should be attributed to the specific metabolic profile of each sex, or the behavioral implications that differentiate girls and boys at this age.

Strengths and limitations

To our knowledge this is the first study performed with Brazilian adolescents to verify the performance of different anthropometric indicators associated with the quantity and distribution of body fat as predictors of MetS. Identifying MetS in pediatric populations is not routine in the clinical setting, except in specific situations, such as the presence of obesity and diabetes. In addition, the decrease in the frequency of medical consultations during adolescence reduce the possibility of early detection of metabolic alterations, and the lack of diagnosis, control, and treatment of these alterations may constitute a factor impeding the prevention of future cardiometabolic outcomes. The findings of the present study will enable, by means of simple and accessible procedures, the screening of the possible presence of MetS and, when appropriate, referral to a specialized service to confirm the diagnosis.

On the other hand, the present study presents some limitations that must be considered. School-based sampling may weaken the representativeness of the adolescent population.

However, it should be emphasized that adolescents from all the city's educational networks were distributed proportionally in the schools selected for the study. Even taking into account the low refusal rate for anthropometric measurements and laboratory tests ($\approx 8\%$), the possibility of selection bias cannot be ruled out, since it was not possible to compare the treated indicators between the adolescents participating and not participating in the study. It is also important to note that, since there is no universal criterion for defining MetS, we chose to use the criterion proposed by the IDF and, in this sense, estimates of the prevalence of MetS may vary according to the criterion used.

Conclusion

The four anthropometric indicators investigated demonstrated ability to predict MetS in adolescents aged 12 to 20 years of both sexes. However, considering that the best AUC was found for the WHtR, we suggest the use of this anthropometric indicator, with the cut-off points presented herein, for the prediction of MetS in adolescents with similar characteristics to the study sample. In this sense, it is assumed that approximately three out of four adolescents with MetS can be correctly diagnosed, constituting, therefore, a reasonable alternative to be used in initial screening to identify adolescents at higher cardiometabolic risk.

Abbreviations

AUC: Area Under the Curve

BMI: Body mass index

C-Index: Conicity index

IDF: International Diabetes Federation

MetS: Metabolic syndrome

ROC: Receiver Operating Characteristic

VRN: Negative verisimilitude ratios

VRP: Positive verisimilitude ratios

WC: Waist circumference

WHtR: Waist-height ratio

Declarations

Ethics approval

The intervention protocols used followed the Declaration of Helsinki and were approved by the Research Ethics Committee of the Universidade Norte do Paraná – UNOPAR (Opinion 1.302.963).

Consent for publication

Not applicable.

Availability of data and materials

All data generated or analysed during this study are included in this published article.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Funding

Not applicable.

Authors' contributions

RGO and DPG conceptualised the study and were involved in data collection and analysis. Both authors were involved in the writing of the manuscript and approved the final version.

Acknowledgements

The authors thank the technicians who assisted in the data collection. The author RGO thanks the doctorate scholarship provided by the Fundação Araucária (FA) for Support of Scientific

and Technological Development of Paraná, and the Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI), in partnership with the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brazil.

References

1. Lam DW, LeRoith D. Metabolic Syndrome. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2015.
2. Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract.* 2014;2014:943162.
3. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009;120:1640-5.
4. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes.* 2007;8:299-306.
5. Poyrazoglu S, Bas F, Darendeliler F. Metabolic syndrome in young people. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2014;21:56-63.
6. Kelishadi R, Ardalan G, Gheiratmand R, Adeli K, Delavari A, Majdzadeh R, et al. Paediatric metabolic syndrome and associated anthropometric indices: the CASPIAN Study. *Acta Paediatr.* 2006;95:1625-34.
7. Jung C, Fischer N, Fritzenwanger M, Figulla HR. Anthropometric indices as predictors of the metabolic syndrome and its components in adolescents. *Pediatr Int.* 2010;52:402-9.

8. Nambiar S, Truby H, Davies PS, Baxter K. Use of the waist-height ratio to predict metabolic syndrome in obese children and adolescents. *J Paediatr Child Health*. 2013;49:E281-7.
9. Benmohammed K, Valensi P, Benlatreche M, Nguyen MT, Benmohammed F, Pariès J, et al. Anthropometric markers for detection of the metabolic syndrome in adolescents. *Diabetes Metab*. 2015;41:138-44.
10. Flouris AD, Bouziotas C, Christodoulos AD, Koutedakis Y. Longitudinal preventive-screening cutoffs for metabolic syndrome in adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1506-12.
11. González M, del Mar Bibiloni M, Pons A, Llompart I, Tur JA. Inflammatory markers and metabolic syndrome among adolescents. *Eur J Clin Nutr*. 2012;66:1141-5.
12. Gøbel RJ, Jensen SM, Frøkiaer H, Mølgaard C, Michaelsen KF. Obesity, inflammation and metabolic syndrome in Danish adolescents. *Acta Paediatr*. 2012;101:192-200.
13. Melka MG, Abrahamowicz M, Leonard GT, Perron M, Richer L, Veillette S, et al. Clustering of the metabolic syndrome components in adolescence: role of visceral fat. *PLoS One*. 2013;8:e82368.
14. Freedman DS, Ogden CL, Blanck HM, Borrud LG, Dietz WH. The abilities of body mass index and skinfold thicknesses to identify children with low or elevated levels of dual-energy X-ray absorptiometry-determined body fatness. *J Pediatr*. 2013;163:160-6.
15. Beck CC, Lopes Ada S, Pitanga FJ. Anthropometric indicators as predictors of high blood pressure in adolescents. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96:126-33.
16. Carneiro IB, Sampaio HA, Carioca AA, Pinto FJ, Damasceno NR. Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2014;58:838-43.

17. Motamed N, Perumal D, Zamani F, Ashrafi H, Haghjoo M, Saeedian FS, et al. Conicity Index and Waist-to-Hip Ratio Are Superior Obesity Indices in Predicting 10-Year Cardiovascular Risk Among Men and Women. *Clin Cardiol.* 2015;38:527-34.
18. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO Technical Report Series; 1995.
19. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005;56:303-7.
20. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol.* 1991;44:955-6.
21. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 3: Receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr.* 2007;96:644-7.
22. Trajman A, Luiz RR. McNemar chi² test revisited: comparing sensitivity and specificity of diagnostic examinations. *Scand J Clin Lab Invest.* 2008;68:77-80.
23. Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GJ. Development of youth percent body fat standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med.* 2011;41:S93-9.
24. Chan NP, Choi KC, Nelson EA, Chan JC, Kong AP. Associations of pubertal stage and body mass index with cardiometabolic risk in Hong Kong Chinese children: A cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2015;15:136.
25. Gyllenhammer LE, Alderete TL, Toledo-Corral CM, Weigensberg M, Goran MI. Saturation of subcutaneous adipose tissue expansion and accumulation of ectopic fat associated with metabolic dysfunction during late and post-pubertal growth. *Int J Obes (Lond).* 2016;40:601-6.
26. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord.* 2013;11:71-80.

27. Kuschnir MC, Bloch KV, Szklo M, Klein CH, Barufaldi LA, Abreu Gde A, et al. ERICA: prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica*. 2016;50 Suppl 1:11s.
28. 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;5:202-13.
29. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord*. 2014;12:202-9.
30. Olafsdottir AS, Torfadottir JE, Arngrimsson SA. Health Behavior and Metabolic Risk Factors Associated with Normal Weight Obesity in Adolescents. *PLoS One*. 2016;11:e0161451.
31. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010;23:247-69.
32. Maffei C, Banzato C, Talamini G; Obesity Study Group of the Italian Society of Pediatric Endocrinology and Diabetology. Waist-to-height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. *J Pediatr*. 2008;152:207-13.

6 CONCLUSÃO GERAL

A presente tese acrescenta a literatura evidências no sentido de que a aptidão cardiorrespiratória está associada de forma independente a *SMet* em adolescentes, enquanto a prática de atividade física é dependente da técnica de acelerometria e o ponto-de-corte equivalente a 2 h/dia considerado para definir comportamento sedentário necessita ser melhor investigado.



Em relação aos testes motores de aptidão física relacionada à saúde sugeridos pelo Programa *FitnessGram*, apenas o teste PACER empregado para mensurar a aptidão cardiorrespiratória foi considerado preditor para *SMet*, configurando-se como alternativa razoável a ser utilizado em uma triagem inicial. Os pontos-de-corte dos demais testes motores empregados para mensurar força/resistência muscular e flexibilidade necessitam ser revistos e/ou validados diante de outros desfechos de saúde.

No que diz respeito aos critérios diagnóstico de sobrepeso/obesidade por intermédio do IMC, o que ofereceu pontos-de-corte com melhor capacidade para identificar adolescentes com *SMet* foi o IOTF, devendo ser recomendado prioritariamente para tal finalidade. Ainda, quanto aos indicadores antropométricos de sobrepeso/obesidade, indentificou-se que a relação cintura/estatura apresentou a melhor capacidade preditiva para *SMet*, devendo ser utilizada preferencialmente em adolescentes brasileiros para esta finalidade.

Para o nosso conhecimento este foi o primeiro estudo realizado com adolescentes brasileiros a fim de verificar o desempenho de diferentes indicadores antropométricos associados ao excesso de gordura/peso corporal e de aptidão física relacionada à saúde como preditores de *SMet*. Identificar a *SMet* em populações pediátricas não se constitui rotina no âmbito clínico, exceto em situações específicas, como é o caso da presença de obesidade e diabetes. Também, o decréscimo na frequência de consultas médicas na adolescência diminui a possibilidade de detectar precocemente eventuais alterações metabólicas, sendo que, a falta de diagnóstico, controle e tratamento dessas alterações pode constituir-se em fator impeditivo para prevenção de futuros desfechos cardiometabólicos. Os achados do estudo permitirão, por meio de procedimentos simples e acessível, a triagem da eventual presença de *SMet* e, quando for o caso, o encaminhamento para serviço especializado para confirmar seu diagnóstico.

APÊNDICE

APÊNDICE A – ROTEIRO DE COLETA DOS DADOS

	Projeto de Pesquisa Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil	
---	--	---

I – Informações do Escolar

Data da Avaliação: _____ / _____ / _____

1. Escola: _____

2. Aluno: _____

3. Estrutura Escolar: () Estadual () Privada

4. Turno de Estudo: () Matutino () Vespertino

5. Data de Nascimento: _____ / _____ / _____

6. Idade:

 () 11 Anos () 12 Anos () 13 Anos () 14 Anos () 15 Anos
 () 16 Anos () 17 Anos () 18 Anos () 19 Anos () ≥ 20 Anos

7. Sexo: () Feminino () Masculino

8. Série Escolar:

 Ensino Fundamental: () 6º Ano () 7º Ano () 8º Ano () 9º Ano
 Ensino Médio: () 1º Ano () 2º Ano () 3º Ano

9. Local de Moradia: () Urbana () Rural

10. Nível de escolaridade do pai/responsável pelo sustento da casa:

- () Analfabeto/Primário (1º ao 4º ano) incompleto
 () Primário completo (1º ao 4º ano)/Ginásio (5º ao 8º ano) incompleto
 () Ginásio completo (5º ao 8º ano)/Colegial (1º ao 3º ano) incompleto
 () Colegial completo (1º ao 3º ano)/Superior incompleto
 () Superior completo

11. Utensílios domésticos que o aluno possui na casa que reside com a família:

Itens	Não tem	1	2	3	≥ 4
Televisão em cores	()	()	()	()	()
Rádio	()	()	()	()	()
Banheiros	()	()	()	()	()
Automóvel	()	()	()	()	()
Empregada(o) mensalista	()	()	()	()	()
Máquina de lavar	()	()	()	()	()
Videocassete ou DVD	()	()	()	()	()
Geladeira	()	()	()	()	()
Freezer (independente ou parte da geladeira)	()	()	()	()	()

II – Hábito Alimentar do Escolar

1. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você tomou suco de frutas 100% natural? (Não considerar sucos aromatizados, bebidas energéticas ou sucos industrializados).

-) Não tomou sucos 100% natural nos últimos 7 dias
-) 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
-) 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
-) 1 vez por dia
-) 2 vezes por dia
-) 3 vezes por dia
-) 4 ou mais vezes por dia

2. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu frutas? (Não considerar os sucos de frutas).

-) Não comeu frutas nos últimos 7 dias
-) 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
-) 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
-) 1 vez por dia
-) 2 vezes por dia
-) 3 vezes por dia
-) 4 ou mais vezes por dia

3. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu hortaliças?

-) Não comeu hortaliças nos últimos 7 dias
-) 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
-) 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
-) 1 vez por dia
-) 2 vezes por dia
-) 3 vezes por dia
-) 4 ou mais vezes por dia

4. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu salgados fritos (rissoles, cochinha, kibe, etc)?

-) Não comeu salgados fritos nos últimos 7 dias
-) 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
-) 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
-) 1 vez por dia
-) 2 vezes por dia
-) 3 vezes por dia
-) 4 ou mais vezes por dia

5. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você bebeu uma garrafa, lata ou copo de refrigerante, como coca-cola, fanta, sprite, pepsi ou tubaína?

-) Não bebeu refrigerantes nos últimos 7 dias
-) 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
-) 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
-) 1 vez por dia
-) 2 vezes por dia
-) 3 vezes por dia
-) 4 ou mais vezes por dia

6. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu hamburger, cachorro quente, linguiça ou outro tipo de embutido?

- Não comeu este tipo de alimento nos últimos 7 dias
- 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
- 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
- 1 vez por dia
- 2 vezes por dia
- 3 vezes por dia
- 4 ou mais vezes por dia

7. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu batata frita, batata chips ou similares?

- Não comeu este tipo de alimento nos últimos 7 dias
- 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
- 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
- 1 vez por dia
- 2 vezes por dia
- 3 vezes por dia
- 4 ou mais vezes por dia

8. Durante os últimos 7 dias, quantas vezes você comeu bolo, torta, biscoitos, doces ou similares?

- Não comeu este tipo de alimento nos últimos 7 dias
- 1 a 3 vezes durante os últimos 7 dias
- 4 a 6 vezes durante os últimos 7 dias
- 1 vez por dia
- 2 vezes por dia
- 3 vezes por dia
- 4 ou mais vezes por dia

9. Durante os últimos 7 dias, quantos copos de leite você bebeu? (Incluir o leite que bebeu em copo ou xícara, de caixinha, ou com cereais).

- Não bebeu leite nos últimos 7 dias
- 1 a 4 copos nos últimos 7 dias
- 4 a 6 copos nos últimos 7 dias
- 1 copo por dia
- 2 copos por dia
- 3 copos por dia
- 4 ou mais copos por dia

III – Atividade Física do Escolar

1. Atividade física no tempo livre: Você realizou alguma dessas atividades nos últimos 7 dias (última semana). Se a resposta for sim, quantas vezes foi realizada? (Marcar uma única resposta por atividade).

Atividade física	Não	1-2	3-4	5-6	>7
Pular corda	()	()	()	()	()
Andar de patins	()	()	()	()	()
Brincar de pega-pega	()	()	()	()	()
Andar de bicicleta	()	()	()	()	()
Caminhar como exercício físico	()	()	()	()	()
Correr	()	()	()	()	()
Nadar	()	()	()	()	()
Dançar	()	()	()	()	()
Fazer exercícios em academias de ginástica	()	()	()	()	()
Fazer musculação	()	()	()	()	()
Jogar basquetebol	()	()	()	()	()
Jogar futebol/futsal	()	()	()	()	()
Jogar voleibol	()	()	()	()	()
Jogar handebol	()	()	()	()	()
Jogar tênis de campo/ tênis de mesa	()	()	()	()	()
Lutar judô, karatê, etc	()	()	()	()	()
Outros, qual? _____	()	()	()	()	()
Outros, qual? _____	()	()	()	()	()

2. Nos últimos 7 dias, durante as aulas de educação física, quantas vezes você permaneceu muito ativo fisicamente: jogando intensamente, correndo, saltando, fazendo lançamentos, etc.?

- () Não tenho aula de educação física
- () Quase nunca
- () Algumas vezes
- () Muitas vezes
- () Sempre

3. Nos últimos 7 dias, fora da escola, no período da manhã, quantas vezes Você brincou, praticou esporte, realizou exercício físico ou dançou de tal forma que ficou muito ativo fisicamente?

- () Nenhuma vez
- () Um vez na última semana
- () 2 – 3 vezes na última semana
- () 4 – 5 vezes na última semana
- () 6 ou mais vezes na última semana

4. Nos últimos 7 dias, fora da escola, no período da tarde, quantas vezes Você brincou, praticou esporte, realizou exercício físico ou dançou de tal forma que ficou muito ativo fisicamente?

- () Nenhuma vez
- () Um vez na última semana
- () 2 – 3 vezes na última semana
- () 4 – 5 vezes na última semana
- () 6 ou mais vezes na última semana

5. Nos últimos 7 dias, fora da escola, no período da noite, quantas vezes você brincou, praticou esporte, realizou exercício físico ou dançou de tal forma que ficou muito ativo fisicamente?

- () Nenhuma vez
 () Um vez na última semana
 () 2 – 3 vezes na última semana
 () 4 – 5 vezes na última semana
 () 6 ou mais vezes na última semana

6. No último final de semana, quantas vezes você brincou, praticou esporte, realizou exercício físico ou dançou de tal forma que ficou muito ativo fisicamente?

- () Nenhuma vez
 () Uma vez
 () 2 – 3 vezes
 () 4 – 5 vezes
 () 6 ou mais vezes

7. Qual das seguintes situações melhor descreve seus últimos 7 dias? Leia as 5 opções antes de decidir por uma resposta que melhor descreve sua última semana.

- () Todo ou a maioria do tempo livre eu me dediquei a atividades que exige pouco ou nenhum esforço físico
 () Algumas vezes (1-2 vezes na última semana) o aluno realizou atividade física no seu tempo livre (por exemplo, praticou esporte, jogou bola, correu, nadou, dançou, andou de bicicleta, fez exercício físico, etc.)
 () Frequentemente (3-4 vezes na última semana) o aluno realizou atividade física no seu tempo livre
 () Bastante frequentemente (5-6 vezes na última semana) o aluno realizou atividade física no seu tempo livre
 () Muito frequentemente (7 ou mais vezes na última semana) o aluno realizou atividade física no seu tempo livre

8. Assinale com que frequência você realizou atividade física (por exemplo, praticou esporte, jogou bola, correu, nadou, dançou, andou de bicicleta, fez exercício físico, etc.) em cada dia da semana.

	Nenhuma	Pouco	Médio	Bastante	Muito
2ª feira	()	()	()	()	()
3ª feira	()	()	()	()	()
4ª feira	()	()	()	()	()
5ª feira	()	()	()	()	()
6ª feira	()	()	()	()	()
Sábado	()	()	()	()	()
Domingo	()	()	()	()	()

9. Você esteve doente nesta última semana, ou apresentou alguma situação que o impediu de realizar normalmente atividade física?

- () Sim
 () Não

Se sim, qual foi o impedimento? _____

10. Quantas horas você assiste TV?

Em dias que vai para a escola

- () Você não assiste TV nesses dias
 () Menos de 1 hora por dia
 () 1 hora por dia
 () 2 horas por dia
 () 3 horas por dia
 () 4 horas por dia
 () 5 ou mais horas por dia

Em dias do final de semana (sábado/domingo)

- () Você não assiste TV nesses dias
 () Menos de 1 hora por dia
 () 1 hora por dia
 () 2 horas por dia
 () 3 horas por dia
 () 4 horas por dia
 () 5 ou mais horas por dia

11. Quantas horas você joga *vídeo-game* ou usa computador para alguma atividade que não seja trabalho escolar? (incluir atividades como *PlayStation*, games no computador e Internet).

Em dias que vai para a escola

- () Você não joga *vídeo-game* nesses dias
 () Menos de 1 hora por dia
 () 1 hora por dia
 () 2 horas por dia
 () 3 horas por dia
 () 4 horas por dia
 () 5 ou mais horas por dia

Em dias do final de semana (sábado/domingo)

- () Você não joga *vídeo-game* nesses dias
 () Menos de 1 hora por dia
 () 1 hora por dia
 () 2 horas por dia
 () 3 horas por dia
 () 4 horas por dia
 () 5 ou mais horas por dia

IV – Medidas Antropométricas e Testes Motores

Medidas Antropométricas	
Peso Corporal (kg):	
Estatura (cm):	
Circunferência de Cintura (cm):	

Testes Motores	
<i>Back-Saver Sit and Reach</i> – Sentar-e-Alcançar alternado (cm) – perna direita estendida	
<i>Back-Saver Sit and Reach</i> – Sentar-e-Alcançar alternado (cm) – perna esquerda estend.	
<i>Curl-Up</i> – Abdominal “modificado” (número de repetições)	
<i>Trunk Lift</i> – Elevação do tronco (cm)	
<i>Push-Up</i> – Flexões de Braço (número de repetições)	

<i>Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run (PACER)</i>																	
Nível	Número de Voltas																
1	1	2	3	4	5	6	7										
2	8	9	10	11	12	13	14	15									
3	16	17	18	19	20	21	22	23									
4	24	25	26	27	28	29	30	31	32								
5	33	34	35	36	37	38	39	40	41								
6	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51							
7	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61							
8	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72						
9	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83						
10	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94						
11	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106					
12	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118					
13	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131				
14	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144				
15	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157				
16	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171			
17	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185			
18	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200		
19	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215		
20	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	
21	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	

IV – Medida de Pressão Arterial em Repouso

	1ª Medida	2ª Medida	Medida Final
PA Sistólica			
PA Diastólica			

VI – Medidas Sanguíneas

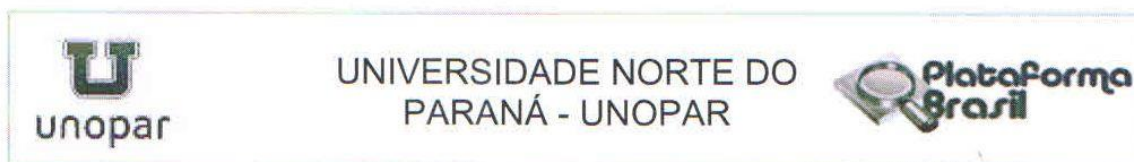
Glicemia (mg/dL)	
Triglicerídeos (mg/dL)	
HDL-Colesterol (mg/dL)	

VII – Idade Biológica

Raio-X de mão e punho (anos)	
------------------------------	--

ANEXOS

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil

Pesquisador: Dartagnan Pinto Guedes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 50223415.6.0000.0108

Instituição Proponente: EDITORA E DISTRIBUIDORA EDUCACIONAL S/A

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.302.963

Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo de corte transversal envolvendo adolescentes de 12 a 18 anos de idade de ambos os sexos, escolares do município de Jacarezinho, região norte do Estado do Paraná, com objetivo de determinar a prevalência e os fatores associados à síndrome metabólica na população escolar analisada. Deverá ser utilizada amostra probabilística por conglomerados considerando sexo, escola, ano e turma de escolarização. O tamanho da amostra deverá ser estabelecido assumindo erro amostral de 3% e intervalo de confiança de 95%, o que prevê a avaliação em aproximadamente mil escolares. Além de sexo e idade cronológica deverão ser levantados dados quanto ao nível econômico familiar, aos hábitos de consumo alimentar e à prática habitual de atividade física mediante questionário estruturado. Ainda, deverão ser reunidas informações quanto à maturação biológica, ao estado nutricional, à aptidão física e à síndrome metabólica. Para verificar eventuais diferenças entre as prevalências observadas em cada estrato deverá ser utilizado teste de significância para comparações de múltiplas proporções, mediante o envolvimento da estatística de qui-quadrado (2). Para analisar o impacto dos fatores associados na prevalência de síndrome metabólica recorrer-se-ão aos cálculos dos valores de odds ratio, estabelecidos por intermédio da regressão logística binária, mediante análise bruta e ajustada pelas demais variáveis independentes envolvidas nos modelos de regressão. Espera-se mediante o

Endereço: Rua Marselha, 591

Bairro: Jardim Piza

CEP: 86.041-140

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-9849

E-mail: cep@unopar.br



UNIVERSIDADE NORTE DO
PARANÁ - UNOPAR



Continuação do Parecer: 1.302.963

desenvolvimento do presente projeto de pesquisa oferecer importantes informações quanto aos fatores associados à síndrome metabólica na população de adolescentes escolares, contribuindo para ampliar o atual estágio de conhecimento na área. Por outro lado, em razão da quase inexistência de informações relacionadas aos comportamentos de proteção e de risco para o aparecimento e o desenvolvimento da síndrome metabólica em amostras nacionais, os resultados que deverão ser obtidas no estudo poderão servir como referenciais, tornando-se importante alternativa no auxílio de futuros estudos sobre o tema. Ainda, as conclusões resultantes do estudo, poderão atender uma das necessidades mais prementes na área da saúde pública e da educação física, ou seja, a obtenção de subsídios atualizados e reconhecidos regionalmente que possam vir a contribuir na elaboração de eventuais programas de promoção e educação para a saúde, mediante monitoração de indicadores associados à síndrome metabólica de adolescentes escolares.

Objetivo da Pesquisa:

Geral: Investigar aspectos vinculados à prevalência de SMet e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil. Específicos: - Estimar a prevalência de SMet na população delimitada no estudo;

- Estabelecer comparações entre a prevalência de SMet estimada na população analisada e informações disponibilizadas na literatura envolvendo estudos realizados em outras regiões do Brasil e de outros países;
- Identificar o impacto de fatores associados às informações demográficas, aos hábitos de consumo alimentar, à prática habitual de atividade física e à aptidão física na ocorrência de SMet entre os adolescentes selecionados no estudo; e - Determinar a extensão com que indicadores relativos aos hábitos de consumo alimentar, à prática habitual de atividade física e à aptidão física possam estar relacionados às variações de prevalências de SMet entre os adolescentes selecionados no estudo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Considerando que o delineamento do estudo envolve aplicação de questionário direcionado ao levantamento de indicadores demográficos e comportamentais (hábitos de consumo alimentar e prática de atividade física), realização de medidas antropométricas equivalentes ao peso corporal, à estatura e à circunferência de cintura, aplicação de testes motores, raio X de uma das mãos para identificação da maturação biológica, medidas de pressão arterial em repouso e coleta de sangue para dosagens de lipídeos plasmáticos e glicemia, mediante procedimentos validados e aceitos internacionalmente, acredita-se que não devesse haver risco ou desconforto para a integridade física, mental ou social dos adolescentes escolares

Endereço: Rua Marselha, 591

Bairro: Jardim Piza

CEP: 86.041-140

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-9849

E-mail: cep@unopar.br



UNIVERSIDADE NORTE DO
PARANÁ - UNOPAR



Continuação do Parecer: 1.302.963

selecionados no estudo.

Benefícios: Considerando que: (a) o acompanhamento de fatores de risco associados à SMet na população jovem é uma das tarefas mais significativas no campo da saúde pública; (b) a proposição e o desenvolvimento de programas de intervenção quanto ao acompanhamento de fatores de risco associados à SMet dependem da existência de informações quanto às prevalências reconhecidamente representativas e atualizadas; (c) a dificuldade em identificar estudos relativos às prevalências de SMet e seus fatores associados que possam preencher os requisitos exigidos para intervenção obriga, muitas vezes, o profissional de saúde recorrer a informações provenientes de casuísticas étnicas, sociais e culturalmente distantes de sua realidade; e (d) os levantamentos populacionais realizados periodicamente podem auxiliar na monitoração das eventuais alterações de indicadores associados à SMet, contribuindo dessa forma para avaliação do impacto de possíveis intervenções específicas em saúde dos integrantes daquela população; acredita-se que o presente projeto de pesquisa possa oferecer importantes informações quanto aos indicadores associados à SMet de adolescentes escolares, o que poderá contribuir de forma significativa para a ampliação de novos conhecimentos na área, tornando-se uma nova opção no auxílio de futuros estudos sobre o tema, além de auxiliar em ações de intervenção que favoreçam a promoção/educação em saúde no segmento escolar.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos apresentados atendem à Resolução CNS no. 466/12.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências ou inadequações.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto atende à Resolução CNS no. 466/12.

Deverão ser apresentados relatórios parciais e/ou final a cada 12 meses a partir da data de aprovação do projeto. Caso os relatórios não sejam apresentados, o CEP poderá suspender temporariamente a análise de novos protocolos de pesquisa do mesmo pesquisador, até que se regularize a situação pendente. No Relatório Final deverá ser informado como foi realizada a devolutiva da pesquisa aos participantes e/ou instituições envolvidas. Qualquer alteração no

Endereço: Rua Marselha, 591

Bairro: Jardim Piza

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.041-140

Telefone: (43)3371-9849

E-mail: cep@unopar.br



UNIVERSIDADE NORTE DO
PARANÁ - UNOPAR



Continuação do Parecer: 1.302.963

projeto deve ser informada ao CEP como EMENDA ao Projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_600964.pdf	19/10/2015 10:43:44		Aceito
Outros	FORMULARIO.pdf	19/10/2015 10:42:33	Dartagnan Pinto Guedes	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO.pdf	19/10/2015 10:40:29	Dartagnan Pinto Guedes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODETALHADO.pdf	19/10/2015 10:40:00	Dartagnan Pinto Guedes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/10/2015 10:39:34	Dartagnan Pinto Guedes	Aceito
Folha de Rosto	PROJETO_DE_PESQUISA_UNOPAR_2016_Folha_de_Rosto.pdf	14/10/2015 11:55:40	Dartagnan Pinto Guedes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 29 de Outubro de 2015

Assinado por:
Audrey de Souza Marquez
(Coordenador)

Endereço: Rua Marselha, 591

Bairro: Jardim Piza

CEP: 86.041-140



UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-9849

E-mail: cep@unopar.br

ANEXO B – MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

	<p>Projeto de Pesquisa Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil</p>	
---	---	---

Exmo(a). Sr(a): _____

Está em curso projeto de pesquisa sobre atividade física, aptidão física, alimentação e saúde da população escolar da cidade de Jacarezinho – Paraná. O estudo destina-se a identificar alguns aspectos relacionados aos hábitos de vida dos escolares desta cidade e sua repercussão em parâmetros associados à saúde dos jovens, com objetivo de proporcionar dados que permitam traçar estratégias de intervenção em diversos níveis de atuação.

Para tanto, um grupo de professores e profissionais da saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP deverá realizar nos alunos desta escola um conjunto de testes e mensurações que inclui medidas antropométricas (ex: altura e peso corporal), teste motores, análises sanguíneas (ex: lipídios e lipoproteínas plasmáticas), mensurações da pressão arterial e questionários quanto à prática de atividade física e à alimentação.

Para garantir a segurança dos alunos envolvidos no estudo e as rotinas de avaliação a serem empregadas deverão estar de acordo com os procedimentos aceitos internacionalmente. Além do que, não deverá haver nenhuma despesa financeira decorrente da participação dos escolares na pesquisa.

Dessa forma, nos dirigimos a V Sa no sentido de solicitar consentimento para que o aluno _____ possa participar da amostra do referido projeto de pesquisa, de acordo com as condições mencionadas no presente documento. Lembramos que a participação dos alunos no projeto de pesquisa é inteiramente voluntária, e, a qualquer momento, se assim desejarem, poderão deixar o estudo. Eventual recusa em participar do projeto de pesquisa não deverá provocar qualquer prejuízo ou mudança no acompanhamento e no ensino que os alunos já recebem nas Escolas.



No caso da necessidade de outras informações, sugerimos contato com a direção da escola, através da qual a equipe de profissionais se colocará à disposição para os esclarecimentos necessários.

Sem mais, e agradecendo vossa valiosa colaboração.

Atenciosamente,

 Prof. Dartagnan Pinto Guedes

 Prof. Raphael Gonçalves de Oliveira
 Coordenadores da Pesquisa

	Projeto de Pesquisa Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil	
---	--	---

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO



Eu, _____, declaro que, após ter sido convenientemente esclarecido e ter entendido o que me foi exposto, não havendo mais dúvidas, **AUTORIZO VOLUNTARIAMENTE** o aluno _____ a participar do projeto de pesquisa “Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil”.

Jacarezinho, Paraná, ____ de _____, 20____.

Assinatura do Pai/Mãe/Responsável

Assinatura do aluno

ANEXO C – MODELO DA AUTORIZAÇÃO DESTINADO A DIREÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

	<p>Projeto de Pesquisa</p> <p>Síndrome metabólica e fatores associados de adolescentes escolares de uma comunidade da região norte do Estado do Paraná, Brasil</p>	
---	---	---

Exmo(a). Sr(a) Prof(a): _____

Escola: _____

Prezado(a) Diretor(a):

Está em curso projeto de pesquisa sobre atividade física, alimentação, aptidão física e saúde metabólica da população escolar da cidade de Jacarezinho – Paraná. O estudo destina-se a identificar alguns aspectos relacionados aos hábitos de vida dos escolares desta cidade e sua repercussão em parâmetros associados à síndrome metabólica dos escolares, com objetivo de proporcionar dados que permitam traçar estratégias de intervenção em diversos níveis de atuação.

Para tanto, uma equipe de professores e profissionais de saúde da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) e da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) deverá realizar nos alunos desta escola um conjunto de testes e mensurações que inclui medidas antropométricas (ex: altura e peso corporal), teste motores (ex: corrida e salto), análises sanguíneas (ex: lipídios e lipoproteínas plasmáticas), mensurações da pressão arterial e questionários quanto à prática de atividade física e à alimentação.

Para garantir a segurança dos alunos envolvidos no estudo, as rotinas de avaliação a serem empregadas deverão estar de acordo com procedimentos validados e aceitos internacionalmente. Portanto, não deverá haver risco ou desconforto para a integridade física, mental ou social dos participantes. Todos os alunos envolvidos no estudo e seus respectivos pais/responsáveis terão acesso, a qualquer tempo, a informações adicionais sobre os procedimentos, os riscos e os benefícios relacionados à pesquisa. Os dados a serem levantados terão finalidade exclusiva de pesquisa no campo científico, devendo ser publicados, independentemente dos resultados encontrados; contudo, sem que haja identificação dos alunos que prestaram sua contribuição como sujeitos da amostra, respeitando, desse modo, a privacidade dos participantes conforme rege as normas éticas. Além do que, não deverá haver qualquer custo financeiro decorrente da participação dos alunos na pesquisa.

Dessa forma, nos dirigimos a Vossa Senhoria no sentido de solicitar autorização para que esta escola possa participar da amostra do referido projeto de pesquisa, de acordo com as condições mencionadas no presente documento. Lembramos que a participação da escola e dos alunos no projeto de pesquisa é inteiramente voluntária, e, a qualquer momento, se assim desejarem, poderão deixar o estudo. Será esclarecido aos alunos/pais ou responsáveis que eventual recusa em participar do projeto de pesquisa, não provocará qualquer prejuízo ou mudança no acompanhamento e no ensino que os mesmos já recebem nas Escolas.

Os procedimentos deverão ocorrer dentro da própria escola. Contudo, considerando os equipamentos e procedimentos envolvidos nos procedimentos radiológicos para identificar a maturação biológica os alunos deverão ser transportados para o setor de radiologia da Santa Casa de Misericórdia da cidade de Jacarezinho. O transporte dos alunos deverá ocorrer em veículo regularizado/autorizado para transporte de escolares, com anuência por escrito dos pais ou responsáveis, mediante supervisão e acompanhamento dos coordenadores da pesquisa.

Sem mais, e agradecendo vossa valiosa colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dartagnan Pinto Guedes

Prof. Raphael Gonçalves de Oliveira

Coordenadores da Pesquisa