



ARTIGO ORIGINAL

Body mass index and physical fitness in Brazilian adolescents[☆]



Vitor P. Lopes ^{a,*}, Robert M. Malina ^b, Rossana Gomez-Campos ^c,
Marco Cossio-Bolaños ^{d,e}, Miguel de Arruda ^f e Edilson Hobold ^g

^a Instituto Politécnico de Bragança, Departamento de Ciências do Desporto; Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Bragança, Portugal

^b University of Texas, Department of Kinesiology and Health Education, Austin, Estados Unidos

^c Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile

^d Universidad Católica del Maule, Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Talca, Chile

^e Universidad Nacional de San Agustín, Instituto del Deporte Universitario, Arequipa, Peru

^f Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Educação Física, São Paulo, SP, Brasil

^g Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Curso de Educação Física, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil

Recebido em 30 de outubro de 2017; aceito em 6 de abril de 2018

KEYWORDS

Obesity;
Thinness;
Strength;
Power;
Cardiorespiratory
endurance

Abstract

Objective: Evaluate the relationship between body mass index and physical fitness in a cross-sectional sample of Brazilian youth.

Methods: Participants were 3849 adolescents (2027 girls) aged 10–17 years. Weight and height were measured; body mass index was calculated. Physical fitness was evaluated with a multistage 20 m shuttle run (cardiovascular endurance), standing long jump (power), and push-ups (upper body strength). Participants were grouped by sex into four age groups: 10–11, 12–13, 14–15, and 16–17 years. Sex-specific ANOVA was used to evaluate differences in each physical fitness item among weight status categories by age group. Relationships between body mass index and each physical fitness item were evaluated with quadratic regression models by age group within each sex.

Results: The physical fitness of thin and normal youth was, with few exceptions, significantly better than the physical fitness of overweight and obese youth in each age group by sex. On the other hand, physical fitness performances did not consistently differ, on average, between thin and normal weight and between overweight and obese youths. Results of the quadratic regressions indicated a curvilinear (parabolic) relationship between body mass index and each physical fitness item in most age groups. Better performances were attained by adolescents in the mid-range of the body mass index distribution, while performances of youth at the low and high ends of the body mass index distribution were lower.

DOI se refere ao artigo:

<https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.04.003>

[☆] Como citar este artigo: Lopes VP, Malina RM, Gomez-Campos R, Cossio-Bolaños M, Arruda M, Hobold E. Body mass index and physical fitness in Brazilian adolescents. J Pediatr (Rio J). 2019;95:358–65.

* Autor para correspondência.

E-mail: vplopes@ipb.pt (V.P. Lopes).

PALAVRAS-CHAVE

Obesidade;
Magreza;
Força;
Energia;
Resistência
cardiorrespiratória

Conclusion: Relationships between the body mass index and physical fitness were generally nonlinear (parabolic) in youth 10–17 years.

© 2018 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Índice de massa corporal e aptidão física em adolescentes brasileiros**Resumo**

Objetivo: Avaliar a relação entre o índice de massa corporal e a aptidão física em uma amostra transversal de jovens brasileiros.

Métodos: Os participantes foram 3.849 adolescentes (2.027 meninas) entre 10-17 anos. Foram medidos o peso e a estatura e foi calculado o índice de massa corporal. A aptidão física foi avaliada com: a corrida vaivém de 20 metros de vários estágios (resistência cardiovascular), impulsão horizontal (energia) e flexões (força superior do corpo). Os participantes foram agrupados por sexo em quatro faixas etárias: 10-11, 12-13, 14-15 e 16-17 anos. A Anova específica para sexo foi usada para avaliar as diferenças em cada item de aptidão física entre as categorias de status do peso por faixa etária. As relações entre o índice de massa corporal e cada item de aptidão física foram avaliadas com os modelos de regressão quadrática por faixa etária com relação ao sexo.

Resultados: A aptidão física de jovens magros e normais foi, com poucas exceções, significativamente melhor do que a aptidão física de jovens com sobrepeso e obesos em cada faixa etária por sexo. Por outro lado, os desempenhos na aptidão física não diferiram de forma consistente, em média, entre jovens magros e com peso normal e entre jovens com sobrepeso e obesos. Os resultados das regressões quadráticas indicaram uma relação curvilínea (parabólica) entre o índice de massa corporal e cada item de aptidão física na maior parte das faixas etárias. Os melhores desempenhos foram obtidos pelos adolescentes na faixa intermediária da distribuição do índice de massa corporal, ao passo que os desempenhos dos jovens nas extremidades inferiores e superiores da distribuição do índice de massa corporal foram menores.

Conclusão: As relações entre o índice de massa corporal e a aptidão física foram, em geral, não lineares (parabólica) nos jovens entre 10-17 anos.

© 2018 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A prevalência cada vez maior da obesidade entre crianças e adolescentes é um grande desafio de saúde pública em todo o mundo, pois ela está associada à saúde precária durante a infância, adolescência e vida adulta.¹ A obesidade também afeta aptidão física relacionada à saúde, que comumente é definida no contexto de resistência cardiorrespiratória, força e resistência muscular, flexibilidade, entre outros.²

O IMC (peso [kg]/altura [m²]) é um indicador amplamente usado de situação do peso, que varia de magreza extrema a obesidade. Em seus maiores extremos, ou seja, sobrepeso e obesidade, o IMC é comumente aceito como um indicador de excesso de gordura. Como o IMC tem como base o peso e a altura, considera-se que ele fornece estimativas de adiposidade menos invasivas e mais diretas, por exemplo, dobras cutâneas. Ademais, a base conceitual para seu uso nesse contexto é razoavelmente bem entendida pelo público em geral.

As relações entre o IMC e os indicadores de aptidão física entre jovens são comumente vistas em termos de influências possivelmente negativas do excesso de peso para a altura na aptidão física. Muitos estudos postulam uma relação linear

entre o IMC e a aptidão^{3,4} e as evidências indicam relação linear e negativa entre o IMC e a aptidão, principalmente em estudos em indivíduos com sobrepeso e/ou obesos.⁵⁻⁷ Este, obviamente, considera somente uma faixa limitada do IMC.

Existe a possibilidade de que, no outro extremo, um baixo IMC possa ter uma influência negativa sobre algumas medidas de aptidão física.⁸ Um baixo IMC, ou seja, magreza, poderá influenciar os testes de aptidão física que exigem força e energia, devido, em parte, à pouca massa muscular. Assim, faz sentido considerar uma variação nos indicadores de aptidão física entre toda faixa de variação no IMC em amostras de jovens.

A magreza e a obesidade graves representam extremos contrastantes do espectro de situação do peso. É igualmente importante reconhecer que a magreza moderada a grave evidente em IMCs baixos, algumas vezes rotulados peso abaixo da média ou desnutrição, está associada a risco de instabilidade médica e consequências médicas de longo prazo.^{9,10} A incidência de alimentação restritiva e baixo IMC em crianças foi estimada em 3,1 por 100.000 pessoas-ano na Inglaterra¹¹ e 2,6 por 100.000 pessoas-ano no Canadá.¹² O baixo peso para a estatura (emaciação ou magreza) indica, na maior parte dos casos, um processo recente e grave de perda de

peso, que normalmente está associado a fome aguda e/ou doenças graves. A emaciação, obviamente, também pode ser resultado de condições de vida cronicamente desfavoráveis, como em segmentos da população em países em desenvolvimento. A prevalência de peso abaixo da média em países desenvolvidos foi estimada em 0,9%, porém foi acentuadamente maior em países em desenvolvimento da América Latina, 19,3%, África, 26,8% e Ásia, 18,5%.¹³

Relativamente poucos estudos verificaram as relações entre a aptidão física e o IMC em amostras de jovens com IMCs que abrangem a faixa de magro a obeso e/ou abordaram possíveis relação não lineares.^{8,14} Os resultados dos poucos estudos notaram relações não lineares em vários testes de aptidão e também variação nas relações com a idade cronológica e o sexo e entre itens específicos de aptidão física.¹⁵

A finalidade deste estudo é avaliar as relações entre o IMC e os desempenhos em três testes de aptidão física em uma amostra transversal de jovens brasileiros entre 10 e 17 anos. Hipotetizamos que os indivíduos em cada extremo da distribuição do IMC, ou seja, magreza (baixo IMC) e obesidade (alto IMC), apresentariam menores desempenhos nos testes individuais de aptidão física em comparação com jovens com peso normal. A associação esperada entre o IMC e os itens de aptidão seria curvilínea com uma forma parabólica.

Métodos

Participantes

Foram contatadas 34 escolas da região do Lago de Itaipu no Estado do Paraná, Brasil, com uma população de alunos de ~58,000. O número de participantes que seria representativo da população de alunos de 10 a 17 anos foi determinado como 5.962 (10,2%) alunos (2.938 meninos e 3.024 meninas). Esse número de alunos foi selecionado aleatoriamente com a permissão e o auxílio das autoridades escolares. Foram excluídos os alunos com limitações físicas ou mentais. O consentimento informado por escrito foi obtido dos pais ou responsáveis e dos alunos. Foi obtida uma taxa de consentimento de 80%. Como alguns alunos não concluíram todas as avaliações, a amostra final foi de 3.849 jovens (2.027 meninas e 1.822 meninos) entre 10 e 17 anos. A origem étnica da amostra foi basicamente branca (89,4%).

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

Dimensões corporais

O peso corporal e a estatura foram medidos por cinco pessoas experientes em antropometria, de acordo com um protocolo padrão.¹⁵ O peso foi medido com uma balança digital (Tanita®, modelo BC601, IL, EUA) e a altura com um estadiômetro portátil (Seca®, modelo 217, Hamburg, Alemanha). Os erros técnicos de medicação entre observadores, obtidos com duas medições consecutivas feitas pelo mesmo técnico, variaram entre 0,19 e 0,27 cm para estatura e entre 0,20 e 0,28 kg para peso. Foi calculado o IMC, peso (kg)/altura ao quadrado (m²). Os pontos de corte específicos

para idade e sexo sugeridos pela Força-Tarefa Internacional de Obesidade (IOTF) foram usados para classificar os jovens como magros, com peso normal, acima do peso ou obesos.^{16,17}

Aptidão física

A aptidão cardiorrespiratória foi medida com o teste vai-vém de 20 metros de vários estágios.¹⁸ Os participantes foram orientados a correr em um ritmo indicado por um sinal sonoro. O teste teve início com uma velocidade de corrida de 8,5 km/h e foi progressivamente aumentado em 0,5 km/h a cada minuto. O teste terminou quando o indivíduo parou de correr devido à fadiga ou não pôde manter o ritmo por dois vaivéns consecutivos. O resultado foi expresso como a distância total em metros.

A energia explosiva foi avaliada com a impulsão horizontal medida ao cm mais próximo. O mais longo de três saltos foi registrado para análise.

A força e a resistência muscular foram avaliadas com flexões para os meninos e flexões modificadas para as meninas. Para o teste modificado, as meninas descansaram apoiando nos joelhos, em comparação com a posição padrão de tocar os dedos, como no protocolo para os meninos.

Todas as medidas foram obtidas durante as aulas de educação física nas instalações internas de cada uma das 34 escolas.

Análise

As estatísticas descritivas de todas as variáveis foram calculadas separadamente para meninas e meninos por faixas etárias de dois anos – 10-11, 12-13, 14-15 e 16-17 anos. A Anova unidirecional foi usada para avaliar as diferenças em cada item de aptidão física entre as categorias de status do peso por faixa etária com relação ao sexo. O teste de Tukey foi usado para comparações *post hoc*. A relevância foi estabelecida em $p \leq 0,05$.

Os modelos de regressão quadrática específicos ao sexo de cada teste de aptidão com relação ao IMC foram feitos para as quatro faixas etárias. Cada item de aptidão foi a variável dependente, ao passo que o IMC e o IMC² foram as variáveis independentes, como segue:

$$QM = a + b \text{ IMC} + c \text{ IMC}^2$$

na qual, a, b e c foram constantes.

Resultados

As estatísticas descritivas para idade, altura, peso, IMC e três itens de aptidão estão resumidas para meninas e meninos por faixa etária na **tabela 1**. Há pouca variação entre as faixas etárias de meninas em cada item de aptidão; entre meninos, em contrapartida, os desempenhos em cada teste, em média, aumentam com a idade.

As frequências e os percentuais de meninas e meninos em cada faixa etária classificada por status do peso e estatísticas descritivas para os três testes de aptidão estão resumidos na **tabela 2**. Apesar de haver sobreposição, os desempenhos de jovens magros e com peso normal em cada faixa etária de meninas e meninos são, com poucas

Tabela 1 Número de participantes, médias (M) e desvio-padrão (DP) para os itens de idade, estatura, peso, IMC e aptidão física para meninas e meninos por faixa etária

Faixa etária (anos)	n	Idade anos		Estatura (cm)		Peso (kg)		IMC (kg·m ²)		Impulsão horizontal (cm)		Flexões (#)		Corrida vaivém de 20 metros de vários estágios (m)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
<i>Meninas</i>															
10-11	433	11,3	0,5	149,4	7,7	42,7	10,9	19,0	3,8	118,0	22,4	10,4	6,9	428	183
12-13	317	12,5	0,3	155,3	6,6	46,8	9,9	19,4	3,6	121,6	20,3	10,1	7,1	473	209
14-15	667	13,9	0,6	159,7	6,0	53,1	11,3	20,8	3,9	120,8	22,2	11,5	7,8	437	191
16-17	610	16,2	0,8	162,1	6,5	55,8	9,9	21,3	3,7	118,5	21,0	11,6	7,9	451	212
<i>Meninos</i>															
10-11	316	11,3	0,5	147,6	7,8	41,2	10,3	18,7	3,6	135,8	22,7	9,7	6,9	592	271
12-13	295	12,5	0,3	154,3	8,9	47,4	11,6	19,7	3,7	144,4	21,7	10,2	7,1	678	307
14-15	674	14,0	0,6	164,5	9,2	55,3	13,2	20,3	3,8	159,9	25,5	13,1	8,1	826	363
16-17	537	16,2	0,8	173,5	7,7	65,2	14,1	21,6	4,1	176,2	28,8	17,3	10,8	1011	398

M, média; DP, desvio padrão.

exceções, significativamente melhores que os de jovens com sobrepeso e obesos. Por outro lado, os desempenhos de aptidão física de jovens magros e com peso normal e de jovens com sobrepeso e obesos em média não diferiram consistentemente.

Os resultados das regressões quadráticas em cada teste de aptidão física estão ilustrados por faixa etária para meninas e meninos, respectivamente, na [figura 1](#); os respectivos modelos de equação também estão incluídos. Apesar de a variância comum ter sido relativamente baixa (R^2 varia de 2% a 16%), são sugeridas várias tendências.

Os desempenhos na impulsão horizontal mostram uma relação curvilínea com o IMC nas quatro faixas etárias de meninos, apesar de a relação entre os meninos de 12-13 anos não ser bem definida como nas outras faixas etárias. Entre as meninas, a relação entre o desempenho na impulsão horizontal e o IMC é curvilínea entre as meninas de 10-11 e 12-13 anos, porém é linear entre as meninas de 14-15 e 16-17 anos.

Os desempenhos no teste de flexão mostram uma relação curvilínea bem definida com o IMC em meninos de 10-11, 14-15 e 16-17 anos, porém uma relação linear em meninos de 12-13 anos. A relação entre o desempenho nas flexões e o IMC é linear em meninas de 10-11 anos, porém é curvilínea nas três faixas etárias de idade mais avançada.

A relação entre o IMC e o desempenho na corrida vaivém de vários estágios é acentuadamente curvilínea em meninos mais velhos de 14-15 e 16-17 anos, porém é linear em meninos mais novos de 10-11 e 12-13 anos. Em contrapartida, há pouca consistência nas relações entre o IMC e a corrida vaivém de vários estágios entre as quatro faixas etárias de meninas. A relação é linear entre meninas de 10-11 e 14-15 anos e os desempenhos apresentam queda com aumento do IMC. As relações entre meninas de 12-13 e 16-17 anos são curvilíneas, porém as direções dos efeitos do IMC sobre o desempenho são variáveis. Entre meninas mais novas, as distâncias percorridas na corrida vaivém de vários estágios são menores entre as meninas com IMC na faixa intermediária e maiores entre meninas com IMC nos

extremos inferiores e superiores das distribuições; contudo, as meninas magras apresentaram desempenhos significativamente melhores do que as meninas com sobrepeso e obesas. O inverso é o caso entre meninas de 16-17 anos. As distâncias percorridas são maiores na faixa intermediária da distribuição do IMC e são especialmente menores na extremidade superior da distribuição do IMC.

Discussão

A aptidão cardiovascular (resistência cardiorrespiratória), energia explosiva (impulsão horizontal) e força e resistência muscular (flexões) em média melhoraram com a idade nos meninos brasileiros, porém foram relativamente estáveis nas meninas brasileiras. As tendências foram, em geral, compatíveis com os outros estudos com adolescentes.¹⁹ Além disso, os níveis de aptidão física de jovens com sobrepeso e obesos de ambos os sexos foram menores do que os níveis de aptidão física de jovens com peso normal e magros, compatível com as observações de níveis reduzidos de aptidão física relacionada à saúde em jovens com sobrepeso e obesos.^{20,21}

Os desempenhos na resistência cardiorrespiratória e na impulsão horizontal foram, em média, melhores entre meninos do que entre meninas em todas as faixas etárias. Considerando a diferença nos protocolos, a comparação das flexões entre meninos e meninas não é garantida. Em contrapartida à aptidão física, o IMC se sobrepôs, em média, entre meninos e meninas em todas as faixas etárias.

Em todas as faixas do IMC em cada faixa etária, as relações entre IMC e a aptidão física variaram entre meninos e meninas, em cada sexo, e entre os itens dos testes. Na maior parte das faixas etárias, a relação tendeu a ser curvilínea (parabólica); melhores desempenhos foram obtidos pelos adolescentes na faixa intermediária da distribuição do IMC, ao passo que os desempenhos dos jovens nas extremidades inferiores e superiores da distribuição do IMC foram menores.

Tabela 2 Distribuições (frequências e percentuais) e desempenho da aptidão física em cada item de aptidão física para meninas e meninos por status do peso nas faixas etárias. Resumo dos resultados da Anova para diferenças entre o status do peso em cada item de aptidão física para cada sexo (somente são mostradas as diferenças pareadas significativas)

N (%)	Impulsão horizontal (cm)			Flexões (#)			Corrida vaivém de vários estágios (m)		
	Média	DP	Diferença pareada/Eta quadrado	Média	DP	Diferença pareada/Eta quadrado	Média	DP	Diferença pareada/Eta quadrado
Meninas									
<i>10-11 anos</i>									
M 48 (11)	117,0	24,6	O	12,1	8,1	S; O	498	215	S; O
Pn 263 (61)	121,9	20,7	S; O	11,3	7,1	S; O	458	181	S; O
S 99 (23)	112,9	21,9	O	7,7	5,0		357	131	O
O 23 (5)	97,6	24,0		6,7	4,8		251	131	
<i>12-13 anos</i>									
M 35 (11)	125,3	19,1	O	11,1	7,8	O	509	195	S
Pn 218 (69)	122,9	19,8	O	10,1	6,7	O	494	218	S
S 52 (16)	117,0	19,4		10,8	8,5	O	382	149	
O 12 (4)	106,4	28,5		4,4	4,6		377	173	
<i>14-15 anos</i>									
M 63 (9)	124,5	23,1	S; O	12,1	8,2		495	192	S; O
Pn 458 (69)	122,6	22,2	S; O	12,0	7,9	Ob	443	194	O
S 115 (17)	115,7	20,6		10,3	7,0		410	164	
O 31 (5)	106,1	18,9		8,5	7,6		328	186	
<i>16-17 anos</i>									
M 91 (15)	119,8	20,0	S; O	9,7	6,4	S	444	225	
Pn 419 (69)	120,2	20,7	S; O	12,1	7,9		467	214	S
S 82 (13)	111,4	20,5		11,4	9,3		391	171	
O 18 (3)	104,2	23,4		8,7	6,7		394	234	
Meninos									
<i>10-11 anos</i>									
M 31 (10)	134,1	19,1	O	8,6	4,9		664	314	S; O
Pn 209 (66)	140,3	22,6	S; O	11,2	7,2	S; O	642	267	S; O
S 53 (17)	128,6	19,0	O	6,2	5,0		464	203	
O 23 (7)	112,9	18,4		5,4	4,4		335	106	
<i>12-13 anos</i>									
M 27 (9)	148,9	16,4	S; O	12,2	7,6	S; O	761	287	S; O
Pn 185 (63)	149,5	20,4	S; O	11,7	7,0	S; O	741	314	S; O
S 64 (22)	133,9	20,3		6,6	5,5		530	236	
O 19 (6)	124,4	22,2		5,2	4,4		444	182	
<i>14-15 anos</i>									
M 55 (8)	159,7	22,3	O	13,6	6,5	O	753	345	Pn; O
Pn 475 (71)	163,0	24,9	S; O	13,8	8,0	S; O	883	355	S; O
S 107 (16)	153,8	25,2		11,3	8,6		722	339	O
O 37 (5)	137,2	24,6		8,2	7,7		489	294	
<i>16-17 anos</i>									
M 39 (7)	174,3	26,7	O	14,9	7,9		972	394	
Pn 397 (74)	179,1	27,7	O	18,2	10,4	O	1,052	388	S; O
S 68 (13)	172,6	30,5	O	17,0	13,8	O	915	398	
O 33 (6)	150,7	29,2		10,0	8,6		760	412	

a, significativo para $p < 0,01$; b, significativo para $p < 0,001$; DP, desvio padrão; M, magro; O, obeso; Pn, peso normal; S, sobrepeso.

As tendências observadas nos jovens brasileiros foram, em geral, compatíveis com as observadas em jovens taiwaneses de 9-18 anos na impulsão horizontal, abdominais e corridas de 800/1.600,¹⁵ mais entre meninos do que entre meninas, e possibilitaram os diferentes testes de força e

resistência muscular (flexões em comparação a abdominais) e resistência cardiovascular (resistência cardiorrespiratória de 20 metros em comparação com caminhada/corrida de 800/1.600 metros). A mesma estratégia analítica foi usada em ambos os estudos.

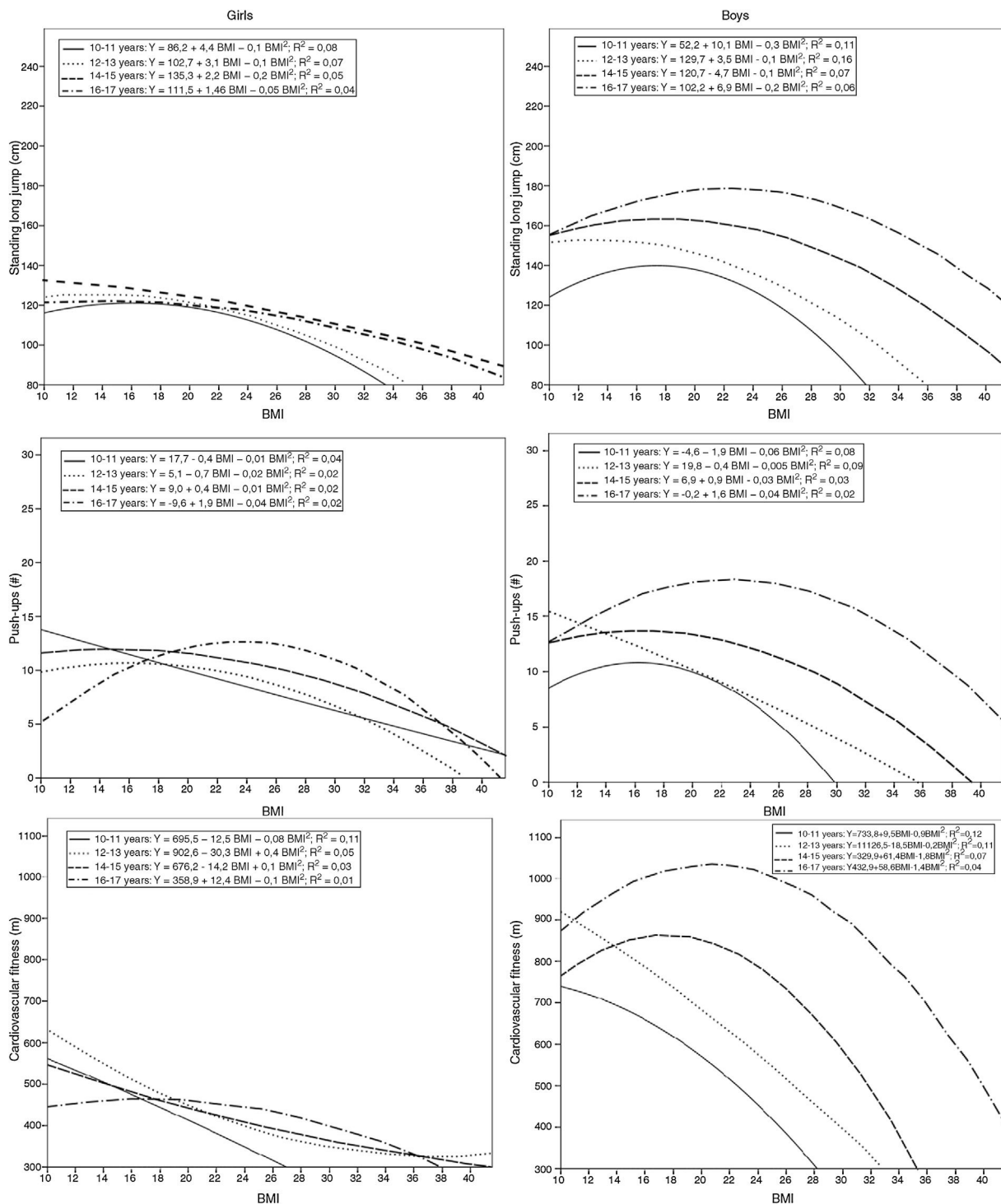


Figura 1 Resultados das regressões quadráticas e dos respectivos modelos de equação por faixa etária em cada aptidão física para meninas e meninos.

A associação entre o IMC e a impulsão horizontal foi a mesma em meninos brasileiros e taiwaneses, ou seja, uma relação, de maneira geral, curvilínea entre os adolescentes. Contudo, observe-se que nos meninos taiwaneses de 9-10 anos a associação foi linear.

A associação entre a resistência cardiorrespiratória e o IMC foi linear entre os meninos brasileiros de 10-11 e

12-13 anos e curvilínea aos 14-15 e 16-17 anos (fig. 1). Entre os meninos taiwaneses, a tendência de corrida/caminhada de 800 metros também foi linear aos 9-10 e 11-12 anos e curvilínea aos 13-15 e 16-18 anos. Assim, entre os meninos adolescentes brasileiros e taiwaneses mais velhos, foram observados melhores desempenhos entre meninos com IMC na faixa intermediária das distribuições.

Possibilitando diferentes medidas de força e resistência muscular, as associações com o IMC foram, em geral, semelhantes nos meninos brasileiros (flexões) e taiwaneses (abdominais). As associações nas duas amostras foram curvilíneas em toda a faixa etária de adolescentes, exceto os meninos brasileiros de 12-13 anos, dentre os quais a relação foi linear.

Em contrapartida aos meninos, houve mais variabilidade na associação entre o IMC e os indicadores de aptidão física nas meninas. Com relação à impulsão horizontal, o padrão curvilíneo foi aparente nas meninas brasileiras de 10-11 e 12-13 anos e também nas meninas taiwanesas de 11-12 e 13-15 anos. Contudo, entre as meninas brasileiras de 14-15 e 16-17 anos, a associação entre o IMC e o desempenho no salto foi linear, ou seja, os desempenhos apresentaram queda de um IMC baixo para alto, o que contrastou a tendência curvilínea nas meninas taiwanesas de 16-18 anos.

A associação entre o IMC e a resistência cardiorrespiratória também variou entre as faixas etárias nas meninas brasileiras. A relação foi, em geral, linear aos 10-11 e 14-15 de idade, porém foi curvilínea aos 12-13 e 16-17 anos. Contudo, entre as meninas de 12-13 anos, as relações foram invertidas, ou seja, foram indicados melhores desempenhos entre as meninas nas extremidades baixa e alta da distribuição do IMC, ao passo que entre as meninas de 16-17 foram indicados melhores desempenhos entre as meninas na faixa intermediária da distribuição do IMC. Entre as meninas taiwanesas, a associação entre a corrida/caminhada de 800 metros e o IMC foi linear aos 9-10 e 11-12 anos, porém curvilínea aos 11-12, 13-15 e 16-18 anos. Nas últimas três faixas etárias, foram observados melhores desempenhos entre as meninas na faixa baixa e intermediária das distribuições do IMC.

Possibilitando diferentes indicadores de força e resistência muscular, as relações com o IMC foram, em geral, semelhantes nos dois estudos. Entre as meninas brasileiras de 11-12 anos, a associação entre os desempenhos nas flexões modificadas e o IMC é linear, porém a relação foi curvilínea nas últimas três faixas etárias mais velhas. Dentre as meninas taiwanesas, as relações entre os desempenhos nos abdominais e o IMC foram curvilíneas em todas as faixas etárias consideradas.

As relações entre o IMC e os escores compostos de aptidão física também foram consideradas. Entre os jovens taiwaneses de 9-18 anos⁸ e jovens chineses de 7-18 anos,²² a relação foi consistentemente curvilínea, ou seja, melhores escores de aptidão física no geral entre jovens na faixa intermediária em comparação com as faixas baixa e alta da distribuição do IMC.

Contudo, há certos componentes de baterias de aptidão física que desviam das tendências sugeridas. Por exemplo, os jovens espanhóis magros e obesos de 13-18 anos apresentaram, em geral, níveis reduzidos de aptidão física na maior parte dos testes,²³ compatíveis com as observações no presente estudo (tabela 2). Contudo, essa tendência não foi aparente em todos os testes de aptidão física. Por exemplo, em um teste de força na parte superior do corpo em que o corpo foi suspenso (flexão na barra fixa), os indivíduos magros apresentaram melhor desempenho do que os com peso normal, sobrepeso ou obesos, ao passo que, na força de preensão, que não exige apoio ou movimentação

de massa muscular, os jovens com sobrepeso e obesos apresentaram melhor desempenho do que seus pares magros e com peso normal.²³ Por inferência, é preciso ter cuidado ao generalizar as relações entre o IMC e os testes de aptidão física específicos entre os jovens.

Possibilitando diferentes estratégias analíticas, vários estudos mostraram uma relação negativa entre o IMC e a aptidão física ou os desempenhos motores entre os jovens. Por exemplo, os desempenhos nos testes de flexão, abdominais e corrida de nove minutos apresentaram queda, em média, dos adolescentes de Hong Kong com peso normal/sobrepeso/obesos,²⁴ ao passo que os desempenhos nos testes de coordenação motora foram negativamente associados ao IMC em toda a infância.²¹ De outro ponto de vista, foram observados níveis mais altos de aptidão física entre as crianças em idade escolar com "IMC saudável",²⁵ ao passo que um IMC mais baixo contribuiu com outras variáveis para a melhor capacidade aeróbica em crianças taiwanesas de 7-8 anos.²⁶

O IMC é amplamente usado como uma medida substituta de gordura, pois ele é uma medida prática e menos invasiva do que as medições mais diretas, como dobras cutâneas. Como recomendado pela IOTF, o IMC também pode ser usado como um indicador de estado nutricional, especificamente como as extremidades baixas da distribuição. Apesar de o IMC ter limitações, é um conceito facilmente entendido pelo público em geral.

O foco da relação entre o IMC e a aptidão física geralmente encontra-se na influência negativa da situação do peso sobre a aptidão física.⁸ Isso provavelmente reflete as preocupações com a prevalência relativamente alta do sobrepeso e da obesidade entre os jovens em muitos países.²⁷ A maior parte dos estudos existentes postula uma relação linear entre o IMC e a aptidão física, principalmente ao estudar indivíduos com sobrepeso/obesos.⁵⁻⁷ Assim, os estudos não abordam toda a gama de variabilidade do IMC. A obesidade e a magreza representam extremidades opostas do espectro de situação do peso. O principal objetivo no presente estudo foi mostrar que a aptidão física depende, em parte, da situação do peso, pode ser negativamente influenciada por um alto IMC (provavelmente excesso de gordura corporal) e também pode ser negativamente influenciado por um baixo IMC (massa magra reduzida). Conforme sugerido pela comprovação, a consideração da aptidão física em todo o espectro do IMC nesta amostra de jovens brasileiros indica uma relação curvilínea, compatível com outros estudos. Infelizmente, as dobras cutâneas não foram medidas. Um estudo anterior de adultos jovens do sexo masculino indicou uma relação linear negativa entre a soma das dobras cutâneas e um índice de aptidão física, ou seja, maior aptidão física entre os indivíduos com a menor soma das dobras cutâneas.²⁸

Infelizmente, não havia um indicador de estado de maturidade biológica dos jovens. Essa é uma limitação, pois as diferenças individuais no tempo e ritmo dos saltos de crescimento em estatura e peso podem influenciar o IMC em si e, por sua vez, as relações entre o IMC e as avaliações de aptidão física no início e meio da adolescência. Além disso, o peso corporal, a massa magra, a massa gorda e a força muscular têm seus próprios jorros de crescimento, que, em média, atingem a velocidade máxima após o pico de velocidade de crescimento.^{29,30} Contudo, os dados

foram analisados em faixas etárias relativamente estreitas, o que talvez tenha reduzido a possível influência das diferenças entre os indivíduos sobre o estado de maturidade biológica.

Em resumo, as amostras de muitos estudos do IMC e da aptidão física entre jovens são, em geral, limitadas na faixa dos IMCs representados. Muitas vezes, os estudos focam na faixa de sobrepeso/obesidade em comparação com a faixa normal da distribuição do IMC. A amostra deste estudo abrangeu o espectro do IMC, pois cerca de 10% dos jovens foram classificados como magros, 17% foram classificados como sobrepeso e 5% foram classificados como obesos. Na maior parte das faixas etárias e nos meninos mais do que nas meninas, a relação entre o IMC e os testes de aptidão física foi curvilínea e os jovens com peso normal apresentaram melhor desempenho nos testes de aptidão física.

Financiamento

O primeiro autor teve o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal com as bolsas DTP/04045/2013; POCI-01-0145-FEDER-006969 e UID/DTP/00617/2013 e pela Norte 2020 com a bolsa NanoSTIMA: *Macro-to-Nano Human Sensing: Towards Integrated Multimodal Health Monitoring and Analytics*, Norte-01-0145-Feder-000016.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- World Health Organization (WHO). Final report of the Commission on Ending Childhood Obesity. Geneva: WHO; 2016.
- Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:379.
- Niederer I, Kriemler S, Zahner L, Bürgi F, Ebenegger V, Marques-Vidal P, et al. BMI group-related differences in physical fitness and physical activity in preschool-age children. *Res Q Exerc Sport.* 2012;83:12–9.
- So W-Y, Choi D-H. Differences in physical fitness and cardiovascular function depend on BMI in Korean men. *J Sports Sci Med.* 2010;9:239–44.
- Fairchild TJ, Klakk H, Heidemann M, Andersen LB, Wedderkopp N. Exploring the relationship between adiposity and fitness in young children. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48:1708–14.
- Nikolaidis PT. Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. *J Res Med Sci.* 2013;18:22–6.
- Nikolaidis PT, Ingebrigtsen J. The relationship between body mass index and physical fitness in adolescent and adult male team handball players. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2013;57:361–71.
- Huang Y-C, Malina RM. BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9–18 years. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:701–8.
- Hudson LD, Nicholls DE, Lynn RM, Viner RM. Medical instability and growth of children and adolescents with early onset eating disorders. *Arch Dis Child.* 2012;97:779–84.
- Arcelus J, Mitchell AJ, Wales J, Nielsen S. Mortality rates in patients with anorexia nervosa and other eating disorders: a meta-analysis of 36 studies. *Arch Gen Psychiatry.* 2011;68:724–31.
- Nicholls DE, Lynn R, Viner RM. Childhood eating disorders: British national surveillance study. *Br J Psychiatry.* 2018;198:295–301.
- Pinhas L, Morris A, Crosby RD, Katzman DK. Incidence and age-specific presentation of restrictive eating disorders in children: a Canadian paediatric surveillance program study. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011;165:895–9.
- de Onis M, Blössner M, Borghi E, Frongillo EA, Morris R. Estimates of global prevalence of childhood underweight in 1990 and 2015. *JAMA.* 2004;291:2600–6.
- Zenić N, Foretić N, Blazević M. Nonlinear relationships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys. *Coll Antropol.* 2013;37:153–9.
- Huang Y-C, Malina RM. Body mass index and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9–18 years. *Int J Pediatr Obes.* 2010;5:404–11.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000;320:1240–3.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ.* 2007;335:194–7.
- Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93–101.
- 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;32:1510.
- Rauner A, Mess F, Woll A. The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescents: a systematic review of studies published in or after 2000. *BMC Pediatrics.* 2013;13:19.
- Lopes VP, Stodden DF, Bianchi MM, Maia JA, Rodrigues LP. Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport.* 2012;15:38–43.
- Zhao YQ, Wang FY, Zhu P, Liu R, Hao JH, Su PY, et al. Association between body mass index and physical fitness index among children and adolescents, vol. 33. Chinese Medical Association Publishing House; 2012. p. 265–8.
- Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:418–27.
- Mak K-K, Ho S-Y, Lo W-S, Thomas GN, McManus AM, Day JR, et al. Health-related physical fitness and weight status in Hong Kong adolescents. *BMC Public Health.* 2010;10:88.
- Joshi P, Bryan C, Howat H. Relationship of body mass index and fitness levels among schoolchildren. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1006–14.
- Chen JL, Unnithan V, Kennedy C, Yeh CH. Correlates of physical fitness and activity in Taiwanese children. *Int Nurs Rev.* 2008;55:81–8.
- 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;384:766–81.
- Welon Z, Jurynek R, Śliwak W. Ciężar należy mężczyzny [Optimal body weight in men]. *Materiały i Prace Antropologiczne.* 1988;109:53–71.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation and physical activity. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
- Malina RM, Figueiredo AJ, Coelho-e-Silva MJ. Body size of male youth soccer players: 1978–2015. *Sports Med.* 2017;47:1983–92.