



Universidade de Brasília  
Faculdade de Educação  
Física  
Bacharelado em Educação Física

Aluno: Pedro Victor Nogueira de Souza

Orientador: Ricardo Flávio de Araújo Bezerra

## Influência da Obesidade e Elevadas Taxas Antropométricas nas Respostas Cardíacas no Exercício Física

Brasília, 2018

# Influência da Obesidade e Elevadas Taxas Antropométricas nas Respostas Cardíacas no Exercício Físico

Pedro Victor Nogueira de Souza, Ricardo Flávio de Araújo Bezerra

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi compilar estudos predominantemente recentes que retratem o impacto que a obesidade e elevadas taxas antropométricas causam nas respostas cardíacas no exercício físico. A pesquisa de artigos científicos para a revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed. Para a revisão também foram feitas buscas em livros e materiais científicos que tratam do tema, dando preferência àqueles mais recentes. Foram utilizadas combinações das seguintes palavras chave em português e inglês: antropometria, obesidade, resposta cardiovascular, frequência cardíaca, pressão arterial e exercício. Foram selecionados artigos que demonstram respostas cardíacas em obesos antes, durante ou logo após o exercício. Entre as variáveis cardíacas analisadas nos artigos estão respostas cardiorrespiratórias, respostas da pressão arterial e variabilidade de frequência cardíaca. Os achados demonstram que em indivíduos obesos e com elevadas taxas antropométricas, se comparados com eutróficos, apresentam piores respostas cardíacas tanto em repouso como em exercício físico. Isso se dá pelo fato de indivíduos obesos e com sobrepeso apresentarem níveis elevados de frequência cardíaca, pressão arterial alta, respostas cardiorrespiratórias ruins e ainda apresentarem pior recuperação da frequência cardíaca após o exercício físico. Concluindo que a obesidade e elevadas taxas antropométricas contribuem para uma desregulação do sistema cardíaco. A obesidade atinge negativamente o sistema nervoso simpático exacerbando-o o que acaba desencadeando uma série de modificações fisiológicas negativas no indivíduo. Quando analisadas as respostas cardíacas durante e após o exercício físico notam-se alterações em obesos sendo necessário um maior cuidado na hora de prescrever exercícios para essa população. Entretanto, com o decorrer do tempo, o exercício físico irá alterar de forma positiva os aspectos fisiológicos do obeso, melhorando as respostas cardíacas.

**Palavras chave:** Antropometria, Obesidade, Resposta cardiovascular, Exercício.

# Influence of Obesity and High Anthropometric Rates on Cardiac Responses in Exercise

Pedro Victor Nogueira de Souza, Ricardo Flávio de Araújo Bezerra

## **abstract**

The objective of this study was to compile predominantly recent studies that portray the impact that obesity and high anthropometric rates cause on cardiac responses in physical exercise. The research of scientific articles for the bibliographic review was carried out in the electronic databases Scielo , Lilacs , Medline and Pubmed. Search for revision were also made in books and scientific materials dealing theme, giving preference to those more recent. The following keywords were used in Portuguese and English: anthropometry , obesity, cardiovascular response, heart rate, blood pressure and exercise. Articles were selected that demonstrate cardiac responses in obese patients before, during or shortly after exercise. Among the cardiac variables analyzed in the articles are cardiorespiratory responses , blood pressure responses and heart rate variability. The findings demonstrate that in obese individuals with high anthropometric rates , when compared with normal ones , they present worse cardiac responses both at rest and in physical exercise . This happens because obese and overweight present high levels of heart rate, high blood pressure, poor cardiorespiratory responses and also features re m worse heart rate recovery post exercise. Concluding that obesity and high anthropometric rates contribute to dysregulation of the cardiac system. Obesity adversely affects the sympathetic nervous system by exacerbating it, which ultimately triggers a series of negative physiological changes in the individual. When analyzed the cardiac responses during and after physical exercise, there are changes in obese patients, requiring greater care when prescribing exercises for this population. However, over time, physical exercise will positively change the physiological aspects of the obese, improving cardiac responses.

**Key words :** Anthropometry , Obesity, Cardiovascular response, Exercise.

## INTRODUÇÃO

Os gastos com obesidade atingem uma parcela importante do orçamento dos países. Nos Estados Unidos estima-se que por ano os gastos cheguem a US\$147 bilhões para adultos e US\$14,3 milhões para crianças e adolescentes obesos. No Brasil, de 2008 a 2010, a estimativa é que o SUS tenha tido um gasto de R\$ 3,6 bilhões por ano com populações obesas em geral<sup>1</sup>.

O excesso de peso e a obesidade se tornaram fatores que estão em um crescimento cada vez maior segundo a VIGILÂNCIA DE FATORES DE RISCO E PROTEÇÃO PARA DOENÇAS CRÔNICAS POR INQUÉRITO TELEFÔNICO (VIGITEL)<sup>2</sup>. Os dados da VIGITEL demonstram que o excesso de peso aumentou em 26,3% de 2006 a 2016 e a obesidade aumentou em 60% neste mesmo período<sup>3</sup>. Um estudo feito no Brasil que analisou as condições corporais atuais em indivíduos entre 21 a 39 anos, com base em seu IMC aos 20 anos, observou que em indivíduos não obesos, a incidência do excesso de peso é de 40% em homens e 30% em mulheres. A incidência de obesidade é estimada em 7% para ambos os sexos e a incidência de obesidade em pré-obesos é de 40% em homens e mulheres<sup>4</sup>.

Existem diferentes formas para caracterizar um indivíduo como sendo ou não obeso. Negrão e Barretto<sup>5</sup> caracterizam como obesidade os percentuais de gordura de 20% ou mais em homens e 30% ou mais em mulheres. A Organização Mundial da Saúde (OMS) utiliza outro critério. Ela estabelece que no excesso de peso o índice de massa corporal (IMC) é maior ou igual a 25 kg/m<sup>2</sup> sendo que no sobrepeso o IMC é de 25 a 29,9 kg/m<sup>2</sup> e na obesidade o IMC é maior ou igual a 30 kg/m<sup>2</sup> para ambos os sexos<sup>6,7</sup>. Já as Diretrizes Brasileiras de Obesidade afirmam que para se diagnosticar a obesidade são necessárias varias formas de avaliação pois utilizando-se, por exemplo, o IMC de forma isolada, pode haver discrepância da real situação do indivíduo. Logo, medidas combinadas como IMC e circunferência abdominal podem ajudar a diminuir os erros das avaliações dando mais fidedignidade ao diagnóstico<sup>8</sup>.

A OMS também estabelece parâmetros para medidas de circunferência abdominal que geram riscos para a saúde e complicações metabólicas. São

circunferências que indicam risco aumentado aquelas  $\geq 94\text{cm}$  para homens e  $\geq 80\text{cm}$  para mulheres e de risco aumentado substancialmente as  $\geq 102\text{cm}$  e  $\geq 88\text{cm}$  para homens e mulheres, respectivamente<sup>6,7</sup>.

A obesidade é estudada há muito tempo, pois é uma doença que vem aumentando bastante e está ligada a uma série de doenças crônicas não transmissíveis<sup>5</sup>. Ela está presente em diferentes populações, em países desenvolvidos e em desenvolvimento, e é considerada uma epidemia mundial<sup>9</sup>.

O aumento de gordura corporal no organismo é causado por balanço energético positivo, o que de forma crônica, leva a obesidade. Esta é responsável por uma série de complicações na saúde, pois está associada a doenças como hipertensão, acidente vascular cerebral, diabetes, alguns tipos de câncer entre outras<sup>5</sup>. A adiposidade visceral está ligada a riscos cardiometabólicos em crianças e adolescentes de ambos os sexos. Quanto maior a circunferência de cintura maior é o risco cardiometabólico<sup>10</sup>. A obesidade é uma doença que tem estreita relação com riscos cardiometabólicos<sup>5</sup>. Estudo de revisão feito por Mello et al.<sup>11</sup> reflete como certos tipos de hábitos podem gerar menos gastos calóricos, como assistir televisão. Esse é um dos fatores que contribuem para que adolescentes e crianças fiquem sedentários e engordem. Nunes et al.<sup>12</sup> analisaram o excesso de peso, hábitos alimentares e atividade física em adolescentes de 10 a 19 anos de diferentes classes sociais e observou que as classes mais favorecidas apresentam uma maior taxa de sobrepeso, maior índice de atividade física semanal e maior ingestão de comidas com alto valor calórico. Não houve diferença, entre classes sociais, no tempo que os indivíduos ficam em frente à TV.

No Brasil houve um crescimento nas taxas de obesidade apesar de no período de 2009 a 2016 ter havido um aumento do número de praticantes de atividade física no tempo livre de 30,3% para 37,6% da população<sup>3</sup>, o aumento da atividade física é um dado positivo. Porém, se as atividades físicas forem feitas ignorando as condições físicas de cada indivíduo, podem gerar danos como: eventos cardiovasculares no momento da prática do exercício<sup>13</sup>. Um estudo

relacionando morte súbita e exercício físico, mostrou que as mortes não são freqüentes, mas ocorrem, e na maioria das vezes são por causa de descuido nas avaliações físicas e negligência na percepção de sintomas durante o exercício<sup>14</sup>. Outro estudo que analisou causas de morte súbita evidencia que metade dos casos ocorrem em pessoas que são mais suscetíveis a patologias da artéria coronária, e que alguns indicadores podem ser causas de tais ocorrências, incluindo depósitos de lipídios no corpo, fatores inflamatórios, obesidade, entre outros que se relacionam com o desenvolvimento da aterosclerose e criação de trombos podendo causar diminuição da irrigação sanguínea e infartos<sup>15</sup>.

Desta forma é importante que ao submeter obesos ao esforço tenha-se o cuidado de avaliar as variáveis físicas e mensurar bem as cargas dos exercícios de acordo com a capacidade individual. De modo a esclarecer os profissionais da área da saúde e minimizar os efeitos colaterais ligados a obesidade, incluindo morte súbita durante o exercício, o objetivo deste trabalho é compilar estudos que retratem o impacto que a obesidade e elevadas taxas antropométricas causam nas respostas cardíacas no exercício físico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa de artigos científicos para a revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed. Para a revisão também foram feitas buscas em livros e materiais científicos que tratam do tema, dando preferência àqueles mais recentes. Na base de dados Lilacs foram utilizadas combinações das seguintes palavras chave: antropometria, obesidade, resposta cardiovascular, freqüência cardíaca, pressão arterial e exercício. Nas demais utilizou-se: anthropometry, obesity, cardiovascular response, heart rate, blood pressure e exercise. A pesquisa dos artigos foi feita entre o período de setembro de 2017 a janeiro de 2018. Foram selecionados artigos que demonstram respostas cardíacas em obesos antes, durante ou logo após o exercício. Entre as variáveis cardíacas analisadas nos artigos estão

respostas cardiorrespiratórias, respostas da pressão arterial e variabilidade de frequência cardíaca.

## **Resultados e Discussão**

### **MODULAÇÃO AUTONÔMICA E FREQUÊNCIA CARDÍACA**

Estudos demonstraram que quando comparadas pessoas obesas e não obesas, no repouso, nota-se que a obesidade altera as respostas autonômicas cardiovasculares e apresenta menores variações de frequência cardíaca (VFC)<sup>16,17</sup>. Nos estudos a frequência cardíaca (FC) foi medida com um frequencímetro e os intervalos R-R mensurados para obter a VFC<sup>16,17</sup>. Brunetto et al.<sup>18</sup>, por sua vez, detectaram que em obesos submetidos a esforço a frequência cardíaca é mais elevada no limiar da variabilidade da frequência cardíaca do que em indivíduos não obesos.

É importante frisar para a população obesa que ter uma VFC baixa é um fator de risco para a saúde e representa pouco ajuste ou resposta fora da normalidade do sistema nervoso autônomo (SNA)<sup>19</sup>. A baixa VFC também pode indicar riscos para aparições de doenças como diabetes mellitus tipo 2 (DM2) segundo um estudo que encontrou menor VFC em indivíduos com alto risco de desenvolver a DM2<sup>20</sup>.

As respostas cardíacas são menos eficientes em pessoas obesas ou com sobrepeso. Um estudo de Araújo et al.<sup>21</sup> que analisou a modulação autonômica no pré, durante e pós exercício constatou que pessoas com sobrepeso têm uma pior eficácia no funcionamento do sistema cardiovascular. Ao comparar obesos com eutróficos, a pressão arterial do obeso é maior em repouso e durante o exercício. No pós exercício, constatou que há um retardo na normalização da FC.

Segundo Ciolac e Greve<sup>22</sup> as melhorias induzidas pelo exercício na aptidão cardiorrespiratória e nas respostas de FC são prejudicadas em mulheres

obesas na pós-menopausa. Grupos de mulheres não obesas, mulheres com sobrepeso e obesas pós-menopausa foram submetidas a 12 meses de exercícios de musculação para membros inferiores e membros superiores. Os exercícios foram executados da seguinte maneira: 2-3 séries de 8-12 repetições a 60-80% de uma repetição máxima (1RM) e 20 minutos de exercício aeróbio em cicloergômetro antes do treino de resistência, sendo modificadas as cargas dos exercícios de musculação quando ocorria adaptação. Ao final do estudo as mulheres com sobrepeso e as obesas apresentaram respostas ruins de FC e pior recuperação de FC pós exercício se comparadas com as eutróficas. Esses resultados corroboram com estudo de Cavuoto et al.<sup>23</sup> que demonstram elevadas taxas cardíacas e menor velocidade de recuperação cardíaca quando indivíduos obesos e eutróficos submetidos a exercícios são comparados. Os resultados apontam que indivíduos obesos tem pior desempenho cardíaco.

Cibinello et al.<sup>24</sup> analisaram o desempenho de crianças de 8 a 10 anos obesas, com excesso de peso e eutróficas usando o teste de 6 minutos. Quando comparado ao grupo dos eutróficos os grupos obesos e excesso de peso apresentam maior FC após o teste. No teste foi também analisada a distância percorrida que sugere menor capacidade física no grupo obeso.

Elsangedy et al.<sup>25</sup> analisaram respostas fisiológicas e perceptuais em mulheres obesas, com sobrepeso e peso normal. Aplicaram teste de esforço incremental em esteira e depois aplicaram o teste de caminhada com ritmo auto-selecionado pela percepção de esforço dos indivíduos. Os resultados das velocidades dos testes de caminhada foram menores no grupo de obesos, mas as respostas de volume de oxigênio ( $VO_2$ ) e FC não tiveram diferenças estatisticamente significativas comparadas com os grupos de peso normal e com sobrepeso que obtiveram maiores velocidades. O menor desempenho dos obesos na velocidade comparando com os outros grupos foi correlacionado com a ineficiência biomecânica. Porém, há estudos mostrando que indivíduos obesos tem maior demanda cardíaca tanto em repouso quanto no exercício<sup>21-23,26,27,28</sup>, podendo ser esse o motivo dos obesos atingirem os mesmos valores ( $VO_2$  e FC) dos outros dois grupos.



Há também estudos que observam alterações nas respostas cardíacas em indivíduos obesos e com sobrepeso, porém, de forma não significativa como é o caso do estudo de Rodrigues et al.<sup>29</sup> que analisaram a VFC por meio de teste de esteira (teste cardiopulmonar de exercício) em indivíduos com o IMC acima de 25 Kg/m<sup>2</sup> com e sem síndrome metabólica. Eles constataram que indivíduos obesos com síndrome metabólica apresentam maior ativação simpática e menor ativação parassimpática, porém as diferenças em relação aos não obesos não foram expressivas. Miranda et al.<sup>30</sup> avaliaram os efeitos do treinamento resistido nas respostas autonômicas agudas e respostas cardiovasculares de adolescentes ativos eutróficos e ativos com sobrepeso. O protocolo de treinamento consistia em 3 séries, com 15 repetições por séries, executadas a 60% de 1RM e intervalo de 45 segundos entre as séries dos exercícios supino vertical, leg-press, puxador no pulley, cadeira extensora e rosca direta. A FC no grupo eutrófico teve aumento significativo a partir do segundo exercício, já no grupo sobrepeso o aumento ocorreu logo no primeiro exercício. Porém, não foram evidenciadas diferenças significativas nos valores de FC entre os grupos sobrepeso e eutrófico, talvez pelo fato da amostra ser fisicamente ativa. Brunetto et al.<sup>18</sup> analisaram o limiar de variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes obesos e não obesos submetendo-os a um teste de esforço físico máximo (TEF) em esteira ergométrica, utilizando o protocolo de Bruce, adicionando carga a cada 3 minutos. Os resultados demonstram não haver mudanças na modulação autonômica no decorrer do exercício. Isso pode ser visto no quadro 1, que são apresentados os principais artigos sobre modulação autonômica e frequência cardíaca.

**Quadro 1** – Principais artigos sobre modulação autonômica e frequência cardíaca.

Autor	Grupos	Resultado
Brunetto et al. <sup>18</sup>	Obesos e eutróficos submetidos a esforço.	Obesos apresentam maior frequência cardíaca ao atingir o ponto do limiar da VFC.
Araújo et al. <sup>21</sup>	Obesos e eutróficos	PA maior em obesos antes e

	submetidos a esforço. Respostas cardíacas mensuradas antes, durante e após o exercício.	durante o exercício. No pós exercício há retardo na normalização da FC.
Ciolac e Greve. <sup>22</sup>	Mulheres eutróficas, com sobrepeso e obesas pós menopausa submetidas a exercício de musculação.	As com sobrepeso e obesas apresentam respostas de FC afetadas negativamente e pior recuperação de FC pós exercício.
Cibinelo et al. <sup>24</sup>	Crianças de 8-10 anos divididas em obesas, sobrepeso e eutróficas, submetidas a teste de 6 minutos.	Obesas apresentaram maior FC após o teste em relação as eutróficas.
Elsangedy et al. <sup>25</sup>	Mulheres obesas, com sobrepeso e eutroficas, submetidas a teste de caminhada com ritmo selecionado pela percepção de esforço.	Obesas tiveram menor velocidade. Não houve diferenças nos VO <sub>2</sub> e FC entre os grupos.
Rodrigues et al. <sup>29</sup>	Indivíduos com IMC acima de 25 Kg/m <sup>2</sup> com e sem síndrome metabólica, submetidos a teste de esteira.	Indivíduos com síndrome metabólica apresentam maior atividade simpática e menor atividade parasimpática.
Miranda et al. <sup>30</sup>	Adolescentes ativos eutróficos e com sobrepeso, submetidos a treinamento resistido.	Aumento da FC no grupo com sobrepeso logo no primeiro exercício e nos eutróficos apenas no segundo exercício, sem diferenças significativas nos

		valores entre os grupos.
--	--	--------------------------

## **PRESSÃO ARTERIAL**

Um estudo de Miranda et al.<sup>30</sup> averiguou jovens com sobrepeso comparados com jovens eutróficos ativos e não evidenciou diferença significativa no comportamento da pressão arterial em exercícios resistidos. Porém, há trabalhos que analisam as respostas cardíacas em obesos no repouso ou no exercício e observam fatores que influenciam o nível de aumento das respostas cardiovasculares, como por exemplo, os valores antropométricos<sup>21, 28, 30, 31</sup>. Segundo Araújo et al.<sup>21</sup> os altos valores de IMC e a circunferência de cintura estão associados a aumento da pressão arterial. Observando outros estudos, nota-se também que altos valores de estatura, massa corporal e circunferência de cintura estão estreitamente relacionadas com o aumento da demanda cardiovascular ocorrendo maior frequência cardíaca e elevação de pressão arterial<sup>28,30</sup>.

A obesidade também afeta as respostas cardiovasculares quando o indivíduo é submetido a esforço físico, como demonstrado em um estudo de Carletti et al.<sup>26</sup> que submeteu adolescentes com sobrepeso e obesos a ergoespirometria para avaliarem níveis de pressão arterial. O teste foi aplicado até que os indivíduos obesos e com sobrepeso atingissem o volume de oxigênio máximo ( $VO_{2max}$ ), afim de comparar com um grupo eutrófico submetido ao mesmo teste. O estudo constatou que os adolescentes obesos e com sobrepeso apresentaram baixa aptidão física e uma maior demanda cardiovascular no repouso e no esforço máximo. Com isso os grupos obeso e sobrepeso apresentaram maior pressão arterial sistólica (PAS) antes do exercício e ao atingir o esforço máximo. Cibinello et al.<sup>24</sup> também constataram baixa aptidão física em obesos, porém, a amostra analisada foi de crianças de 8 a 10 anos. Esses achados sugerem que a obesidade gera impacto nas capacidades físicas e cardiovasculares mesmo em crianças e adolescentes.

Outro trabalho Kim et al<sup>32</sup>, que dividiram os participantes em grupo controle, obesos não hipertensos, hipertensos não obesos e obesos-hipertensos, os submeteu a exercícios de esteira. Foi averiguado que tempo reduzido na execução do exercício e disfunção diastólica ocorreram no grupo de obesos normotensos, obesos hipertensos e hipertensos não obesos.

Estudo que analisou esforço submáximo em obesos e não obesos utilizando cicloergômetro constatou que as alterações hemodinâmicas foram mais elevadas no grupo dos obesos. Durante a recuperação passiva e ativa a FC foi superior (25%), o débito cardíaco foi superior durante as recuperações ativa (25%) e passiva (26%), a taxa de pressão arterial foi superior nas recuperações ativa (29%) e passiva (25%) e a ejeção do ventrículo esquerdo foi inferior durante as recuperações ativa (12%) e passiva (20%) concluindo que obesos tiveram respostas cardíacas mais elevadas e menor velocidade de recuperação. Porém, atividades submáximas não colocam em risco o funcionamento miocárdico e ação cerebrovascular em obesos<sup>23</sup>.

Em uma análise de respostas cardiovasculares em adolescentes obesos, eutróficos, meninas e meninos, submetidos a esforço submáximo, estavam presentes valores de pressão arterial diastólica (PAD) e FC maiores nos grupos obesos durante o exercício e valores de pressão arterial sistólica (PAS) mais alta no grupo de meninos obesos se comparados com os outros grupos<sup>33</sup>. Os achados no estudo sugerem que obesos apresentam maior PAS, PAD, FC e baixa tolerância ao exercício, porém os valores de PA e FC dos obesos se elevaram dentro dos padrões fisiológicos usuais sem prejudicar a saúde do indivíduo obeso quando exposto a exercícios submáximos<sup>33</sup>. Em estudo feito com outras faixas etárias Battagin et al.<sup>34</sup> analisaram grupos de idosos acima de 60 anos com hipertensão e em sua maioria sobrepeso, com o IMC de em média 28,2 Kg/m<sup>2</sup>, submetidos a treinamento resistido. Observou-se que as elevações pressóricas foram dentro da margem de segurança para todos os segmentos submetidos ao treinamento (flexores de cotovelo, extensores de joelho e abdutores de ombro). Isso pode ser visto no quadro 2, que são apresentados os principais artigos sobre obesidade e impacto nas respostas da pressão arterial no exercício físico.

**Quadro 2** – Principais artigos sobre obesidade e impacto nas respostas da pressão arterial no exercício físico.

Autor	Grupo	Resultados
Carletti et al. <sup>26</sup>	Adolescentes eutróficos, obesos e com sobrepeso submetidos a ergoespirometria	Os grupos obeso e sobrepeso apresentaram maior PAS antes de atingir o esforço máximo no exercício quando comparados com eutróficos.
Kim J et al. <sup>32</sup>	Grupo controle, obesos, hipertensos e obesos\hipertensos submetidos a exercício de esteira.	Os três grupos tiveram tempo inferior na execução do exercício e apresentaram disfunção diastólica, em relação ao grupo controle.
Cavuoto et al. <sup>23</sup>	Obesos e não obesos submetidos a esforço submáximo em cicloergômetro.	Houve alterações hemodinâmicas mais elevadas em obesos durante as recuperações ativas e passivas.
Guimarães et al. <sup>33</sup>	Adolescentes obesos e eutróficos, meninos e meninas, submetidos a esforço submáximo.	Apresentaram PAD e FC mais altas nos grupos dos obesos e PAS mais alta no grupo de meninos obesos, porém dentro dos padrões fisiológicos.
Battagin et al. <sup>34</sup>	Idosos com IMC médio de 28,2 Kg\m <sup>2</sup>	Elevações pressóricas dentro das margens de

	submetidos a treinamento resistido.	segurança.
--	--	------------

## RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS

Foi demonstrado em um estudo que analisou variáveis antropométricas e respostas cardiorrespiratórias em crianças que os valores das variáveis antropométricas estão estreitamente relacionados às respostas cardiorrespiratórias durante o exercício, sendo estatura e massa corporal as principais medidas<sup>31</sup>. Em outro estudo de Todendi et al.<sup>27</sup> foi averiguado risco metabólico em associação com baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória, obesidade e perfil nutricional dos pais. No estudo foi utilizado teste de corrida/caminhada de nove minutos para avaliar a aptidão cardiorrespiratória e no resultado foi demonstrado que inaptos/sobrepeso-obesos e aptos/sobrepeso-obesos apresentavam menor aptidão cardiorrespiratória e maiores riscos metabólicos em relação aos eutróficos aptos e inaptos. Estudo de Massuça e Proença<sup>35</sup>, que averiguou a capacidade aeróbica em adolescentes obesos, concluiu que a alta porcentagem de massa gorda interfere negativamente nas respostas cardiorrespiratórias pelo fato de meninas e meninos obesos apresentarem valores de  $VO_{2max}$  relativo inferiores quando comparados a grupos saudáveis.

Estudo de Brunetto et al.<sup>18</sup> observou que as respostas cardiorrespiratórias que tiveram valores de limiar ventilatório e  $VO_{2pico}$  menores foram detectadas no grupo de obesos quando medidos em  $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ <sup>18</sup>.

A falta de aptidão física é nítida em obesos como demonstrado em estudo de Dolfing et al.<sup>36</sup> em que a fadiga foi uma das principais causas para cessar o exercício por homens e mulheres com obesidade grave e sem doenças cardíacas que foram submetidos a teste de cicloergômetro. Nesse estudo foi utilizado o método de percepção de capacidade máxima de forma subjetiva através da escala de Borg. Após o teste foram analisadas as respostas cardiopulmonares e os resultados demonstram que as mulheres tiveram  $VO_2$

relativo maior que os homens, ou seja, os homens apresentaram menor aptidão física. A suposição é que no homem quantidades grandes de tecido adiposo depositado no corpo geram menos aptidão física. Nos resultados do estudo de Onofre et al.<sup>37</sup> que submeteram obesas a teste de rampa na esteira os motivos de parada foram dispnéia auto relatada, fadiga, FCmax atingida e PAS acima de 220mmHg, nesta ordem. Porém, a dispneia auto relatada foi a principal causa de cessação do teste. Esses achados sugerem que obesos tanto homens como mulheres possuem baixa aptidão física.

Em outro estudo, após submeter mulheres obesas e eutróficas ambas sedentárias a teste de exercício cardiopulmonar e teste de 6 minutos, as medidas do desempenho funcional, que possuem forte ligação com o  $VO_{2\text{pico}}$  relativo atingido no teste funcional, foram significativamente maiores em mulheres eutróficas do que em obesas<sup>38</sup>. Este estudo apresentou resultados que requerem cuidado, pois sabe-se da importância do  $VO_2$  para mensurar saúde e níveis de aptidão cardiorrespiratória. Sendo assim, pessoas obesas precisam tomar cuidado, pois a obesidade parece abaixar os níveis de  $VO_2$ <sup>38,39,40</sup>. Gomes et al.<sup>41</sup> separaram grupos de adolescentes com peso normal e excesso de peso e submeteram à avaliação em esteira aplicando o protocolo de rampa. Os resultados mostraram que o  $VO_2$  relativo em limiar anaeróbico ventilatório e o  $VO_2$  máximo relativo foram maiores no grupo de peso normal comparado ao grupo com excesso de peso. Para a FC não foram encontradas diferenças significativas e a velocidade para atingir limiar anaeróbico ventilatório foi maior no grupo de peso normal do que excesso de peso concluindo que as respostas cardiorrespiratórias em adolescentes com excesso de peso são afetadas negativamente em exercício submáximo quando comparados a adolescentes com peso normal<sup>41</sup>. Isso corrobora como estudo de Carvalho et al.<sup>38</sup> em que no teste de 6 minutos os valores de  $VO_{2\text{pico}}$  relativo no esforço máximo e submáximo foram maiores no grupo eutrófico e menores no grupo de obesos. Isso pode ser visto no quadro 3, que são apresentados os principais artigos sobre obesidade e respostas cardiorrespiratórias.

**Quadro 3** – Principais artigos sobre obesidade e respostas cardiorrespiratórias.

Autor	Grupo	Resultados
Machado et al. <sup>31</sup>	Crianças	Variáveis antropométricas, principalmente estatura e massa corporal, estão ligadas às respostas cardiorrespiratórias.
Todendi et al. <sup>27</sup>	Crianças eutróficas, sobrepeso e obesas aptas ou inaptas e submetidas a teste de caminhada.	Obesos e sobrepesos aptos e inaptos apresentaram menor capacidade cardiorrespiratória e maior risco de desenvolver problemas metabólicos.
Dolfing et al. <sup>36</sup>	Mulheres e homens com obesidade grave submetidos a teste de esforço subjetivo em cicloergômetro.	Homens apresentaram $VO_2$ relativo menor que as mulheres.
Carvalho et al. <sup>38</sup>	Mulheres eutróficas e obesas submetidas a teste de 6 minutos.	As eutróficas apresentaram $VO_{2\text{pico}}$ relativo maior que as obesas.
Gomes et al. <sup>41</sup>	Grupo de peso normal e grupo com excesso de peso submetidos a teste de rampa.	Grupo de peso normal tem limiar anaeróbio ventilatório e $VO_{2\text{max}}$ relativo maior que grupo com excesso de peso.

### **EFEITOS DA REDUÇÃO DE GORDURA NAS RESPOSTAS CARDÍACAS**

Alguns estudos indicam que a diminuição da gordura corporal e indicadores antropométricos são variáveis secundárias para a melhora das respostas



cardíacas em indivíduos obesos principalmente a PA<sup>42,43</sup>, como mostra o estudo de Cerrone et al.<sup>44</sup> que acompanharam um grupo de obesos em terapias interdisciplinares. No estudo foram avaliados massa corporal (MC), IMC, circunferência de cintura (CC), circunferência de quadril (CQ) e também a FC e a PA durante teste de esforço na esteira ergométrica. Após 18 semanas de intervenção as FC e PA diminuíram sendo um resultado positivo, juntamente com o IMC, MC, CC e CQ<sup>44</sup>. Outro estudo de Baynard et al.<sup>45</sup> promoveu uma intervenção de 4 dias por semana com intensidade de 65% do  $VO_{2pico}$  com duração de 30 minutos e, após 9 semanas, o tempo do exercício aumentou para 45 minutos. A intervenção teve duração de 16 semanas e, ao analisar os resultados, nota-se melhora no  $VO_{2pico}$  relativo do grupo que tinha baixa modulação cardiovagal, podendo a melhora cardiorrespiratória ter relação com a perda de peso em pessoas com baixa modulação cardiovagal. Zaar et al.<sup>46</sup> após submeterem indivíduos obesos normotensos, com sobrepeso normotensos e eutróficos normotensos a um programa de treinamento que durou 24 meses constataram diminuição da porcentagem de gordura juntamente com a PA sistólica e diastólica de toda a amostra. Essa alteração da PA não teve relação com o IMC, pois houve aumento de massa magra resultando em um maior IMC. Porém, a redução de PA se relacionou com a diminuição da gordura corporal e a CC, segundo os autores<sup>46</sup>.

Em estudo realizado por Bündchen et al.<sup>47</sup> um grupo experimental de obesos obteve uma perda de peso de 1,6 kg e uma redução significativa na PA, mas os autores não deram o mérito da redução da PA para a perda de peso e sim às modificações fisiológicas ocasionadas pelo exercício.

Em outra análise feita por Reis et al.<sup>43</sup> indivíduos normotensos, hipertensos e hipertensos-diabéticos que fizeram atividade física de forma assídua tiveram diminuição do IMC, CC, PAS e PAD tanto nos normotensos quanto nos hipertensos e hipertenso-diabéticos. Os autores classificam a diminuição das medidas antropométricas como variáveis indiretas na redução da PA e hipertensão arterial sistêmica. Estudo de Barbato et al.<sup>48</sup> também correlacionou a melhora da PA com a redução de gordura e encontrou diminuição da pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca em indivíduos que obtiveram perda de 5% da massa gorda. Isso pode ser visto no quadro 4, que são

apresentados os principais artigos sobre redução de gordura e efeitos nas respostas cardíacas.

**Quadro 4** - Principais artigos sobre redução de gordura e efeitos nas respostas cardíacas.

Autor	Grupo	Resultado
Cerrone et al. <sup>44</sup>	Obesos submetidos a terapia interdisciplinar.	Após 18 semanas de intervenção o IMC, CC e CQ diminuíram juntamente com FC e PA
Baynard et al. <sup>45</sup>	Pessoas com baixa modulação cardiovagal.	Após intervenção de 16 semanas notou melhora no VO <sub>2</sub> pico <sub>(relativo)</sub> .
Zaar et al. <sup>46</sup>	Obesos, sobrepeso hipertensos e normotensos.	Após intervenção de 24 meses houve diminuição de gordura assim como redução da PA.
Bündchen et al. <sup>47</sup>	Obesos	Após intervenção observou uma perda de 1,6 Kg na massa corporal conjuntamente com a redução da PA.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a obesidade e elevadas taxas antropométricas contribuem para uma desregulação do sistema cardíaco. A obesidade atinge negativamente o SNS exacerbando-o o que acaba desencadeando uma série de modificações fisiológicas negativas no indivíduo. Quando analisadas as respostas cardíacas durante e após o exercício físico notam-se alterações em obesos sendo

necessário um maior cuidado na hora de prescrever exercícios para essa população. Entretanto, com o decorrer do tempo, o exercício físico irá alterar de forma positiva os aspectos fisiológicos do obeso, melhorando as respostas cardíacas.

## REFERÊNCIAS

1. Bahia L, Araújo DV. Impacto econômico da obesidade no Brasil. Rev. HUPE [Internet]; 2014 mar [acesso em 2017 Set 20]; 13 (1).
2. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2016. Brasília: O Ministério; 2017. 250 exemplares
- 3 Ministério da saúde. VIGITEL Brasil 2016 Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão [slides] .<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/abril/17/Vigitel.pdf> Brasília: O Ministério; 2017.
- 4 . Conde WL, Borges C. The risk of incidence and persistence of obesity among Brazilian adults according to their nutritional status at the end of adolescence. Rev. bras. epidemiol. [Internet]. 2011 Sep [cited 2017 oct 05]; 14( Suppl 1): 71-79.
5. Negrão CE, Barretto AC. Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata. 3.ed. ,Barueri, SP: Manole; 2010.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa nacional de saúde, Rio de Janeiro, 2013, 26.
7. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica Diretrizes brasileiras de obesidade 2009/2010 / ABESO - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. - 3.ed. - Itapevi, SP : AC Farmacêutica, 2009, 83.

8. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica Diretrizes brasileiras de obesidade 2016 / ABESO - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. – 4.ed. - São Paulo, SP. 2016, 18.
9. Pinheiro AR, Freitas SF, Corso AC. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. Rev. Nutr. [Internet]. 2004 Dec [cited 2017 Sep 20] ; 17( 4 ): 523-533.
10. Oliveira RP, Remor JM, Matsuo AR, Dada RP, Mendes AA, Santos TL et al . Índice de adiposidade visceral como preditor de risco cardiometabólico em crianças e adolescentes. RevBrasMedEsporte [Internet]. 2017 Maio [citado 2017 Out 17] ; 23( 3 ): 222-226.
11. Mello ED. de, Luft VC., Meyer F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes?. J. Pediatr. (Rio J.) [Internet]. 2004 June [cited 2017 Sep 04] ; 80( 3 ): 173-182.
12. Nunes MM, Figueiroa JN, Alves JG. Excesso de peso, atividade física e hábitos alimentares entre adolescentes de diferentes classes econômicas em Campina Grande (PB). Rev. Assoc. Med. Bras. [Internet]. 2007 Apr [cited 2017 Dec 21] ; 53( 2 ): 130-134.
13. Furtado EC, Ramos P, Araújo CG. Medindo a pressão arterial em exercício aeróbico: subsídios para reabilitação cardíaca. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2009 July [cited 2017 Nov 03] ; 93( 1 ): 45-52.
14. Bronzatto HA, Silva RP da, Stein R. Morte súbita relacionada ao exercício. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2001 Oct [cited 2017 Nov 03] ; 7( 5 ): 163-169.
15. Koike DC, Machi JF, Wichi RB. Morte súbita durante o exercício físico. Rev Mackenzie de Ed. Física e Esp. [Internet]. 2008 Mar [acesso 2017 Dec 09] ; 7( 1): 131-135.
16. Sant Anna JM, Carneiro JR, Carvalhal RF, Torres DF, Cruz GG, Quaresma JC et al . Disfunção Autonômica Cardiovascular em Pacientes com Obesidade

Mórbida. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2015 Dec [cited 2017 Sep 09]; 105(6): 580-587.

17. Brunetto AF, Roseguini BT, Silva BM, Hirai DM, Guedes DP. Respostas autonômicas cardíacas à manobra de tilt em adolescentes obesos. Rev. Assoc. Med. Bras. [Internet]. 2005 Oct [cited 2017 Sep 09]; 51(5): 256-260.

18. Brunetto AF, Roseguini BT, Silva BM, Hirai DM, Ronque EV, Guedes DP. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes obesos e não-obesos. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2008 Apr [cited 2017 Oct 08]; 14(2): 145-149.

19. Vanderlei LC, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. Rev Bras Cir Cardiovasc [Internet]. 2009 June [cited 2017 Dec 19]; 24(2): 205-217.

20. Silva-e-Oliveira J, Amélio PM, Abranches IL, Damasceno DD, Furtado F. Variabilidade da frequência cardíaca com base na estratificação de risco para diabetes mellitus tipo 2. Einstein (São Paulo) [Internet]. 2017 June [cited 2017 Dec 19]; 15(2): 141-147.

21. Araújo JA, Tricot GK, Arsa G, Queiroz MG, Santos KM, Dias ARodrigues L et al. Blood pressure and cardiac autonomic modulation at rest, during exercise and recovery time in the young overweight. Motriz: rev. educ. fis. [Internet]. 2016 Mar [cited 2017 Sep 09]; 22(1): 27-34.

22. Ciolac EG, Greve JM. Exercise-induced improvements in cardiorespiratory fitness and heart rate response to exercise are impaired in overweight/obese postmenopausal women. Clinics [Internet]. 2011 [cited 2017 Oct 05]; 66(4): 583-589.

23. Cavuoto LA, Maikala RV (2016) Obesity and the Role of Short Duration Submaximal Work on Cardiovascular and Cerebral Hemodynamics. PLoS ONE [internet]. 2016 apr [acesso 2017 Dez 15] 11(4).

24.Cibinello FU, Pozzo CC, Moura L, SG, Fujisawa DS. TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS: DESEMPENHO DE CRIANÇAS COM EXCESSO DE PESO. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2017 Apr [cited 2017 Oct 12]; 23( 2 ): 142-146.

25.Elsangedy HM, Krinski K, Buzzachera CF, Nunes RF, Almeida FA, Baldari C et al .Respostas fisiológicas e perceptuais obtidas durante a caminhada em ritmo autosselecionado por mulheres com diferentes índices de massa corporal. RevBrasMedEsporte [Internet]. 2009 Aug [cited 2017 Dec 09]; 15( 4 ): 287-290.

26.Carletti L, Rodrigues AN, Perez AJ, Vassallo DV. Resposta da pressão arterial ao esforço em adolescentes: influência do sobrepeso e obesidade. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2008 July [cited 2017 Sep 09]; 91( 1 ): 25-30. Disponível em:

27.Todendi PF, Valim AR, Reuter CP, Mello ED, Gaya AR, Burgos MS. Metabolic risk in schoolchildren is associated with low levels of cardiorespiratory fitness, obesity, and parents' nutritional profile>. J. Pediatr. (Rio J.) [Internet]. 2016 Aug [cited 2017 Oct 06]; 92( 4 ): 388-393.

28. Machado FA, Denadai BS. Influência das variáveis antropométricas nas respostas cardiorrespiratórias de crianças durante o esforço. Rev. bras. cineantropom. desempenho hum. (Online) [Internet]. 2011 Oct [cited 2017 Dec 18]; 13( 5 ): 378-383.

29. Miranda JM, Dias LC, Mostarda CT, Angelis K, Figueira JA, Wichi RB. Efeito do treinamento de força nas variáveis cardiovasculares em adolescentes com sobrepeso. RevBrasMedEsporte [Internet]. 2014 Abr [citado 2017 Dez 17]; 20( 2 ): 125-130.

30. Jardim PC, Gondim MR, Monego ET, Moreira HG, Vitorino PV, Souza WK et al . Hipertensão arterial e alguns fatores de risco em uma capital brasileira. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2007 Apr [cited 2017 Dec 10]; 88( 4 ): 452-457.

31. Rodrigues JA, Ferrari GD, Fernandes IA, Ferezin LP, Trapé AA, Bueno JC. Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com síndrome metabólica. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2017 Maio [citado 2017 Dez 12]; 23(3): 208-212.
32. Kim J, Kim MG, Kang S, Kim BR, Baek MY, Park YM, Shin MS. Obesity and Hypertension in Association with Diastolic Dysfunction Could Reduce Exercise Capacity. Circ. Core J. [internet] 2016 May [acesso 2018 jan 06]; 46(3): 394-401.
33. Faria AG, Ribeiro MA, Marson FA, Schivinski CI, Severino SD, Ribeiro JD et al. Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. J. Pediatr. (Rio J.) [Internet]. 2014 June [cited 2017 Oct 11]; 90(3): 242-249.
34. Battagin AM, Dal Corso S, Soares CL, Ferreira S, Leticia A, Souza C et al. Respuesta presórica después de ejercicio de resistencia de diferentes segmentos corporales en hipertensos. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2010 Sep [cited 2017 Dec 18]; 95(3): 405-411.
35. Massuça L, Proença J. A massa gorda de risco afeta a capacidade aeróbia de jovens adolescentes. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2013 Dez [citado 2017 Dez 16]; 19(6): 399-403.
36. Dolfing JG, Dubois EF, Wolffenbuttel BH, Hoor-Aukema NM, Schweitzer DH. Different Cycle Ergometer Outcomes in Severely Obese Men and Women Without Documented Cardiopulmonary Morbidities Before Bariatric Surgery. Chest [Internet]. 2005 Jul [acesso em 2017 Dez 26]; 128(1): 256-62.
37. Onofre T, Oliver N, Carlos R, Felismino A, Corte RC, Silva E, et al. Inclinação de eficiência de absorção de oxigênio como uma medida útil da aptidão cardiorrespiratória em mulheres com obesidade mórbida. PLoS ONE [Internet]; 2017 abr [acesso em 2017 Dez 25]; 12(4), 1-13.
38. Carvalho LP, Di Thommazo-Luporini L, Aubertin-Leheudre M, Bonjorno JC,

Oliveira CR, Luporini RL et al. Prediction of Cardiorespiratory Fitness by the Six-Minute Step Test and Its Association with Muscle Strength and Power in Sedentary Obese and Lean Young Women: A Cross-Sectional Study. PLoS ONE [Internet] 2015 Dez [acesso em 2017 Dez 25]; 10(12), 1-16.

39. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2010 [cited 2017 Oct 15]; 95( 5 Suppl 1 ): 1-26. Disponível em:

40. Diretriz de Reabilitação Cardíaca. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2005 May [cited 2017 Oct 15]; 84( 5 ): 431-440.

41. Gomes K B, Carletti L, Perez AJ. Desempenho em teste cardiopulmonar de adolescentes: peso normal e excesso de peso. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2014 June [cited 2018 Jan 07]; 20( 3 ): 195-199.

42. Pontes JF, Prestes J, Leite RD, Rodriguez D. Influência do treinamento aeróbio nos mecanismos fisiopatológicos da hipertensão arterial sistêmica. Rev. Bras. Ciênc. Esporte (Impr.) [Internet]. 2010 Dec [cited 2017 Dec 08]; 32( 2-4 ): 229-244.

43. Reis SM, Ferreira VR, Prado FL, Lopes AM. Análise da resposta pressórica mediante exercício físico regular em indivíduos normotensos, hipertensos e hipertensos-diabéticos. Rev. bras. Cardiol. [Internet]. 2012 ago [acesso em 2018 Jan 03]; 25(4): 290-298.

44. Cerrone LA, Poli VF, Sanches RB, Andrade-Silva SG, Fidalgo JP, Nascimento MA et al. Interdisciplinary Therapy and Decrease of Cardiovascular Overload in Obese Patients. Int. J. Cardiovasc. Sci. [Internet]. 2017 Jun [citado 2017 Dez 01]; 30( 2 ): 128-135.

45. Baynard T, Goulopoulou S, Sosnoff RF, Fernhall B, Kanaley JA. Cardiovagal Modulation and Efficacy of Aerobic Exercise Training in Obese



Individuals. Med. Scien. Sport. Exer. [Internet]; 2014 Fev [acesso em 2018 jan 05]; 46(2): 369–375.

46.Zaar A, Reis VM, Sbardelotto ML. Efeitos de um programa de exerciciosfisicos sobre a pressao arterial e medidas antropometricas. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2014 Fev [citado 2017 Dez 16] ; 20( 1 ): 13-16.

47.Bündchen DC, Panigas CF, Dipp T, Panigas TF, Richter CM, Belli KC et al .Ausencia de influencia de la masa corporal en La reducción de lapresión arterial después del ejercicio físico. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2010 May [cited 2017 Dec 07] ; 94( 5 ): 678-683.

48.Barbato KB, Martins RC, Rodrigues ML, Braga JU, Francischetti EA, Genelhu V. Efeitos da redução de peso superior a 5% nos perfis hemodinâmico, metabólico e neuroendócrino de obesos grau I. Arq. Bras. Cardiol. [Internet]. 2006 July [cited 2018 Jan 14] ; 87( 1 ): 12-21.