

**ASSOCIAÇÃO DA APTIDÃO MUSCULAR ISOLADA E COMBINADA COM FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR EM ADOLESCENTES BRASILEIROS: UM ESTUDO TRANSVERSAL**

Renan Camargo Corrêa<sup>1</sup>, Jadson Marcio da Silva<sup>1</sup>, Gessika Castilho dos Santos<sup>2</sup>  
Rodrigo de Oliveira Barbosa<sup>2</sup>, Pedro Henrique Garcia Dias<sup>2</sup>, Thais Maria de Souza Silva<sup>2</sup>  
Maria Carolina Juvêncio Francisquini<sup>2</sup>, Rodrigo Bozza<sup>3</sup>, Wagner Campos<sup>3</sup>, Antonio Stabelini Neto<sup>2</sup>

**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi investigar a associação entre aptidão muscular e fatores de risco cardiovascular em adolescentes. A amostra foi composta por 1752 adolescentes (907 do sexo feminino), com idade média de 14,24±1,6 anos. A aptidão muscular foi mensurada pelos testes de pressão manual, salto horizontal e resistência abdominal. O escore da aptidão muscular foi calculado por meio da média da soma do z-escore de cada teste muscular. Os fatores de risco cardiovascular avaliados foram índice de massa corporal (IMC), pressão arterial sistólica e diastólica, e aptidão cardiorrespiratória (ACR) (vai e vem 20 metros). O escore do risco cardiovascular agrupado (RCV) foi calculado por meio da média da soma do z-escore de cada fator de risco. O sexo masculino apresentou melhor desempenho em todos os testes em comparação ao feminino ( $p < 0,01$ ). A força de preensão manual, a distância do salto horizontal e o número de repetições do teste de resistência abdominal apresentaram associações inversas significativas com o IMC e RCV, e positivas com ACR em ambos os sexos. Considerando o escore de aptidão muscular agrupado no sexo masculino, foram encontradas associações significativas com IMC ( $\beta = -0,360$ ;  $p < 0,01$ ), ACR ( $\beta = 0,352$ ;  $p < 0,01$ ) e RCV ( $\beta = -0,303$ ;  $p < 0,01$ ). Para o sexo feminino, associações significativas foram encontradas para ACR ( $\beta = 0,407$ ;  $p < 0,01$ ) e RCV ( $\beta = -0,278$ ;  $p < 0,01$ ). O presente estudo sugere que uma maior aptidão muscular está relacionada com um menor risco cardiovascular em adolescentes de ambos os sexos.

**Palavras-chave:** Força, Fatores de risco. Aptidão física. Adolescência. Saúde.

1 - Universidade Estadual de Londrina-UEL, Londrina, Paraná, Brasil.

2 - Universidade Estadual do Norte do Paraná-UENP, Jacarezinho-PR, Brasil.

3 - Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba-PR, Brasil.

**ABSTRACT**

Association of isolated and combined muscular fitness with cardiovascular risk factors in Brazilian adolescents: a cross-sectional study

The objective of this study was to investigate the association between muscular fitness and cardiovascular risk factors in adolescents. The sample consisted of 1752 adolescents (907 female), with an average age of 14.24±1.6 years. Muscular fitness was measured using manual pressure, horizontal jump and abdominal resistance tests. The muscular fitness score was calculated by averaging the sum of the z-score of each muscular test. The cardiovascular risk factors assessed were body mass index (BMI), systolic and diastolic blood pressure, and cardiorespiratory fitness (CRF) (walking 20 meters). The pooled cardiovascular risk score (CVR) was calculated by averaging the sum of the z-score for each risk factor. Males performed better in all tests compared to females ( $p < 0.01$ ). Handgrip strength, horizontal jump distance and number of repetitions of the abdominal resistance test showed significant inverse associations with BMI and CVR, and positive associations with CRF in both sexes. Considering the muscular fitness score grouped in males, significant associations were found with BMI ( $\beta = -0.360$ ;  $p < 0.01$ ), ACR ( $\beta = 0.352$ ;  $p < 0.01$ ) and CVR ( $\beta = -0.303$ ;  $p < 0.01$ ). For females, significant associations were found for ACR ( $\beta = 0.407$ ;  $p < 0.01$ ) and CVR ( $\beta = -0.278$ ;  $p < 0.01$ ). The present study suggests that greater muscular fitness is related to lower cardiovascular risk in adolescents of both sexes.

**Key words:** Strength. Risk factors. Physical aptitude. Adolescence. Health.

E-mail dos autores:

renan\_edf91@hotmail.com

jadson\_marcio@hotmail.com

gessika.castilho@gmail.com

rodrigokk91@hotmail.com

ph.garciadias@gmail.com

thais.msouza@outlook.com

## INTRODUÇÃO

A aptidão física na infância e adolescência é considerada um importante indicador de saúde (Ortega e colaboradores, 2008).

Dentre os componentes da aptidão física, a aptidão muscular está associada a melhor aptidão cardiorrespiratória (Castro-Piñero e colaboradores, 2019), saúde óssea (Smith e colaboradores, 2014) e inversamente associada a marcadores bioquímicos como insulina, glicose e HOMA-IR (Fraser e colaboradores, 2018), triglicérides, HDL-C, sendo esses indicadores de risco cardiovascular e metabólico (Grontved, Hu, 2015; Smith e colaboradores, 2014).

Além disso, a aptidão muscular tem sido apresentada na literatura como preditor de mortalidade por doenças cardiovasculares (DCVs) e doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) em adultos (García-Hermoso e colaboradores, 2018; Volaklis, Halle, Meisinger, 2015).

As DCVs são a principal causa de morte no mundo (WHO, 2018a), estima-se que o número de óbitos relacionados as DCVs anualmente ultrapassem 17,6 milhões (Naghavi e colaboradores, 2017).

Embora as incidências de DCVs em sua maioria ocorram na idade adulta, seu desenvolvimento ocorre desde infância e adolescência (Berenson e colaboradores, 1992).

As DCVs tem por característica serem de progressão lenta, isso devido a influência dos fatores de risco biológicos e comportamentais (Dwyer e colaboradores, 2013).

Na perspectiva de compreender as inter-relações entre a aptidão muscular e as DCVs em adolescentes, os resultados de estudos transversais (Cohen e colaboradores, 2014; Lima e colaboradores, 2018; Peterson e colaboradores, 2016) tem demonstrado que baixos níveis de aptidão muscular estão associados ao aumento do risco de doenças cardiometabólicas em ambos os sexos.

Contudo, quando avaliamos a aptidão muscular, cada teste utilizado apresenta uma especificidade para cada tipo de manifestação/produção da força muscular (força máxima, potência e resistência muscular) (Pascatello e colaboradores, 2014).

A maioria dos estudos desenvolvidos têm utilizado medidas isoladas da força

muscular (preensão manual, resistência abdominal ou salto horizontal). Desta forma, não existe ainda um consenso quanto a qual teste melhor representa a aptidão muscular individual ou se existe a necessidade de múltiplos testes para definição de um escore de aptidão muscular global.

Ademais, informações quanto a associação entre aptidão muscular global e os fatores de risco cardiovascular na juventude são escassas (García-Artero e colaboradores, 2007; Steene-Johannessen e colaboradores, 2009).

Sendo assim, com o intuito de avançar o conhecimento sobre as associações entre a aptidão muscular e os fatores de risco cardiovascular em adolescentes, o presente estudo teve por objetivo analisar as associações entre aptidão muscular específica (força de preensão manual, salto horizontal e resistência abdominal) e agrupada com fatores de risco cardiovascular em adolescentes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Delineamento do estudo e amostra

O estudo apresenta delineamento transversal, realizado de agosto de 2010 a junho de 2011, com adolescentes matriculados em turmas de sexta série do Ensino Fundamental ao segundo ano do Ensino Médio de escolas da rede pública de ensino, das classes diurnas, da cidade de Curitiba-PR.

Os adolescentes receberam um termo de assentimento e seus pais, um termo de consentimento, explicando os objetivos e os procedimentos da pesquisa, para serem preenchidos e assinados.

O delineamento amostral foi descrito previamente (Bozza e colaboradores, 2016), sendo a amostra do presente estudo composta por 1752 indivíduos (51,7% sexo feminino).

Os procedimentos metodológicos deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e estão de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde 196/96 (CAAE 04414712.3.0000.0102).

### Instrumentos e procedimentos

Todos os procedimentos de coletas de dados, com exceção da coleta sanguínea,

foram realizados por pesquisadores devidamente treinados e foram utilizadas técnicas padronizadas para a coleta de todas as variáveis do estudo.

### Antropometria

Para avaliação da massa corporal utilizou-se uma balança digital portátil (WISO - modelo W721<sup>®</sup>), com resolução de 100 g. A estatura foi avaliada utilizando um estadiômetro portátil (WCS - modelo Compactcom) definição de 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado por meio da fórmula: [massa corporal (kg) / estatura (m)<sup>2</sup>].

O pico de velocidade de crescimento (IPVC) foi calculado utilizando a idade e estatura conforme equação proposta por Moore e colaboradores, (2015).

IPVC Feminino =  $-7.709133 + (0.0042232 \times \text{idade} \times \text{estatura})$

IPVC Masculino =  $-7.999994 + (0.0036124 \times \text{idade} \times \text{estatura})$

### Pressão arterial

A pressão arterial foi mensurada pelo método auscultatório utilizando esfigmomanômetro aneróide (Premium<sup>®</sup> - Accumed LTDA, Rio de Janeiro) e estetoscópio (Premium<sup>®</sup> - Accumed LTDA, Rio de Janeiro), seguindo os parâmetros estabelecidos pelo National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP, 2004).

As aferições foram realizadas por apenas um avaliador treinado. Inicialmente foi avaliado o diâmetro do braço para a seleção do tamanho adequado do manguito a ser utilizado (NHBPEP, 2004).

Dois aferições foram realizadas com intervalo de 5 minutos, considerando-se o valor médio entre as duas mensurações (NHBPEP, 2004). Se as medidas diferissem mais que 2 mmHg, o protocolo era repetido (NHBPEP, 2004).

### Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória (ACR) foi estimada por meio do teste de Shuttle Run (SR-20m) na quadra poliesportiva da própria escola.

Durante o teste, o deslocamento deveria ser realizado de uma extremidade a outra de forma contínua e progressiva até a exaustão.

O teste iniciou em uma velocidade de 8,5km/h e a cada estágio de um minuto foi aumentada a velocidade em 0,5km/h.

Os alunos foram ritmados por uma gravação sonora para que eles iniciassem o teste e a progressão entre os estágios. Os testes foram realizados em conformidade com as recomendações de Léger e Lambert (1982).

Para a estimar a aptidão cardiorrespiratória utilizou-se da seguinte equação:  $31,025 + 3,238.X - 3,248.A + 0,1536.A.X$

X= velocidade em km/hora e A= idade em anos.

### Escore de risco cardiovascular

O risco cardiovascular (RCV) foi calculado a partir dos valores de escore z obtidos das variáveis dependentes do estudo (IMC, PAS, PAD e ACR), as quais são apontadas na literatura como fatores relacionados para doenças cardiovasculares (Castro-Piñero e colaboradores, 2019; García-Hermoso, Ramírez-Campillo, Izquierdo, 2019).

As variáveis foram calculadas de acordo com o sexo e a idade da seguinte forma: escore z = (valor individual - média) / DP). O escore z de risco cardiovascular foi calculado a partir da seguinte equação:  $[(ZIMC) + (ZPAS+ZPAD/2) + (ZVO_2)/3]$ .

O escore z para a aptidão cardiorrespiratória tem sentido contrário em relação às demais variáveis, deste modo, a inversão do sinal desta variável foi realizada previamente ao cálculo do escore.

Assim, valores do escore z positivos foram representativos de maior risco cardiovascular, enquanto os valores negativos indicaram menor risco.

### Aptidão muscular

A aptidão muscular foi mensurada por três diferentes testes: I) teste de preensão manual; II) teste de salto horizontal; e III) teste de repetições de abdominal.

O teste de preensão manual se refere a força isométrica de membros superiores do corpo, sendo utilizado para avaliação o dinamômetro de preensão manual hidráulico (Jamar - JA Preston Corporation, Nova York). O avaliado foi instruído a ficar sentado com o ombro levemente abduzido, o cotovelo fletido a uma posição de 90°, o antebraço em posição neutra e a posição do punho variando de 0 a 30° de extensão. O dinamômetro foi ajustado

de forma individual de acordo com a mão do participante, sendo realizadas duas tentativas, alternando entre as mãos, com um intervalo de 15 segundos entre as mensurações, sendo utilizada a melhor marca das duas tentativas de ambas as mãos em quilogramas, com tempo de preensão de aproximadamente 3 segundos. Posteriormente, foi calculado a média da pontuação máxima mão esquerda + pontuação da máxima mão direita, e em seguida o valor foi dividido pela massa corporal (Kg).

O teste salto em distância (Guedes, Guedes, 2006) avalia a força de membros inferiores, o qual o participante partiu da posição inicial atrás de uma linha demarcada, com os pés aproximadamente na largura dos ombros. Os voluntários foram instruídos a realizarem o salto com os pés em paralelos objetivando a maior distância. Foram realizadas duas tentativas, sendo registrado a maior distância em centímetros.

O teste de resistência abdominal (Guedes, Guedes, 2006) avalia a força/resistência dos músculos abdominais do corpo (força central). Este teste foi realizado com o indivíduo em decúbito dorsal, com as pernas flexionadas. O avaliado deveria realizar o maior número de flexões completas de tronco em direção as pernas flexionadas em um período de um minuto.

### **Escore de aptidão muscular**

Os resultados dos testes de preensão manual, salto horizontal e resistência

abdominal foram padronizados em valores de escore z por sexo e idade da seguinte forma:  $escore\ z = [(valor - média) / DP]$ . Posteriormente, um escore de aptidão muscular foi calculado:  $[(z\ Força\ de\ preensão\ manual) + (z\ Salto\ horizontal) + (z\ resistência\ abdominal)] / 3$ .

### **Análise estatística**

Os dados foram descritos utilizando mediana e intervalo interquartil para as variáveis com distribuição não normal e média e desvio padrão para distribuição normal. Foi utilizado o teste de U Mann Whitney para comparação dados não paramétricos e teste t independente de Student para dados paramétricos. As associações entre aptidão muscular e os fatores de risco cardiovascular isolados e agrupados foram realizadas a partir da regressão linear múltipla. Os modelos de regressão foram ajustados por estatura, idade e IPVC. Foi utilizado o software Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 23.0. Para todas as análises e foi adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ .

### **RESULTADOS**

As características da amostra estão apresentadas na tabela 1.

Os meninos apresentaram valores de estatura, massa corporal, pressão arterial sistólica, aptidão cardiorrespiratória e muscular significativamente superior aos das meninas.

**Tabela 1** - Características gerais da amostra.

|                                            | Total (n= 1752)         | Meninos n=845)           | Meninas (n=907)            | p     |
|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-------|
| Idade (anos) <sup>b</sup>                  | 14,28 (12,89 - 15,49)   | 14,30 (12,93 - 15,60)    | 14,26 (12,88 - 15,45)      | 0,284 |
| IPVC (anos) <sup>b</sup>                   | 1,23 (0,10 - 2,21)      | 0,48 (-0,60 - 1,60)      | 1,8 (0,74 - 2,78)**        | 0,001 |
| Estatura (cm) <sup>a</sup>                 | 160,80 (±0,09)          | 163,76 (±0,11)           | 158,10 (±0,07)**           | 0,001 |
| Massa corporal (kg) <sup>b</sup>           | 52,80 (44,90 - 60,57)   | 54,80 (45,50 - 62,80)    | 52,10 (44,70 - 58,20)**    | 0,001 |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>      | 20,00 (44,90 - 22,44)   | 19,80 (18,07 - 22,16)    | 20,74 (18,21 - 22,65)      | 0,086 |
| PAS (mmHg) <sup>b</sup>                    | 110,00 (102,0 - 118,0)  | 112,00 (104,00 - 120,00) | 109,04 (100,00 - 116,00)** | 0,001 |
| PAD (mmHg) <sup>b</sup>                    | 71,00 (66,00 - 78,00)   | 72,00 (66,00 - 78,00)    | 71,4 (66,00 - 76,00)       | 0,144 |
| ACR (ml.kg.min) <sup>b</sup>               | 41,96 (38,00 - 47,37)   | 46,93 (43,05 - 51,29)    | 38,74 (38,74 - 41,69)**    | 0,001 |
| Preensão manual (kg/massa kg) <sup>a</sup> | 0,47 (±0,11)            | 0,52 (±0,11)             | 0,43 (±0,09)**             | 0,001 |
| Salto horizontal (cm) <sup>b</sup>         | 137,6 (113,00 - 159,90) | 158,00 (139,00 - 178,40) | 116,00 (102,00 - 130,00)** | 0,001 |
| Abdominal (rep) <sup>b</sup>               | 29,00 (23,00 - 35,00)   | 34,00 (30,00 - 40,00)    | 24,00 (19,00 - 29,00)**    | 0,001 |

**Abreviações;** ACR: Aptidão cardiorrespiratória; IMC: Índice de massa corporal; IPVC: Idade do pico de velocidade de crescimento; PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica. <sup>a</sup> Teste Paramétrico: média ± desvio padrão; <sup>b</sup> Non Parametric Teste não paramétrico: mediana (desvio interquartilico). \*p<0,05; \*\* p<0,01.

As associações entre os indicadores de aptidão muscular e os fatores de risco cardiovasculares para o sexo masculino são apresentados na tabela 2.

A força de preensão manual, a distância do salto horizontal e o número de repetições do teste de resistência abdominal apresentaram associações inversas significativas com o ZIMC e Z-RCV, e positivas com Z-ACR.

Ao analisar as associações entre o escore de aptidão muscular agrupado e os fatores de risco cardiovascular, também foram

encontradas associações significativas para ZIMC ( $\beta = -0,360$ ;  $p < 0,01$ ), ZACR ( $\beta = 0,352$ ;  $p < 0,01$ ) e ZRCV ( $\beta = -0,303$ ;  $p < 0,01$ ).

Em relação ao sexo feminino (tabela 3), associações inversas significativas foram observadas entre os indicadores aptidão muscular e o ZIMC, ZPAS e ZRCV, e positivas com ZACR.

Considerando o escore de aptidão muscular agrupado e os fatores de risco cardiovascular, associações significativas foram encontradas para ZACR ( $\beta = 0,407$ ;  $p < 0,01$ ) e ZRCV ( $\beta = -0,278$ ;  $p < 0,01$ )

**Tabela 2** - Associação entre indicadores de aptidão muscular e fatores de risco cardiovascular em meninos.

|                           |            | Z - IMC                    |      | Z - PAS                   |       | Z -PAD                    |       | Z - ACR                 |      | Z - RCV                    |      |
|---------------------------|------------|----------------------------|------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|-------------------------|------|----------------------------|------|
|                           |            | $\beta$ (CI95%)            | p    | $\beta$ (CI95%)           | p     | $\beta$ (CI95%)           | p     | $\beta$ (CI95%)         | p    | $\beta$ (CI95%)            | p    |
| Preensão Manual           | Sem ajuste | -0,481<br>(-4,746; -3,704) | 0,01 | -0,022<br>(-0,784; 0,405) | 0,53  | 0,003<br>(-0,567; 0,621)  | 0,92  | 0,339<br>(2,425; 3,543) | 0,01 | -0,327<br>(-6,681; -4,459) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,524<br>(-5,135; -4,076) | 0,01 | -0,008<br>(-0,675; 0,532) | 0,81  | 0,013<br>(-0,506; 0,729)  | 0,72  | 0,377<br>(2,730; 3,903) | 0,01 | -0,340<br>(-6,901; -4,672) | 0,01 |
| Salto Horizontal          | Sem ajuste | -0,224<br>(-0,010; 0,005)  | 0,01 | 0,021<br>(-0,002; 0,003)  | 0,542 | 0,031<br>(-0,001; 0,003)  | 0,368 | 0,343<br>(0,010; 0,014) | 0,01 | -0,167<br>(-0,016; -0,007) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,329<br>(-0,014; -0,009) | 0,01 | -0,011<br>(-0,003; 0,002) | 0,776 | 0,013<br>(-0,002; 0,003)  | 0,736 | 0,460<br>(0,013; 0,018) | 0,01 | -0,257<br>(-0,022; -0,012) | 0,01 |
| Resistência abdominal     | Sem ajuste | -0,252<br>(-0,037; -0,022) | 0,01 | 0,036<br>(-0,004; 0,012)  | 0,28  | 0,041<br>(-0,003; 0,013)  | 0,23  | 0,365<br>(0,036; 0,051) | 0,01 | -0,176<br>(-0,056; -0,025) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,259<br>(-0,038; -0,023) | 0,01 | 0,051<br>(-0,02; 0,014)   | 0,13  | 0,050<br>(-0,002; 0,014)  | 0,14  | 0,387<br>(0,038; 0,053) | 0,01 | -0,163<br>(-0,063; -0,022) | 0,01 |
| Escore Z Aptidão muscular | Sem ajuste | -0,381<br>(-0,651; -0,473) | 0,01 | -0,048<br>(-0,167; 0,026) | 0,15  | -0,060<br>(-0,149; 0,009) | 0,08  | 0,351<br>(0,337; 0,484) | 0,01 | -0,311<br>(-0,960; -0,626) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,360<br>(-0,617; -0,473) | 0,01 | -0,029<br>(-0,138; 0,053) | 0,38  | -0,052<br>(-0,139; 0,017) | 0,12  | 0,352<br>(0,337; 0,485) | 0,01 | -0,303<br>(-0,931; 0,613)  | 0,01 |

**Abreviação:** Preensão Manual: kg/mass (kg); Salto Horizontal: (cm) centímetros; Resistência abdominal: repetições por minuto. ZScore Aptidão muscular: ((ZPreensão manual + zsalto horizontal + zabdombinal) /3); Z-IMC: Z índice de massa corporal; Z-PAS: Z Pressão arterial sistólica; Z-PAD: Z Pressão arterial diastólica; Z-ACR: Z Aptidão cardiorrespiratória\*-1; Z-RCV: ((ZIMC) + (ZPAS+ZPAD)/2 + (ZACR\*-1)/3).

**Tabela 3** - Associação entre indicadores de aptidão muscular e fatores de risco cardiovascular em meninas.

|                           |            | Z - IMC<br>β(CI95%)            | p    | Z - PAS<br>β(CI95%)            | p    | Z - PAD<br>β(CI95%)            | p     | Z - ACR<br>β(CI95%)           | p    | Z - RCV<br>β<br>(CI95%)         | p    |
|---------------------------|------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------|-------------------------------|------|---------------------------------|------|
| Preensão Manual           | Sem ajuste | -0,446<br>(-5,275; -<br>4,054) | 0,01 | -0,079<br>(-1,508; -<br>0,148) | 0,01 | -0,067<br>(1,386; -<br>0,025)  | 0,04  | 0,319<br>(2,0679; -<br>3,968) | 0,01 | -0,343<br>(-8,050; -<br>-5,610) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,436<br>(-5,142; -<br>3,969) | 0,01 | -0,066<br>(-1,371; -<br>0,020) | 0,04 | -0,058<br>(-1,282; -<br>0,076) | 0,08  | 0,315<br>(2,637; -<br>3,932)  | 0,01 | -0,326<br>(-7,642; -<br>-5,335) | 0,01 |
| Salto Horizontal          | Sem ajuste | -0,126<br>(-0,005; -<br>0,002) | 0,01 | -0,016<br>(-0,002; -<br>0,001) | 0,64 | -0,021<br>(-0,002; -<br>0,001) | 0,524 | 0,223<br>(0,004; -<br>0,007)  | 0,01 | -0,120<br>(-0,009; -<br>0,003)  | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,108<br>(-0,885; -<br>0,001) | 0,01 | -0,010<br>(-0,002; -<br>0,001) | 0,76 | -0,015<br>(-0,002; -<br>0,001) | 0,643 | 0,223<br>(0,004; -<br>0,007)  | 0,01 | -0,099<br>(-0,008; -<br>0,002)  | 0,02 |
| Resistência abdominal     | Sem ajuste | -0,203<br>(-0,037; -<br>0,019) | 0,01 | -0,003<br>(-0,009; -<br>0,009) | 0,93 | -0,042<br>(-0,015; -<br>0,003) | 0,21  | 0,290<br>(0,032; -<br>0,049)  | 0,01 | -0,166<br>(-0,061; -<br>-0,027) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | -0,185<br>(-0,035; -<br>0,017) | 0,01 | 0,018<br>(-0,007; -<br>0,012)  | 0,58 | -0,026<br>(-0,013; -<br>0,005) | 0,43  | 0,286<br>(0,031; -<br>0,049)  | 0,01 | -0,138<br>(-0,053; -<br>-0,020) | 0,01 |
| Escore Z Aptidão muscular | Sem ajuste | -0,003<br>(-0,082; -<br>0,075) | 0,93 | -0,060<br>(-0,149; -<br>0,009) | 0,08 | -0,64<br>(-0,190; -<br>0,002)  | 0,05  | 0,409<br>(0,514; -<br>0,689)  | 0,01 | -0,309<br>(-1,042; -<br>-0,694) | 0,01 |
|                           | Ajustado   | 0,009<br>(-0,066; -<br>0,086)  | 0,79 | -0,052<br>(-0,139; -<br>0,017) | 0,12 | -0,049<br>(-0,168; -<br>0,024) | 0,14  | 0,407<br>(0,510; -<br>0,687)  | 0,01 | -0,278<br>(-0,947; -<br>-0,614) | 0,01 |

**Abreviação:** Preensão Manual: kg/mass (kg); Salto Horizontal: (cm) centímetros; Resistência abdominal: repetições por minuto. ZScore Aptidão muscular: ((ZPreensão manual + zsalto horizontal + zabdominal) /3); Z-IMC: Z índice de massa corporal; Z-PAS: Z Pressão arterial sistólica; Z-PAD: Z Pressão arterial diastólica; Z-ACR: Z Aptidão cardiorrespiratória\*-1; Z-RCV: ((ZIMC) + (ZPAS+ZPAD/2) + (ZACR\*-1)/3).

## DISCUSSÃO

A atual pesquisa analisou as associações entre aptidão muscular isolada e agrupada e os fatores de risco cardiovasculares em adolescentes.

Foi observado uma associação inversa e significativa entre aptidão muscular com IMC e RCV, e positiva com ACR em ambos os sexos. Os achados sugerem que a aptidão muscular exerce um importante papel de proteção à saúde cardiovascular na população pediátrica.

Estudos prévios (Artero e colaboradores, 2012a; Peterson e colaboradores, 2014; Roldão da Silva e colaboradores, 2020) tem explorado a relação entre aptidão muscular e os fatores de risco cardiovasculares em adolescentes, no entanto, o presente estudo se diferencia dos demais por

ter utilizado três testes de diferentes segmentos corporais para compor o escore da aptidão muscular.

Associações significativas foram encontradas entre aptidão muscular isolada (preensão manual, salto horizontal e resistência abdominal) e IMC, ACR E RCV.

Cohen e colaboradores, (2014) observaram que baixa força muscular de preensão manual esteve associada com um perfil de risco metabólico desfavorável (Artero e colaboradores, 2012b).

A pressão manual tem sido utilizada para avaliar a força muscular e prever a saúde em diferentes grupos populacionais, nesta perspectiva, Peterson e colaboradores, (2018) destacam que uma maior força de preensão manual está associada a manutenção da saúde cardiometabólica, e que baixos níveis de preensão manual podem ser utilizados como

diagnóstico e ferramenta para intervir na população adolescente visando melhora do quadro de saúde.

Em relação ao salto horizontal e a força/resistência muscular abdominal, nossos achados corroboram com resultados de estudos prévios (Castro-Piñero e colaboradores, 2019; Grøntved e colaboradores, 2013; Peterson e colaboradores, 2014, 2018; Zaqout e colaboradores, 2016), nos quais associações negativas foram observadas entre força muscular de membros inferiores e fatores de risco cardiometabólicos (insulina, glicemia, triglicérides, colesterol total, LDL-C, além de marcadores antropométricos como circunferência de cintura e IMC).

Segundo Grøntved e colaboradores, (2013), a força corporal relacionada a parte central está inversamente associada ao IMC e risco cardiometabólico em jovens.

Da mesma forma, Smith e colaboradores, (2014) reportaram fortes evidências quanto a associação inversa entre aptidão muscular e adiposidade total e central, além de fatores de risco cardiovasculares e metabólicos em adolescentes.

Ao analisar a aptidão muscular agrupada, foi observado que os adolescentes com melhor aptidão muscular apresentaram menores valores do IMC, menor risco cardiovascular e melhor aptidão cardiorrespiratória.

Artero e colaboradores, (2007) observou que a resistência muscular, força explosiva, força isométrica e índice geral de aptidão muscular associam-se inversamente com escore de risco lipídico-metabólico independentemente da aptidão cardiorrespiratória, o qual é condizente com os nossos achados.

Em adição, Steene-Johannessen e colaboradores, (2009) enfatizam que um bom condicionamento dos diferentes indicadores de aptidão muscular está relacionado com um menor de risco cardiometabólico.

Pesquisas prévias (Marques, Mota, Carvalho, 2012), (Davidson e colaboradores, 2009), (Sakugawa e colaboradores, 2019) têm destacado o importante papel da aptidão muscular nos desfechos relacionados à saúde na infância e adolescência.

Essas evidências podem ser explicado pelo fato da musculatura esquelética ser o principal tecido relacionado ao metabolismo da glicose e triglicerídeos, reconhecendo assim a

importância da aptidão muscular na prevenção (Artero e colaboradores, 2012a; García-Artero e colaboradores, 2007; Steene-Johannessen e colaboradores, 2009; Zaqout e colaboradores, 2016) e mortalidade por DCNT (García-Hermoso e colaboradores, 2018; Volaklis; Halle; Meisinger, 2015).

Os mecanismos exatos que provocam o efeito protetor ainda não estão estabelecidos na população jovem (Steene-Johannessen e colaboradores, 2009).

Em resumo, nossos achados mostraram que a aptidão muscular, independentemente da forma analisada (isolada ou agrupada), está relacionada com a saúde cardiovascular em adolescentes.

Estes resultados destacam a importância da aptidão muscular e suportam a atual diretriz de atividade física para crianças e adolescentes (DHHS, 2018; WHO, 2018b), a qual recomenda que os indivíduos em idade escolar devem se envolver em atividades de fortalecimento muscular pelo menos duas vezes por semana.

Os pontos fortes desta pesquisa incluem o tamanho amostral, a análise da aptidão muscular de forma individual e agrupada, bem como o ajuste por fatores de confusão como a maturação e idade.

Todavia, algumas limitações devem ser consideradas, como o design transversal do estudo que não permite estabelecer uma relação de causa e efeito; a utilização de Z escore que reduz o poder de extrapolação dos resultados e não fornece valores de referência.

Assim, estudos futuros devem tentar estabelecer pontos de corte para os diferentes indicadores de aptidão muscular para adolescentes brasileiros.

## CONCLUSÃO

O presente estudo sugere que uma maior aptidão muscular está relacionada com um menor risco cardiovascular em adolescentes de ambos os sexos.

Tais informações sugerem que a monitorização da aptidão muscular deve fazer parte da rotina dos profissionais de Educação Física na população adolescente.

Além disso, intervenções com atividades relacionadas a manutenção e/ou aumento da aptidão muscular devem ser desenvolvidas como uma estratégia para atenuar e impedir o desenvolvimento de doenças cardiovasculares ao longo da vida.

### Implicações práticas

A aptidão muscular global pode ser considerada como um bom preditor para os fatores de risco cardiovascular agrupados, uma vez que tende a considerar as diferentes especificidades dos tipos de testes utilizados para mensurar a produção de força muscular.

No entanto, caso seja necessário avaliar a aptidão muscular por meio de um único teste, recomendamos a utilização do teste de força de preensão manual, uma vez que este apresentou maior força de associação com o escore de RCV agrupado.

Ademais, o teste de preensão manual é de fácil compreensão pelo adolescente e é dependente de aprendizado técnico para sua execução.

### REFERÊNCIAS

- 1-Artero, E.G.; e colaboradores. Effects of Muscular Strength on Cardiovascular Risk Factors and Prognosis. *J Cardiopulm Rehabil.* Vol. 32. Num. 6. 2012a. p. 351-358.
- 2-Artero, E.G.; e colaboradores. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth E. *J Sports Med Phys Fitness.* Vol. 52. 2012b. p. 263-272.
- 3-Berenson, G.S.; e colaboradores. Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons aged 6 to 30 years and studied at necropsy (the Bogalusa Heart Study). *The American Journal of Cardiology.* Vol. 70. Num. 9. 1992. p. 851-858.
- 4-Bozza, R.; e colaboradores. High blood pressure in adolescents of Curitiba: Prevalence and associated factors. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* Vol. 106. Num. 5. 2016. p. 411-418.
- 5-Castro-Piñero, J.; e colaboradores. Muscle Fitness Cut Points for Early Assessment of Cardiovascular Risk in Children and Adolescents. *Journal of Pediatrics.* Vol. 206. 2019. p. 134-141.e3.
- 6-Cohen, D.D.; e colaboradores. Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: The ACFIES study. *PLoS ONE.* Vol. 9. Num. 4. 2014. p. 1-10.
- 7-Davidson, L.E.; e colaboradores. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults. *Current Cardiovascular Risk Reports.* Vol. 169. Num. 2. 2009. p. 122-131.
- 8-DHHS. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. *JAMA - Journal of the American Medical Association.* Vol. 320. Num. 19. 2018. p. 2020-2028.
- 9-Dwyer, T.; e colaboradores. Cohort profile: The International Childhood Cardiovascular Cohort (i3c) Consortium. *International Journal of Epidemiology.* Vol. 42. Num. 1. 2013. p. 86-96.
- 10-Fraser, B. J.; e colaboradores. Childhood cardiorespiratory fitness, muscular fitness and adult measures of glucose homeostasis. *Journal of Science and Medicine in Sport.* Vol. 21. Num. 9. 2018. p. 935-940.
- 11-García-Artero, E.; e colaboradores. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Revista Espanola de Cardiologia.* Vol. 60. Num. 6. 2007. p. 581-588.
- 12-García-Hermoso, A.; e colaboradores. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data from Approximately 2 Million Men and Women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* Vol. 99. Num. 10. 2018. p. 2100-2113.e5.
- 13-García-Hermoso, A.; Ramírez-Campillo, R.; Izquierdo, M. Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Medicine.* Vol. 49. Num. 7. 2019. p. 1079-1094.
- 14-Grøntved, A.; e colaboradores. Muscle strength in youth and cardiovascular risk in young adulthood ( the European Youth Heart Study ). *British Journal of Sports Medicine.* Vol. 49. Num. 2. 2013. p. 90-94.
- 15-Grøntved, A.; Hu, F.B. Television Viewing and Risk of Type 2 Diabetes, Cardiovascular Disease, and All-Cause Mortality A Meta-

analysis. *JAMA*. Vol. 305. Num. 23. 2015. p. 2448-455.

16-Guedes, D.P.; Guedes, J.E.R.P. Manual prático para avaliação em educação física. Manole. 2006.

17-Léger, L.A.; Lambert, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict {Mathematical expression}O<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. Vol. 49. Num. 1. 1982. p. 1-12.

18-Lima, T.R.; e colaboradores. Diversity of parameters in the muscle strength evaluation of Brazilian school children and adolescents: a systematic review. *Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 20. Num. 4. 2018. p. 497-516.

19-Marques, E.A.; Mota, J.; Carvalho, J. Exercise effects on bone mineral density in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Age*. Vol. 34. Num. 6. 2012. p. 1493-1515.

20-Moore, S.A.; e colaboradores. Enhancing a somatic maturity prediction model. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 47. Num. 8. 2015. p. 1755-1764.

21-Naghavi, M.; e colaboradores. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*. Vol. 390. Num. 10100. 2017. p. 1151-1210.

22-NHBPEP. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Hypertension*. Vol. 44. Num. 4. 2004. p. 387-388.

23-Ortega, F.B.; e colaboradores. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*. Vol. 32. Num. 1. 2008. p. 1-11.

24-Pascatello, L.S.; e colaboradores. Diretrizes do ACSM para teste de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2014.

25-Peterson, M.D.; e colaboradores. Strength capacity and cardiometabolic risk clustering in

adolescents. *Pediatrics*. Vol. 133. Num. 4. 2014. p. 895-903.

26-Peterson, M.D.; e colaboradores. Low muscle strength thresholds for the detection of cardiometabolic risk in adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*. Vol. 50. Num. 5. 2016. p. 593-599.

27-Peterson, M.D.; e colaboradores. Grip Strength Is Associated with Longitudinal Health Maintenance and Improvement in Adolescents. *Journal of Pediatrics*. Vol. 202. 2018. p. 226-230.

28-Roldão da Silva, P.; e colaboradores. Health-related physical fitness indicators and clustered cardiometabolic risk factors in adolescents: A longitudinal study. *Journal of Exercise Science & Fitness*. Vol. 18. 2020. p. 162-167.

29-Sakugawa, R.L.; e colaboradores. Effects of resistance training, detraining, and retraining on strength and functional capacity in elderly. *Aging Clinical and Experimental Research*. Vol. 31. Num. 1. 2019. p. 31-39.

30-Smith, J.J.; e colaboradores. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. Vol. 44. Num. 9. 2014. p. 1209-1223.

31-Steene-Johannessen, J.; e colaboradores. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 41. Num. 7. 2009. p. 1361-1367.

32-Volaklis, K.A.; Halle, M.; Meisinger, C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *European Journal of Internal Medicine*. Vol. 26. Num. 5. 2015. p. 303-310.

33-WHO. Global action plan on physical activity 2018-2030. 2018a.

34-WHO. Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030. Vol. 28. 2018b.

35-Zaout, M.; e colaboradores. Influence of physical fitness on cardio-metabolic risk factors in European children. The IDEFICS study.

International Journal of Obesity. Vol. 40. Num.  
7. 2016. p. 111-1125.

E-mail dos autores:

maria.carolina231@hotmail.com

rdbozza@hotmail.com

wagner@ufpr.br

asneto@uenp.edu.br

Recebido para publicação em 21/09/2023

Aceito em 03/02/2024