

## **Relação entre aptidão cardiorrespiratória e rigidez arterial em mulheres obesas**

Relationship between cardiorespiratory fitness and arterial stiffness in obese women

Jaqueline Cid Buratto<sup>1</sup>, Caroline F. Simões<sup>2</sup>, Gustavo H. de Oliveira<sup>2</sup>, João C. Locatelli<sup>2</sup>, Victor H. de Souza Mendes<sup>2</sup>, Higor B. Reck<sup>2</sup>, Carla Eloise Costa<sup>3</sup>, Rogério T. P. Okawa<sup>2,4</sup>, Wendell A. Lopes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá (UEM), Departamento de Ciências do Movimento Humano, Centro de Ciências da Saúde, Ivaiporã, PR – Brasil

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa em Hipertensão Arterial Sistêmica, Rigidez Arterial e Envelhecimento Vascular (GPHARV), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR – Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Educação Física, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR – Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Medicina, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR – Brasil

Número de palavras do manuscrito: 4584

**Correspondência:** Jaqueline Cid Buratto

Avenida Souza Naves, 380 – CEP 86870-000

E-mail: [jaquecid\\_buratto@outlook.com](mailto:jaquecid_buratto@outlook.com), [jcidburatto@gmail.com](mailto:jcidburatto@gmail.com)

## Resumo

**Fundamento:** A obesidade tem sido associada com a rigidez arterial devido a inúmeros fatores, tais como: inflamação crônica de baixo grau, estresse oxidativo, produtos finais de glicação avançada e redução de substâncias vasodilatadoras como o óxido nítrico. Embora esteja bem estabelecido que a atividade física regular reduz a rigidez arterial, esta redução parece estar relacionada com baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória.

**Objetivo:** Verificar a relação entre aptidão cardiorrespiratória e rigidez arterial em mulheres obesas.

**Métodos:** A amostra foi composta por 61 mulheres, com idade entre 18 a 35 anos, e índice de massa corporal (IMC) entre 30 e 40 kg/m<sup>2</sup>. Foram obtidos a massa corporal, a estatura, e calculado o IMC. A composição corporal foi estimada pelo método de bioimpedância. A aptidão cardiorrespiratória (ACR) foi avaliada mediante a realização de um teste incremental de esforço máximo em esteira. A espirometria de circuito aberto foi utilizada para medir o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>) por meio de analisador de gases (Metalyzer, Cortex, EUA). A rigidez arterial foi representada pelas medidas de velocidade de onda de pulso (VOP), augmentation index (AIx) e pressão arterial central, obtidas pelo dispositivo SphygmoCor XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália).

**Resultados:** Os resultados demonstraram uma relação inversa e significativa entre o VO<sub>2máx</sub> e as medidas de rigidez arterial VOP ( $r = -0,25$ ,  $p = 0,05$ ), AIx@75 ( $r = -0,28$ ,  $p = 0,29$ ) e pressão arterial sistólica central ( $r = -0,35$ ,  $p = 0,006$ ).

**Conclusões:** A aptidão cardiorrespiratória se relacionou significativamente com a rigidez arterial em mulheres obesas.

**Palavras-chave:** rigidez arterial, adultos, excesso de peso, aptidão física.

## Abstract

**Background:** Obesity has been associated with arterial stiffness due to a number of factors, such as: low-grade chronic inflammation, oxidative stress, advanced glycation end products, and a reduction in vasodilating substances such as nitric oxide. Although it is well established that regular physical activity reduces arterial stiffness, this reduction appears to be related to low levels of cardiorespiratory fitness.

**Objective:** To verify the relationship between cardiorespiratory fitness and arterial stiffness in obese women.

**Methods:** The sample consisted of 61 women, aged 18 to 35 years, and body mass index (BMI) between 30 and 40 kg / m<sup>2</sup>. Body mass, height, and BMI were calculated.

Body composition was estimated using the bioimpedance method. Cardiorespiratory fitness (RCA) was assessed by performing an incremental test of maximum exertion on a treadmill. Open circuit spirometry was used to measure the maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) by means of a gas analyzer (Metalyzer, Cortex, USA). Arterial stiffness was represented by the measurements of pulse wave velocity (OPV), augmentation index (AIx) and central blood pressure, obtained by the SphygmoCor XCEL device (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Australia).

**Results:** The results showed an inverse and significant relationship between  $VO_{2max}$  and the measures of arterial stiffness VOP ( $r = -0.25$ ,  $p = 0.05$ ), AIx @ 75 ( $r = -0.28$ ,  $p = 0.29$ ) and central systolic blood pressure ( $r = -0.35$ ,  $p = 0.006$ ).

**Conclusions:** Cardiorespiratory fitness was significantly related to arterial stiffness in obese women.

**Keywords:** arterial stiffness, adults, overweight, physical fitness.

# Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

## Introdução

O excesso de peso é considerado um problema de saúde global (NG et al., 2014). No Brasil, conforme levantamento da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), a prevalência de excesso de peso aumentou de 42,6% para 53,8% entre os anos de 2006 e 2016. Já a prevalência de obesidade cresceu 60% no mesmo período, saindo de 11,8% para 18,9% (BRASIL, 2017).

Algumas implicações negativas da obesidade para a saúde é o desenvolvimento de fatores de risco para doenças cardiovasculares (DCVs), como hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes tipo 2 e síndrome metabólica (ROGER et al., 2011). As DCVs são consideradas as principais causas de morte global, sendo que em 2005, elas foram responsáveis por aproximadamente 17,5 milhões de mortes e estima-se que até 2030, as DCVs serão responsáveis pela morte de cerca de 23,6 milhões de pessoas (MOZAFFARIAN et al., 2016). A obesidade também tem sido associada com prejuízos na rigidez arterial (RA) (ZEBEKAKIS et al., 2005; YANG et al., 2014). A rigidez arterial é caracterizada por uma diminuição progressiva da complacência das grandes artérias (ALVIM et al., 2017).

Em um estudo de Fernberg, Fernstrom e Hurtig-Wennlof (2017), a partir da análise do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) foi verificado que a aptidão cardiorrespiratória (ACR) foi inversamente associada à velocidade da onda de pulso (VOP) e ao augmentation index (Alx), e que o índice de massa corporal (IMC) foi diretamente associado à VOP e ao Alx em jovens adultos suecos. Neste contexto, diversos estudos têm reportado o papel do exercício físico regular na redução da rigidez arterial (TANAKA et al., 2000; SEALS et al., 2008; SEALS et al., 2009), a qual poderia ser derivada da melhoria na ACR LONA et. al. (2021)

Considerando que elevados níveis de atividade física poderiam estar associados a elevados níveis de ACR, a ACR pode ser considerada uma medida mais precisa da influência da atividade física na relação entre rigidez arterial e obesidade em mulheres adultas. Portanto, o objetivo do presente

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

estudo foi verificar a relação entre ACR e RA em mulheres obesas.

### Métodos

A amostra foi composta por 61 mulheres jovens obesas ingressantes no projeto de “Efeitos do *high intensity interval training* (HIIT) sobre os parâmetros metabólicos, inflamatórios, rigidez arterial e deformação miocárdica (*Strain*) em mulheres obesas: um ensaio clínico randomizado”, aprovado previamente pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá, sob o CAAE nº 08935419.5.0000.0104, com parecer de aprovação nº 3.268.455 e com registro nos Registros Brasileiros de Ensaio Clínicos (ReBEC) com o número de registro: U1111-123 1-9753.

Foram adotados os seguintes critérios para inclusão no estudo: ser do sexo feminino; ter idade entre 18 e 35 anos; apresentar um quadro de obesidade (grau I e II) de acordo com a classificação proposta pela Organização Mundial da Saúde ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  e  $< 39,9 \text{ kg/m}^2$ ), indivíduos com peso corporal estabilizado/estabelecido há pelo menos 12 semanas; que não tenham participado de programas para redução de peso anteriormente; não portadores de cardiopatias, diabetes e/ou hipertensão e doenças endócrinas; não fumantes; que não estejam fazendo uso de medicamentos que possam alterar sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular; com disponibilidade para participar das avaliações e intervenções; e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios de exclusão foram voluntárias que apresentarem na avaliação clínica (exame físico geral, cardiológico, eletrocardiográfico e ergometria) e/ou nos exames laboratoriais qualquer patologia ou outros complicadores que possam ser fatores de risco ou adesão para a prática regular da atividade física proposta, tais como: diabetes tipo 1 ou 2, dislipidemia, hipo ou hipertireoidismo ou obesidade incontrolada devido à desordens endocrinológicas, asma severa, uso de medicação para tratamento de obesidade, tratamento cirúrgico prévio para a obesidade, conhecida ou suspeita de abuso de álcool, drogas ou entorpecentes, infecções recentes ou presença de doença inflamatória aguda ou crônica, e qualquer outra condição que pudesse interferir com o teste e/ou intervenção.

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

### **Avaliação antropométrica e composição corporal**

A massa corporal foi aferida em balança antropométrica mecânica (Filizola®), com precisão de 0,1 kg e capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro de parede, com precisão de 0,1cm e amplitude de 220 cm. Os indivíduos permaneceram em posição ortostática, descalços, com os braços ao longo do corpo, os calcanhares unidos, as pontas dos pés ligeiramente afastadas, a cabeça voltada para frente e calcanhares, glúteos e ombros adequadamente posicionados, de acordo com o plano de Frankfurt. O IMC foi calculado pela razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura e classificado de acordo com os critérios definidos pela Organização Mundial de Saúde para sexo e idade (OMS, 2016). A circunferência de cintura foi aferida com fita métrica inelástica (Sanny®), com resolução de 0,1 cm e amplitude de 2m, com a participante em jejum, em posição ortostática, no ponto médio entre a última costela e a crista íliaca (LOHMAN; ROCHE; MARTORELL,1988). Para a avaliação da composição corporal, foi utilizado o aparelho de bioimpedância da marca BF-900 (Maltron, Reino Unido) seguindo as recomendações de Heyward (2001). O indivíduo foi posicionado deitado, em decúbito dorsal, em uma maca, sem portar relógio ou qualquer outro objeto metálico e com as mãos e as pernas ligeiramente afastadas, em seguida foi colocado os eletrodos com gel, sendo dois eletrodos na mão e dois eletrodos no pé. As participantes foram aconselhadas a evitar a prática de qualquer exercício extenuante, assim como o consumo de bebidas cafeinadas por pelo menos 24 horas antes das coletas, bem como foram instruídos a não consumir nenhum alimento pelo menos 2 horas antes das avaliações. Além disso, foi necessário que as participantes da pesquisa não estivessem no ciclo menstrual, a fim de evitar possíveis influências hormonais sobre as variáveis coletadas.

### **Avaliação da aptidão cardiorrespiratória**

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada mediante a realização de um teste incremental de esforço máximo em esteira. O teste foi realizado na clínica Avancor, com monitoramento eletrocardiográfico e acompanhamento de um médico Cardiologista. O teste incremental foi realizado utilizando um protocolo de rampa em uma esteira ergométrica (Micromed®, Centurion 300, Brasília, Brasil). O teste foi iniciado com a participante caminhando a uma velocidade de 3 km/h, seguido por incrementos de 0,35 km/h a cada minuto, com uma inclinação fixa de 1% (JONES & DOUST, 1996). Ao final de cada minuto a FC foi monitorada através de um monitor cardíaco (Polar H7®), e a PSE foi verificada através da escala de Borg de 6-20 pontos (BORG, 1982) a cada 2 minutos de teste. O teste foi mantido até a fadiga, e as voluntárias foram encorajadas verbalmente a se manterem em esforço pelo maior tempo possível (MACHADO et al, 2013). A espirometria de circuito aberto foi utilizada para medir o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) através de um analisador de gases (Metalyzer, Cortex, EUA). Nesse procedimento, o indivíduo respira por meio de uma válvula de baixa resistência com seu nariz ocluído (ou por uma máscara de material diferente do látex), enquanto são auferidas a ventilação pulmonar e as frações expiradas de oxigênio ( $O_2$ ) e de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

### **Avaliação da rigidez arterial**

#### **Velocidade da Onda de Pulso**

Para a avaliação da VOP carotídeo-femoral, foi utilizado o dispositivo SphygmoCor XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália), que permite a aquisição simultânea do pulso carotídeo e femoral através da medida do pulso femoral por deslocamento volumétrico, por meio de um manguito colocado ao redor da parte superior da coxa, e tonometria na região cervical lateral, sobre o pulso carotídeo. A medida da distância entre os transdutores é usada para calcular a VOP aórtica, como a razão da distância entre os dois transdutores e o intervalo de tempo entre as duas ondas, sendo este valor expresso em metros por segundo (m/seg) (BUTLIN; QASEM, 2016).

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

### **Augmentation index**

A avaliação do AIX, foi realizada pelo equipamento SphygmoCor® XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália) foi registrado o deslocamento volumétrico relacionado ao volume da artéria braquial por meio de um manguito inflado ao redor do braço. A função de transferência geral é aplicada ao sinal periférico adquirido não invasivamente para calcular a forma de onda aórtica. O Alx é uma medida do grau em que o pico de uma onda de pressão medida é excedido e acima do pico da onda de pressão incidente devido à adição da pressão refletida da onda, sendo esse valor expresso em porcentagem (%). A medida do Alx foi corrigida em 75 bpm (Alx@75), usando uma regressão para atenuar a dependência da frequência cardíaca da população (BUTLIN & QASEM, 2016).

### **Pressão Arterial Central**

O método oscilométrico com a braçadeira posicionada na artéria braquial foi a técnica utilizada para avaliação da Pressão Arterial Central (PAc). O sistema SphygmoCor®XCEL (EM4C, AtCor Medical, Sydney, Austrália) registra a amplitude das oscilações de pressão nas artérias periféricas (braquial) criadas pela expansão das paredes da artéria cada vez que o sangue passa, e a medida é feita através de função de transferência (BUTLIN & QASEM, 2016; MCENIERY et al., 2013).

### **Análise estatística**

Os dados foram tabulados em planilha eletrônica Microsoft Excel®, e apresentados por meio de média e desvio padrão ou mediana e percentis 25 e 75, de acordo com a distribuição dos dados. A normalidade foi testada por meio do teste Kolmogorov Smirnov. Para a correlação, foi utilizado o teste de Spearman e padronizado o valor de  $p \leq 0,05$ .

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

### Resultados

As características gerais da amostra estão apresentadas na tabela 1. As variáveis foram descritas em média e desvio padrão ( $M \pm DP$ ) para dados que atenderam os pressupostos de normalidade, e em mediana e percentil 25° e 75° para dados que não atenderam a normalidade. A amostra apresentou valores elevados da circunferência da cintura e percentual de gordura. Os valores de pressão arterial sistólica e diastólica foram normais para a maioria da amostra.

**Tabela 1- Características gerais da população do estudo.**

Variáveis	M ± DP
Idade (anos)	27,5 ± 4,9
Peso (kg)	93,1 ± 10,1
Estatura (cm)	1,63 ± 0,05
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )*	35,1 (32,1 – 38,3)
CC (cm)	93,8 ± 6,3
GC (%)	44,5 ± 3,3
GC (kg)	41,6 ± 7,05
MLG (kg)	51,6 ± 3,8
PASp (mmHg) *	124,0(118,0 – 133,0)
PADp (mmHg) *	74,0 (70,0-79,0)

M±DP: média e desvio padrão; IMC: Índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; GC: gordura corporal; MLG: massa livre de gordura; PASp: pressão arterial sistólica periférica; PADp: pressão arterial diastólica periférica; \* dados expressos em mediana e percentil 25° e 75°.

Os resultados para o  $VO_{2máx}$  e para os parâmetros de RA estão apresentados na tabela 2. Pode-se observar que de acordo com a mediana, as mulheres do presente estudo apresentam baixa aptidão cardiorrespiratória com base nas classificações do American College Sports Medicine (ACSM) para idade e gênero (LIPPINCOTT; WILLIAMS; WILKINS, 2010). A mediana da VOP demonstra que o valor está pouco acima dos valores de referência conforme idade e sexo (PAIVA et.al., 2020). Em relação ao AIX@75, os valores médios se encontram dentro dos valores considerados adequados para esta variável (PAIVA et.al.,2020). No que se refere a PASC, os valores também se apresentaram pouco

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

acima dos valores de referência para idade e sexo (PAIVA et.al., 2020).

**Tabela 2 – Valores dos parâmetros de rigidez arterial e da aptidão cardiorrespiratória da amostra estudada.**

Variáveis	M ± DP
VOP (m/s) *	6,6 (6,1 – 7,2)
AIX@75 (%)	19,4 ± 11,5
AIX (%)	17,9 ± 12,5
PASc (mmHg)	111,7 ± 10,0
PADc (mmHg) *	76,0 (70,6 – 81,0)
VO <sub>2máx</sub> (ml/kg/min) *	28,0 (24,5 – 32,0)

M±DP: média e desvio padrão; VOP: Velocidade da onda de pulso; AIX@75: índice de aumento corrigido para frequência cardíaca de 75 bpm; AIX: índice de aumento; PASc: pressão arterial sistólica central; PADc: pressão arterial diastólica central; VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio; \* dados expressos em mediana e percentil 25° e 75°.

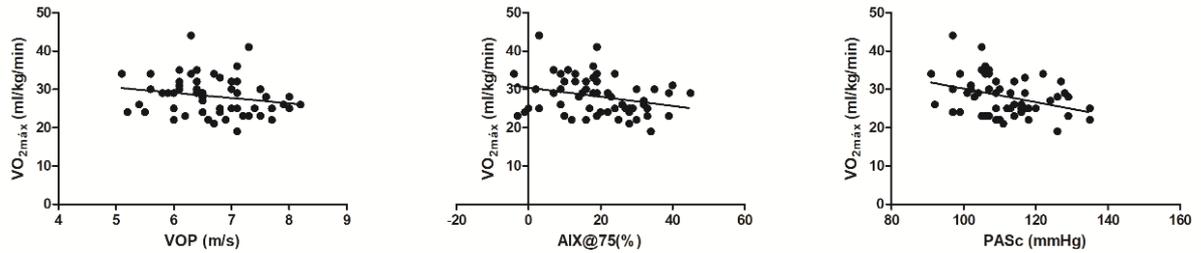
A correlação entre o VO<sub>2máx</sub>, AIX@75, AIX, PASc e PADc, são apresentadas na tabela 3 e representadas na figura 1. Houve correlação inversa e significativa entre VO<sub>2máx</sub> e as medidas da VOP (p=0,05), AIX@75 (p=0,03), PASc (p<0,01) e PADc (p=0,04). Não houve correlação significativa entre o VO<sub>2máx</sub> e AIX (p=0,12).

**Tabela 3 - Correlação entre consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>) e parâmetros de rigidez arterial.**

	VOP (m/s)	AIX_75 (%)	AIX (%)	PASc (mmHg)	PADc (mmHg)
VO <sub>2máx</sub> (ml/kg/min)	<i>r</i> -0,252*	-0,284*	-0,204	-0,351**	-0,273*
	<i>p</i> 0,054	0,029	0,121	0,006	0,036

VO<sub>2máx</sub>: consumo máximo de oxigênio; VOP: velocidade da onda de pulso; AIX@75: índice de aumento corrigido para frequência cardíaca de 75 bpm; AIX: índice de aumento; PASc: pressão arterial sistólica central; PADc: pressão arterial diastólica central; \*p < 0,05; \*\*p < 0,01

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados



**Figura 1** – Relação entre o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e Índice de aumento corrigido para frequência cardíaca de 75 bpm (AIX@75) e Pressão arterial sistólica central (PASc).

### Discussão

O propósito do presente estudo foi verificar a relação entre a aptidão cardiorrespiratória (ACR) e a rigidez arterial em mulheres obesas. Os principais achados foram uma relação inversa e significativa entre o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e velocidade de onda de pulso (VOP), índice de aumento corrigido pela frequência cardíaca de 75 bpm (AIX@75), pressão arterial sistólica central (PASc) e pressão arterial diastólica central (PADc). Esses achados reforçam a importância da aptidão cardiorrespiratória na manutenção da complacência arterial de obesos.

O  $VO_{2máx}$  se refere a capacidade do organismo em captar, transportar e utilizar oxigênio para suprir as demandas basais e/ou em atividade física e exercício físico (HERDY, 2015). A ACR é considerada uma medida direta da atividade física (ZEIHER et al., 2019) e um preditor independente de mortalidade por DVCs (KODAMA et al., 2009). Uma ACR elevada está fortemente associada a menor RA, em vista disso, BOREHAM (2004) demonstrou por meio de dados de homens e mulheres jovens entre 22 anos, que a ACR foi inversamente associada à RA. Em populações com maior risco de rigidez arterial, a ACR também parece estar inversamente associada à RA (JAE et al., 2010; SUNG et al., 2018). Em populações obesas, o risco de desenvolver a rigidez arterial aumenta, pois em um quadro de obesidade há a síntese e secreção de substâncias inflamatórias (SILVA, 2020), as quais fazem parte de um dos fatores que contribuem para desencadear a rigidez arterial. Dados de uma pesquisa com obesos de meia idade demonstraram uma

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

associação inversa entre ACR e RA, discutindo que a aptidão física parece ser um modulador mais forte do risco cardiovascular do que a composição corporal (KONIGSTEIN, 2018).

Em nosso estudo, verificamos que a VOP, a qual é considerada a medida padrão-ouro para análise da rigidez arterial (MIKAEL et al., 2017), demonstrou correlação inversa e significativa com o  $VO_{2máx}$  ( $\rho = -0,25$ ,  $p = 0,05$ ), corroborando os dados de Fernberg, Fernstrom e Hurtig-Wennlof (2017), no qual verificaram que a ACR foi inversamente associada à VOP e ao Alx e que o IMC foi diretamente associado à VOP e ao Alx em jovens adultos suecos. De forma similar, ALBIN et al. (2020), numa amostra de 405 idosos, verificaram que a ACR foi independentemente associada com a rigidez arterial. Numa meta-análise recente, LONA et. al. (2021) constataram que a ACR foi inversamente associada com cPWV em jovens, ressaltando que a ACR pode ser uma estratégia preventiva para neutralizar o desenvolvimento de risco cardiovascular mais ao longo da vida.

Diversos fatores são considerados contribuintes para a rigidez arterial associado à obesidade, como a inflamação crônica de baixo grau, estresse oxidativo, produtos finais de glicação avançada (AGE), aumentos de secreção de substâncias vasoconstritoras como a endotelina-1, redução de substâncias vasodilatadoras como óxido nítrico (ON), redução da sensibilidade à insulina, e entre outros (AROR, 2017; ZIEMAN, 2005). Dessa forma, a relação positiva entre a ACR e a rigidez arterial em mulheres obesas poderia estar relacionada com um ou mais fatores que levam a rigidez arterial em obesos. Estudos prévios mostraram que ambos, tanto o treinamento aeróbio de moderada intensidade como o treinamento intervalado de alta intensidade melhoraram a rigidez arterial em mulheres obesas (OLIVEIRA et al., 2020). Sabe-se que ambos os tipos de treinamentos também melhoram a aptidão cardiorrespiratória (RAMOS et al., 2015). Dessa forma, a melhora concomitante da aptidão cardiorrespiratória e da rigidez arterial sugerem mecanismos que poderiam ser comuns a estas adaptações, contudo, isso ainda não foi adequadamente elucidado.

Nossos achados reforçam a importância da ACR como fator de proteção cardiovascular em mulheres obesas. Embora a presença de obesidade seja um fator para o desenvolvimento de rigidez arterial, uma maior

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

ACR parece atenuar os efeitos deletérios causados pela obesidade nas propriedades morfológicas e funcionais do vaso. Dessa forma, a prática de atividade física, especialmente de caráter aeróbio deve ser encorajada para indivíduos obesos. Independente da perda de peso, a prática regular de atividade física é capaz de promover uma melhora na ACR e contribuir para melhora da complacência arterial de indivíduos obesos.

### **Limitações**

O presente estudo apresenta diversas limitações que devem ser mencionadas. Primeiro, o reduzido n de participantes, que pode ter influenciado na magnitude das correlações realizadas. Segundo, a natureza transversal da análise dos dados, o que não possibilita estabelecer uma relação de causalidade entre a ACR e a rigidez arterial nesta população. E terceiro, a utilização apenas do consumo máximo de oxigênio como medida da ACR, a qual poderia também ser representada por outros parâmetros ventilatórios ou metabólicos obtidas num teste ergoespirométrico. Por outro lado, o estudo utilizou uma amostra homogênea composta somente por mulheres obesas jovens, o uso de medida padrão ouro para estimativa da rigidez arterial e medida direta do consumo máximo de oxigênio.

### **Conclusão**

A ACR se relacionou inversa e significativamente com a rigidez arterial em mulheres obesas. Nossos achados ressaltam a relevância clínica da manutenção de uma boa ACR na atenuação de efeitos nocivos da rigidez arterial, permitindo à população um olhar sob a adesão de exercícios que visam melhorar da ACR mesmo em condições de obesidade. Pesquisas futuras sobre o impacto da ACR na rigidez arterial por meio da análise de outros parâmetros ventilatórios, seria uma sugestão para ampliar as informações e relevâncias da ACR na saúde cardiovascular.

## Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados

### 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): 766-781.
2. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Biblioteca Virtual em Saúde: Ministério da Saúde; 2017 [acesso em 23 abr 2021]. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br>.
3. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Adams R, Berry JD, Brown TM et.al. Heart disease and stroke statistics–2011 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2011; 123 (4), e18–e209.
4. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016; 133 (4): 2-324.
5. Kotsis VT, Stabouli ST, Papamichael CM, Zakopoulos NA. Impact of obesity in intima media thickness of carotid arterie. *Obesity*. 2006; 14 (10): 1708-1715.
6. Zebekakis PE, Nawrot T, Thijis L, Balkestein EJ, Spek JH, Bortel LMV et.al. Obesity is associated with increased arterial stiffness from adolescence until old age. *Journal of Hypertension*, 2005; 23 (10): 1839-1866.
7. Chung CM, Yang TY, Lin YS, Chang ST, Hsiao JF, Pan KL et.al. Relation of arterial stiffness assessed by brachial-ankle pulse wave velocity to

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

- complexity of coronary artery disease. *American Journal of the Medical Sciences*, 2014; 348 (4): 294-299.
8. Alvim R.O, Santos PCJ, Bortolotto LA, Mill JG, Pereira AC. Rigidez Arterial: aspectos fisiopatológicos e genéticos. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 2017; 30 (5): 433 – 441.
  9. Tanaka H, Dinunno FA, Monahan KD, Clevenger CM, De Souza CA, Seals DR. Aging, Habitual Exercise, and Dynamic Arterial Compliance. *Circulation*. 2000; 102 (11): 1270–1275.
  10. Seals DR, Desouza CA, Donato AT, Tanaka. Habitual exercise and arterial aging. *Journal Applied of Physiology*. 2008; 105 (4): 1323–1332.
  11. Seals DR, Walker AE, Pierce GL, Lesniewski LA. Habitual exercise and vascular ageing. *Journal of Physiology*. 2009; 587 (23): 5541–5549.
  12. Fernberg U, Fernstrom M, Hurting-Wennlof A. Arterial Stiffness is associated to cardiorespiratory fitness and body mass index in young swedish adults: the lifestyle, biomarkers, and atherosclerosis study. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2017; 24 (17): 1809-1818.
  13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. 24.ed. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988. 177 p.
  14. Heyward V. Asep methods recommendation: Body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology*. 2001; 4, (4): 1-12.
  15. Jones AM, Doust JH. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, 1996; 14 (4): 321-327.

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1982; 14 (5): 377-381.
17. Machado FA, Denadai BS. Predição da potência aeróbia ( $VO_2$ máx) de crianças e adolescentes em teste incremental na esteira rolante. *Motriz: Revista de Educação Física*, 2013; 19 (1): 126-132.
18. Butlin M, Qasem A. Large Artery Stiffness Assessment Using SphygmoCor Technology. *Pulse*, 2016; 4 (4): 180-192.
19. Herdy AH, Caixeta A. Classificação Nacional da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2015; 106 (5): 389-395.
20. Zeiher J, Ombrellaro KJ, Perumal N, Keil T, Mensink GBM, Finger JD. Correlates and Determinants of Cardiorespiratory Fitness in Adults: a Systematic Review. *Sports Medicine*. 2019; 5 (39): 1-24.
21. 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. *Journal of the American Medical Association*. 2009; 301 (29): 2025-2035.
22. Boreham CA, Ferreira I, Twisk JW, Gallagher AM, Savage MJ, Murray LJ. Cardiorespiratory Fitness, Physical Activity, and Arterial Stiffness: The Northern Ireland Young Hearts Project. *Hypertension*. 2004; 44 (5): 721-726.
23. Jae SY, Heffernan KS, Fernhall B, Oh YS, Park WH, Lee MK, et.al. Association between cardiorespiratory fitness and arterial stiffness in men with the metabolic syndrome. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2010; 90 (3): 326-332.

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

24. Sung J, Cho SJ, Hong KP. Relationship between fitness and arterial stiffness according to hypertensive state. *Hypertension*. 2018; 41 (1): 733-738.
25. Silva GM, Sandes MO, Filho FSLV, Rocha DS, Silva RCR, Chaves ECB et.al. Respostas das adipocinas plasmáticas ao treino intervalado de alta intensidade: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2020.; 26 (3): 262-266.
26. Königstein K, Infanger D, Klenk C, Hinrichs T, Rossmeissl A, Baumann S et.al. Does obesity attenuate the beneficial cardiovascular effects of cardiorespiratory fitness? *Atherosclerosis*. 2018; 272 (18): 21-26.
27. Mikael LR, Paiva AMG, Gomes MM, Sousa ALL, Jardim PCBV, Vitorino PVO et.al. Envelhecimento vascular e rigidez arterial. *Arquivos Brasileiro de Cardiologia*, 2017; 109 (3): 253-258.
28. Albim EE, Brellenthin AG, Lang JA, Meyer JD, Lee, DC. Cardiorespiratory Fitness and Muscular Strength on Arterial Stiffness in Older Adults. *American College of Sports Medicine*, 2020; 52 (8): 1737-1744.
29. Lona G, Hauser C, Kochli S, Infanger D, Ender K, Trucksass AS et.al. Association of blood pressure, obesity and physical activity with arterial stiffness in children: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric Research*, 2021.
30. Aroor AR, Jia G, Sowers JR. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness. *Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2017; 314 (3): 387-398.
31. Zieman SJ, Melenovsky V, Kass DA. Mechanisms, Pathophysiology, and Therapy of Arterial Stiffness. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 2005; 25 (5): 933-943.

## **Aptidão cardiorrespiratória e fatores associados**

32. Oliveira GH, Boutouyrie P, Simões CF, Locatelli JC, Mendes VHS, Reck HB et. al. The impact of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT) on arterial stiffness and blood pressure in young obese women: a randomized controlled trial. *Hypertension Research*, 2020; 43 (11): 1315-1318.
  
33. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 2015; 45 (5): 679-692.