



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 10, pp. 59586-59593, October, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25489.10.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## OBESIDADE E TOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

<sup>1,\*</sup>Thúlio Nilson do Nascimento Pereira, <sup>2</sup> Roberta Cristiane Torres da Silva, <sup>3</sup> Beatriz Paz do Nascimento Soares, <sup>4</sup>Anna Myrna Jaguaribe de Lima <sup>5</sup>Anísio Francisco Soares

<sup>1</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal-DMFA; Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP: 52.171-900, Dois Irmãos, Recife /PE, Brasil; <sup>2</sup>Departamento de Fisioterapia - DEFISIO Universidade Federal de Pernambuco - UFPE Av. Prof. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-901, Cidade Universitária, Recife/PE, Brasil; <sup>3</sup>Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal-DMFA; Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP: 52.171-900, Dois Irmãos, Recife /PE, Brasil; <sup>4</sup>Docente do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal - DMFA; Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP: 52.171-900, Dois Irmãos, Recife /PE, Brasil; <sup>5</sup>Docente do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal - DMFA; Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal - PPGBA da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP: 52.171-900, Dois Irmãos, Recife /PE, Brasil

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 17<sup>th</sup> August, 2022

Received in revised form

07<sup>th</sup> September, 2022

Accepted 20<sup>th</sup> September, 2022

Published online 30<sup>th</sup> October, 2022

#### Key Words:

Capacidade Cardiovascular; Capacidade de exercício; Capacidade Funcional; Obesos.

#### \*Corresponding author:

Thúlio Nilson do Nascimento Pereira

### ABSTRACT

A obesidade se caracteriza pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo em um nível que compromete a saúde. Esta condição tem consequências sistêmicas, e pode afetar a tolerância ao exercício destes indivíduos. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a influência da obesidade na tolerância ao exercício. Foi realizada uma busca nas bases de dados Pubmed e Scielo utilizando os descritores: Obesity AND Exercise tolerance; Obesity AND Exercise Capacity; Obesity AND Functional Capacity; Obesity AND Cardiovascular Capacity. Foram incluídos apenas artigos de pesquisa realizados com seres humanos, entre o período de janeiro de 2000 até agosto de 2022. Foram encontrados 149 artigos na base de dados Pubmed e 118 artigos na base de dados Scielo, a partir do critério de categorização, análise dos títulos e resumos, foram incluídos 15 artigos da base de dados Pubmed e 13 artigos da base de dados Scielo. Os artigos abordavam a relação da obesidade com crianças e adolescentes, população adulta, indivíduos com apneia obstrutiva do sono, sarcopenia, doença pulmonar obstrutiva crônica, doença arterial coronariana e síndrome pós COVID-19 buscando investigar se a obesidade influenciaria na tolerância ao exercício nessas populações. Crianças e adolescentes obesos mostraram menor tempo de exercício e variáveis cardiorrespiratórias mais elevadas (n= 2721). Mulheres com obesidade tiveram desempenho nos testes de avaliação da capacidade funcional de exercício menor que os de homens com obesidade (n= 561). Foi identificado que a obesidade associada a outros problemas de saúde causa uma perda acentuada no condicionamento físico e na tolerância ao exercício (n= 5350).

Copyright © 2022, Thúlio Nilson do Nascimento Pereira, et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Thúlio Nilson do Nascimento Pereira, Roberta Cristiane Torres da Silva, Beatriz Paz do Nascimento Soares, Anna Myrna Jaguaribe de Lima, Anísio Francisco Soares. "Obesity and exercise tolerance: a literature review", *International Journal of Development Research*, 12, (10), 59586-59593.

## INTRODUCTION

A obesidade se caracteriza pelo acúmulo anormal de gordura corporal, esta condição pode trazer sérios problemas de saúde. A obesidade envolve diversos fatores, de forma primordial, o desequilíbrio energético entre calorias ingeridas e gastas, decorrente, principalmente, de grandes alterações no estilo de vida das pessoas (GODINHO DE SÁ *et al.*, 2017).

Isto se refere aos hábitos alimentares inadequados como o consumo excessivo de alimentos ricos em gordura saturada e de bebidas hipercalóricas. Outro fator agravante, são os baixos níveis de atividade física e o comportamento sedentário, proporcionado pelo comodismo e pelas facilidades trazidas pelo avanço tecnológico (fatores ambientais) também contribuem para o ganho de peso (SILVA *et al.*, 2018). O excesso de peso contribui para alterações no fluxo ventilatório, ocasionando distúrbios restritivos e diminuição da

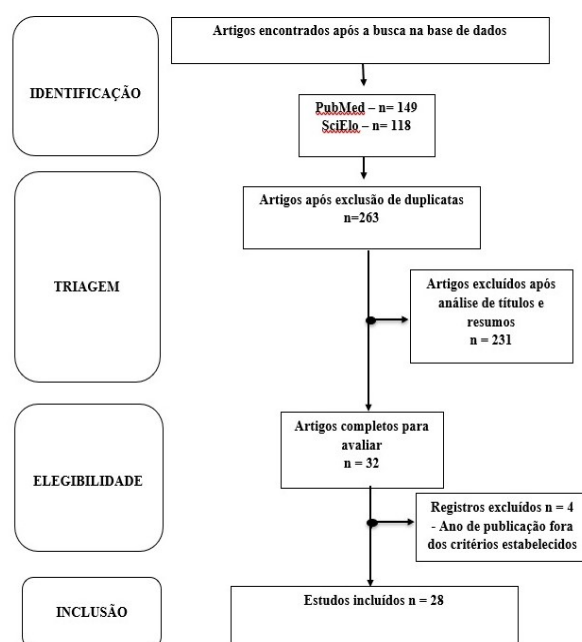
tolerância ao exercício, fato que, em consonância a outros fatores determinantes, favorece a morbidade e mortalidade (SONEHARA *et al.*, 2017). As modificações na mecânica respiratória do obeso resultam em redução dos volumes e capacidades pulmonares, principalmente do volume de reserva expiratório e da capacidade residual funcional. Do ponto de vista mecânico, o excesso de tecido adiposo promove uma compressão sobre o diafragma, pulmões e caixa torácica, levando a uma insuficiência pulmonar restritiva. A obesidade causa ainda diminuição da complacência total do sistema respiratório e aumento da resistência pulmonar. A ineficácia dos músculos respiratórios reduz a força muscular e a *endurance* desses músculos, quando comparadas às de indivíduos não obesos. Assim, é gerada uma sobrecarga inspiratória, aumentando o trabalho respiratório, o consumo de oxigênio e o custo energético da respiração, diminuindo a tolerância ao exercício nestes indivíduos (PAISANI *et al.*, 2005). Por definição, a tolerância ao exercício, a capacidade funcional e a capacidade funcional de exercício são geralmente consideradas sinônimos e implicam dizer que um teste de exercício máximo foi realizado e obtido o esforço máximo do indivíduo. A capacidade funcional é a aptidão do indivíduo de realizar trabalho aeróbico, sendo obtida pelo consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx), ou seja, o produto do débito cardíaco máximo pela diferença arteriovenosa de oxigênio máxima na exaustão física. O VO<sub>2</sub>máx e a aptidão cardiorrespiratória são fatores determinantes do desempenho físico aeróbico dos indivíduos. (ARENA *et al.*, 2007; LUNDBY *et al.*, 2017). A obesidade é um quadro patológico associado a várias condições que afetam a tolerância ao exercício, entre elas, a insuficiência cardíaca e os problemas ortopédicos relacionados ao trabalho de movimentar o corpo e dificuldades mecânicas na realização de exercícios. A obesidade é um fator potencializador na redução da capacidade funcional do exercício, resultando em maior risco cardiovascular. (PIEPOLI *et al.*, 2016; DE CARVALHO *et al.*, 2018). Além disso, Ferreira (2016) aponta a baixa capacidade oxidativa do músculo esquelético do obeso como um dos fatores responsáveis pela intolerância ao exercício físico. Os músculos esqueléticos dos obesos possuem elevada proporção de fibras musculares glicolíticas rápidas do tipo II e baixa parcela de fibras musculares oxidativas do tipo I, assim, a fraqueza muscular periférica promoveria um prejuízo na capacidade funcional dos indivíduos com excesso de peso. Além do que, a redução do *endurance* muscular de quadríceps em obesos foi apontada em seu estudo como o principal fator associado à intolerância ao exercício. Portanto, o presente manuscrito tem como objetivo realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a influência da obesidade na tolerância ao exercício.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma busca nas bases de dados Pubmed e Scielo utilizando os descritores: Obesity AND Exercise tolerance; Obesity AND Exercise Capacity; Obesity AND Functional Capacity; Obesity AND Cardiovascular Capacity. Foram encontrados 118 artigos na base de dados Scielo e 149 artigos na base de dados Pubmed. A categorização e seleção dos artigos aconteceu a partir da leitura dos títulos e resumos dos artigos. Foram incluídos apenas artigos de pesquisa realizadas com seres humanos, entre o período de janeiro de 2000 até agosto de 2022 que abordaram a influência da obesidade na tolerância ao exercício. Após a leitura dos títulos e resumos foi realizada a exclusão de artigos duplicados e os artigos que não abordavam a influência da obesidade na tolerância ao exercício (Figura 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 149 artigos na base de dados Pubmed e 118 artigos na base de dados Scielo, a partir do critério de categorização, análise dos títulos e resumos, foram incluídos 15 artigos da base de dados Pubmed e 13 artigos da base de dados Scielo. Na tabela 1 podemos observar diversos estudos envolvendo indivíduos com obesidade.



**Figura 1. Fluxograma ilustrando processo de categorização dos artigos que foram incluídos e excluídos na revisão. Fonte: Autores deste artigo**

Alguns estudos envolveram apenas crianças e adolescentes obesos, outros foram realizados apenas com mulheres e outros que envolveram a população obesa de forma geral. Também foram analisados artigos que envolviam obesos mórbidos e artigos que estudaram a relação da obesidade e outras doenças associadas, todos os artigos analisados propuseram analisar a influência da obesidade sobre a tolerância ao exercício. A tabela 1 mostra os autores, o país onde o estudo aconteceu, o ano de publicação, a amostra envolvida e o desfecho do estudo. Em estudos realizados com crianças e adolescentes obesas de diferentes idades, mostraram resultados semelhantes, identificando que a obesidade piora a tolerância ao exercício. (PASCHOAL *et al.* 2009; BURGOS *et al.* 2010; MUÑOZ COFRÉ *et al.* 2019; FARIA *et al.* 2014; MASSUÇA & PROENÇA 2013; AXLEY *et al.* 2016).

Apenas um estudo mostrou um resultado diferente, identificando que a obesidade não piora a capacidade funcional de crianças e adolescentes (CIBINELLO *et al.* 2017). Paschoal *et al.* (2009) realizaram seu estudo com a participação de 30 crianças, de ambos os sexos, com idades entre 9 e 11 anos, divididas em dois grupos: grupo 1 (15 crianças obesas) e grupo 2 (15 crianças não-obesas). As crianças realizaram o protocolo de esforço incremental submáximo, realizando um teste em esteira rolante. Todas as crianças deveriam atingir a FC submáxima calculada por meio da fórmula:  $FC_{submax} = 195 - idade$ . O estudo mostrou que as crianças obesas tinham uma grande redução da capacidade física quando comparadas às crianças não-obesas. Burgos *et al.* (2010) realizaram seu estudo com o objetivo de verificar a presença de fatores de risco cardiovasculares (obesidade e hipertensão arterial) e suas possíveis interações com a capacidade cardiorrespiratória. A pesquisa envolveu 1.666 estudantes, de ambos os sexos, com idades entre 7 e 17 anos. Para a avaliação da capacidade cardiorrespiratória, foi utilizado o teste de resistência geral, por meio do teste de corrida/caminhada de 9 minutos, para avaliar a distância percorrida. Os resultados do estudo demonstraram uma associação entre o sobrepeso e a obesidade com uma capacidade cardiorrespiratória ruim. Axley *et al.* (2016) realizaram um estudo nos Estados Unidos que envolveu 50 crianças participantes de um programa multidisciplinar para obesidade com crianças entre 8 e 12 anos, de ambos os sexos, com graus diferentes de obesidade. O objetivo do estudo foi investigar a relação entre a relação circunferência-estatura e a capacidade funcional de exercício. Para avaliação da capacidade funcional de exercício foi utilizado o teste de caminhada de 6 minutos.

**Tabela 1. Artigos selecionados para elaboração da revisão sobre a influência da obesidade na tolerância ao exercício.**

Autor/Ano/País	População/Amostra	Resultados/Conclusão
Serés <i>et al.</i> (2003) Espanha	31 pacientes com obesidade mórbida e 30 indivíduos com peso normal	Os pacientes obesos apresentaram consumo de oxigênio, frequência cardíaca frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e ventilação por minuto significativamente maior que o grupo controle, com duração de teste mais curta.
Faintuch <i>et al.</i> (2004) Brasil	46 indivíduos adultos candidatos a cirurgia bariátrica	A obesidade afetou consideravelmente a tolerância ao exercício, resultando em uma diminuição da capacidade de exercício e em um custo metabólico elevado.
Gunstad <i>et al.</i> (2007) Estados Unidos	388 pacientes em reabilitação cardíaca foram categorizados em peso normal, sobrepeso, obeso classe I e grupos obesos classes II/III.	Os obesos classes II/III apresentaram menor capacidade de trabalho e qualidade de vida física. Indivíduos obesos classe II/III também apresentaram menores ganhos na capacidade de trabalho após o programa de reabilitação cardíaca.
Orsi <i>et al.</i> (2008) Brasil	90 mulheres adultas com idade entre 40 e 60 anos, alocadas em três grupos de acordo com a classificação do índice de massa corporal: eutróficas (n=30), sobrepeso (n=30) e obesas (n=30)	As mulheres obesas apresentaram redução da aptidão física e da capacidade funcional em relação às eutróficas e com sobrepeso
Paschoal <i>et al.</i> (2009) Brasil	30 crianças com idades entre 9 e 11 anos, divididas em dois grupos: crianças obesas (n=15) e crianças não-obesas (n=15)	A obesidade infantil promoveu modificações no controle autonômico cardíaco na posição bípede e reduziu a capacidade física.
Fornitano & Godoy (2010) Brasil	290 pacientes com obesidade mórbida e 327 pacientes com sobrepeso.	Os indivíduos obesos apresentaram valores significativamente menor de tempo de exercício, frequência cardíaca máxima e valores de equivalentes metabólicos.
Burgos <i>et al.</i> (2010) Brasil	1.666 escolares, com idades entre 7 e 17 anos, 873 do sexo masculino e 793 do sexo feminino.	Foi identificada uma associação entre hipertensão, obesidade e capacidade cardiorrespiratória.
Martin <i>et al.</i> (2012) Canadá	3997 pacientes com doença arterial coronariana	Os pacientes obesos têm um condicionamento básico inferior quando comparados com indivíduos de peso normal e a longo prazo são mais propensos a perder os ganhos de condicionamento físico obtidos no programa de treinamento.
Thommazo-Luporini <i>et al.</i> (2012) Brasil	29 mulheres com idades entre 20 e 45 anos, alocadas em dois nos grupos: obesidade (n=14) e eutróficas (n=15)	As mulheres obesas apresentaram maiores valores de consumo absoluto de oxigênio, ventilação-minuto e pressão arterial sistólica e diastólica; ainda apresentaram menor velocidade de caminhada, distância percorrida e consumo de oxigênio relativo, quando comparadas com as eutróficas.
Massuca & Proença (2013) Portugal	621 estudantes do ensino secundário	Independentemente do sexo, a porcentagem de gordura e a idade cronológica têm um efeito significativo sobre a capacidade aeróbia. Em jovens adolescentes, com porcentagem de gordura de risco, a redução da porcentagem de gordura para níveis saudáveis resulta na melhoria da capacidade aeróbia.
Canepa <i>et al.</i> (2013) Estados Unidos	88 indivíduos obesos e 154 não obesos pacientes da clínica Johns Hopkins Hospital	A obesidade foi associada à redução do tempo de exercício e capacidade de exercício e o IMC se correlacionou independentemente com a redução da tolerância ao exercício.
Gadelha <i>et al.</i> (2014) Brasil	137 mulheres idosas	Não há associação entre as classificações estudadas de sarcopenia e obesidade sarcopênica com os testes funcionais. A força muscular apresenta relação positiva com o desempenho funcional de idosas.
Rodríguez <i>et al.</i> (2014) Espanha	251 pacientes com DPOC obesos e não obesos	O resultado do teste de teste para avaliar a capacidade funcional do exercício mostrou uma relação inversa com o IMC. Pacientes com DPOC obesos e não obesos apresentam diferentes determinantes da capacidade aeróbica, incluindo fatores pulmonares e não pulmonares que também são dependentes do tipo de protocolo de exercícios.
Faria <i>et al.</i> (2014) Brasil	92 adolescentes (47 obesos e 45 eutróficos), divididos em quatro grupos de acordo com a obesidade e sexo.	Adolescentes obesos apresentam alterações da função pulmonar no repouso e que não se alteram com o exercício. Os valores das variáveis espirométricas e cardiorrespiratórias foram diferentes nos quatro grupos estudados. Os resultados mostram que além de diferenças no crescimento pulmonar o modelo de distribuição de gordura pode alterar a função pulmonar diferentemente em meninas e meninos obesos.

Continue ....

Axley <i>et al.</i> (2016) Estados Unidos	50 crianças de 8 a 12 anos com obesidade abdominal	A razão circunferência-estatura foi correlacionada com o desempenho das crianças no teste de caminhada de 6 minutos, medida utilizada para avaliação da tolerância ao exercício.
Tamura <i>et al.</i> (2017) Brasil	39 indivíduos candidatos a cirurgia bariátrica	A obesidade levou a perda significativa da capacidade física, comprometimento da marcha, sintomas relacionados a problemas no joelho e um impacto negativo na qualidade de vida.
Cibinello <i>et al.</i> (2017) Brasil	226 crianças entre 8 e 10 anos foi dividida em três grupos (eutrófico, sobrepeso e obeso)	Não houve diferença no desempenho do teste de caminhada de 6 minutos entre crianças eutróficas, com sobrepeso e obesas. Porém, a frequência cardíaca final do teste foi significativamente maior entre as crianças com excesso de peso
Carvalho <i>et al.</i> (2018) Brasil	24 indivíduos não obesos, 19 obesos metabolicamente saudáveis e 23 obesos metabolicamente não saudáveis	A obesidade prejudica as respostas aeróbias e hemodinâmicas ao exercício. Nos obesos jovens adultos com risco metabólico foi observado um impacto negativo na variabilidade de frequência cardíaca geral, na atividade parassimpática e na complexidade da variabilidade de frequência cardíaca.
De Carvalho <i>et al.</i> (2018) Brasil	232 mulheres com idade média de $55,6 \pm 5,2$ anos, dessas, 90 foram diagnosticadas com apneia obstrutiva do sono (AOS) e 76 com obesidade	A obesidade sem AOS foi associada com baixa capacidade de exercício enquanto a presença de AOS sem obesidade não foi. No entanto, a coexistência de obesidade e AOS aumentou acentuadamente a chances de redução na capacidade de exercício.
Jung <i>et al.</i> (2019) Coreia do Sul	733 indivíduos saudáveis que realizaram check-ups de saúde em um hospital terciário na Coreia. Todos os participantes foram categorizados em quatro grupos: não obesos sem sarcopenia, não obesos com sarcopenia, obesos sem sarcopenia e obesos com sarcopenia.	A obesidade sarcopênica foi associada à função diastólica prejudicada e diminuição da capacidade de exercício, sugerindo um possível mecanismo pelo qual a obesidade sarcopênica contribui para o desenvolvimento de insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada.
Passos <i>et al.</i> (2019) Brasil	39 mulheres sedentárias, com idades entre 45 e 60 anos, divididos em 4 grupos: eutrófico sem AOS, eutrófico com AOS, obesidade sem AOS e obesidade com AOS.	A obesidade de forma isolada e a obesidade associada à AOS, pode afetar negativamente a qualidade do sono e função pulmonar. No entanto, a tolerância ao exercício não foi modificada por nenhum desses distúrbios na população avaliada
Muñoz Cofré <i>et al.</i> (2019) Chile	36 crianças divididas em peso normal ( $n=18$ ) e obeso ( $n=18$ ).	As crianças obesas apresentaram menor capacidade residual funcional em relação ao peso normal, o que, por sua vez, estava relacionado a relação cintura-quadril.
Moreira <i>et al.</i> (2021) Brasil	30 participantes, distribuídos em dois grupos: obeso ( $36 \pm 13$ anos) e eutrófico ( $31 \pm 9$ anos)	Os indivíduos obesos apresentaram pico de fluxo expiratório reduzido e percorreram menor distância no teste de caminhada de 6 minutos com maior pressão arterial e maior percepção de esforço quando comparados aos eutróficos.
Valdebenito <i>et al.</i> (2021) Chile	34 mulheres com comportamento sedentário (18-25 anos), divididas em 2 grupos de acordo com seu percentual de gordura corporal.	A capacidade cardiorrespiratória máxima foi diferente entre o grupo de menor risco metabólico quando comparado ao grupo de maior risco metabólico.
Ricci <i>et al.</i> (2021) Brasil	44 indivíduos com obesidade com idade de 18 a 50 anos	A obesidade e suas deficiências metabólicas são capazes de influenciar as respostas ao exercício.
Jung <i>et al.</i> (2021) Coreia do Sul	736 indivíduos saudáveis, sem doenças cardiovasculares conhecidas, divididos em 4 grupos de acordo com o sexo e obesidade.	A obesidade foi associada a uma menor capacidade de exercício em mulheres, mas não em homens. Mulheres sem obesidade tiveram resultados semelhantes a homens com obesidade e mulheres com obesidade tiveram resultados piores que os homens com obesidade.
Mcneill <i>et al.</i> (2021) Estados Unidos	695 pacientes do Massachusetts General Hospital	As vias inflamatórias relacionadas à obesidade foram associadas com a baixa capacidade de exercício e disfunção vascular pulmonar
Lacavalerie <i>et al.</i> (2022) França	51 pacientes diagnosticados com Síndrome pós-COVID-19 crônica	Pacientes obesos foram mais propensos a ter limitação pulmonar e comprometimento das trocas gasosas pulmonares durante o exercício em comparação com pacientes não obesos.

Os autores compararam os resultados do teste de caminhada de 6 minutos obtidos pelas crianças do estudo com resultados encontrados em outros estudos que também utilizaram o teste de caminhada, porém em uma população de crianças não-obesas. A comparação mostrou que as crianças obesas tiveram um resultado significativamente menor que as crianças não-obesas em relação à distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos. Os autores também correlacionaram a razão da circunferência-estatura com o desempenho das crianças no teste de caminhada de 6 minutos, medida utilizada para avaliação da tolerância ao exercício. Massuca & Proença (2013) realizaram um estudo em Portugal que envolveu 621 estudantes, de ambos os sexos, com idade entre 14 e 17 anos. O objetivo do estudo foi estudar o comportamento do sexo e os efeitos da idade cronológica e da massa gorda sobre a capacidade aeróbia de jovens adolescentes. Os adolescentes passaram por uma avaliação antropométrica e por uma avaliação da capacidade aeróbia. A avaliação da capacidade aeróbia ocorreu através do teste aeróbio de corrida vai-e-vem de 20 m. Os autores afirmam que independentemente do sexo, a porcentagem de gordura e a idade cronológica têm um efeito significativo sobre a capacidade aeróbia dos adolescentes estudados. Afirmam também que em jovens adolescentes, com porcentagem de gordura de risco, a redução da porcentagem de gordura para níveis saudáveis resultaria na melhoria da capacidade aeróbia. Um estudo realizado no Chile por Muñoz Cofré *et al.* (2019) incluiu 36 crianças de 6 a 12 anos, de ambos os sexos, divididas em dois grupos: obesas e não-obesas. O objetivo da pesquisa foi determinar a relação entre o índice de massa corporal, relação cintura-quadril e capacidade residual funcional em crianças obesas de 6 a 12 anos na cidade de Talca, Chile.

As crianças foram submetidas a uma avaliação antropométrica e a testes para a avaliação da função pulmonar. Os resultados mostraram que as crianças obesas apresentaram menor capacidade residual funcional em relação ao peso normal, o que, por sua vez, estava relacionado à relação cintura-quadril. Faria *et al.* (2014) realizaram um estudo transversal com 92 adolescentes, com idade entre 10 e 17 anos, divididos em quatro grupos de acordo com o índice de massa corporal (IMC) e sexo: grupo 1 com 23 meninos obesos; grupo 2 com 24 meninas obesas; grupo 3 com 21 meninos eutróficos; grupo 4 com 24 meninas eutróficas, os adolescentes foram recrutados do Ambulatório Pediátrico de Obesidade do Hospital Universitário da Unicamp. A pesquisa teve o objetivo de verificar a resposta da função pulmonar ao exercício em adolescentes obesos, não mórbidos, nos diferentes gêneros. Os adolescentes foram submetidos a uma avaliação antropométrica e a um teste de esforço submáximo em esteira. Os valores basais de pressão arterial, frequência cardíaca dos grupos obesos foram maiores e a saturação do oxigênio menor do que os dos grupos não obesos. Os valores de saturação foram menores nos obesos durante o exercício. Os valores mostraram diferenças entre os grupos e pelo tempo. Os adolescentes obesos apresentam alterações da função pulmonar no repouso e que não se alteram com o exercício. Os valores das variáveis espirométricas e cardiopulmonares foram diferentes nos quatro grupos estudados. Os resultados mostram que além de diferenças no crescimento pulmonar o modelo de distribuição de gordura pode alterar a função pulmonar de forma diferente em meninas e meninos obesos.

O estudo transversal de Cibinello *et al.* (2017) avaliou crianças saudáveis, de ambos os sexos, na faixa etária entre 8 e 10 anos. A amostra foi constituída de 226 crianças de cinco escolas da cidade de Londrina-PR-BR. Para a avaliação da capacidade funcional das crianças foi utilizado o teste de caminhada de 6 minutos. Os resultados da pesquisa não mostraram diferenças estatísticas no desempenho do teste de caminhada entre as crianças não-obesas, com sobrepeso e com obesidade, tanto na distância percorrida quanto na porcentagem do predito para a criança. Não foram identificadas limitações na capacidade funcional do esforço físico. Os autores afirmam que esse resultado pode estar relacionado à faixa etária da amostra estudada e que a obesidade ainda pode não ter influenciado o desempenho no teste. Afirmam ainda que apesar de não haver diferença de desempenho no teste de caminhada, a resposta ao exercício acontece de maneira diferente nas crianças com sobrepeso e

obesas, pois, a frequência cardíaca final do teste foi, significativamente, maior entre as crianças com excesso de peso. Estudos em adultos demonstram que os determinantes da obesidade são diferentes para homens e mulheres (GIGANTE *et al.* 1997), com isso, alguns autores resolvem estudar essas populações de forma individualizada. Pesquisas envolvendo apenas mulheres obesas, com idades variadas e condições de saúde diferentes trazem resultados divergentes (VALDEBENITO *et al.* 2021; THOMMAZO-LUPORINI *et al.* 2012; PASSOS *et al.* 2019; GADELHA *et al.* 2014; DE CARVALHO *et al.* 2018; ORSI *et al.* 2008). O estudo realizado por Valdebenito *et al.* (2021) com o objetivo de examinar como a taxa máxima de oxidação de gordura é afetada em dois grupos de mulheres com diferentes porcentagens de gordura. A pesquisa envolveu 34 mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 25 anos, que foram divididas em dois grupos: obesas e não-obesas. As participantes da pesquisa também foram submetidas a realização de um teste de esforço em uma esteira para determinar o consumo máximo de oxigênio e as taxas de oxidação de gordura durante o exercício. As mulheres obesas mostraram uma capacidade cardiopulmonar menor em relação às mulheres não obesas. Este resultado corrobora com os achados dos estudos de Thommazo-Luporini *et al.* (2012), De Carvalho *et al.* (2018) e Orsi *et al.* (2008) que demonstram através dos seus resultados que a obesidade afeta a tolerância ao exercício das suas populações. Thommazo-Luporini *et al.* (2012) realizaram um estudo com o objetivo analisar e comparar as respostas cardiopulmonares, metabólicas e perceptivas durante um teste de exercício cardiopulmonar e um teste de caminhada de seis minutos em esteira em mulheres obesas e eutróficas. A pesquisa envolveu 29 mulheres com idades entre 20 e 45 anos, 14 foram alocadas no grupo obeso e 15 no grupo eutrófico.

Foram realizadas medidas antropométricas e avaliação da composição corporal. As mulheres obesas apresentaram maiores valores de consumo absoluto de oxigênio, ventilação por minuto e pressão arterial sistólica e diastólica também apresentaram menor velocidade de caminhada, distância percorrida e consumo de oxigênio relativo, quando comparadas com as eutróficas. O estudo de De Carvalho *et al.* (2018) tinha o objetivo de avaliar a associação entre apneia obstrutiva do sono (AOS) e capacidade de exercício em mulheres de meia idade. A pesquisa envolveu 232 mulheres com idade média de  $55,6 \pm 5,2$  anos, dessas, 90 foram diagnosticadas com apneia obstrutiva do sono (AOS) e 76 com obesidade. Todas as mulheres foram submetidas ao teste ergométrico utilizando os protocolos de Bruce ou Bruce modificado com equipamento padrão. Os resultados mostraram que a obesidade sem AOS foi associada com baixa capacidade de exercício, enquanto a presença de AOS sem obesidade não foi. No entanto, a coexistência de obesidade e AOS aumentou acentuadamente a chance de redução na capacidade de exercício. Orsi *et al.* (2008) realizou estudo transversal analítico que envolveu 90 mulheres adultas com idade entre 40 e 60 anos, que foram divididas em três grupos de acordo com a classificação do índice de massa corporal: eutróficas ( $n=30$ ), sobrepeso ( $n=30$ ) e obesas ( $n=30$ ). As participantes foram submetidas a teste de esforço para comparação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) entre os três grupos. O objetivo do estudo foi avaliar a capacidade funcional em mulheres eutróficas, com sobrepeso e obesas. As mulheres obesas apresentaram redução da aptidão física e da capacidade funcional em relação às eutróficas e com sobrepeso. Estes resultados diferem dos resultados encontrados por Passos *et al.* 2019 onde analisando 39 mulheres sedentárias, com idades entre 45 e 60 anos, divididas em 4 grupos: eutróficas sem AOS, eutróficas com AOS, obesidade sem AOS e obesidade com AOS identificaram que a tolerância ao exercício não foi modificada por nenhum desses distúrbios na população avaliada e dos resultados de Gadelha *et al.* 2014 que avaliando 137 mulheres idosas com sarcopenia e obesidade sarcopênica constataram que não há associação entre as classificações estudadas de sarcopenia e obesidade sarcopênica com os testes funcionais e que a força muscular apresenta relação positiva com o desempenho funcional de idosas. Porém o estudo de Jung *et al.* (2019) envolvendo 733 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, que realizaram check-ups de saúde em um hospital terciário na Coreia, identificou uma associação entre a obesidade sarcopênica e a função diastólica

prejudicada e diminuição da capacidade de exercício, sugerindo um possível mecanismo pelo qual a obesidade sarcopênica contribui para o desenvolvimento de insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada. Os participantes do estudo foram categorizados em quatro grupos: não obesos sem sarcopenia, não obesos com sarcopenia, obesos sem sarcopenia e obesos com sarcopenia. Os estudos envolvendo homens e mulheres adultos e obesos, de várias idades, com condições de saúde diferentes, em sua maioria mostraram resultados similares demonstrando que a obesidade afeta a tolerância ao exercício desses indivíduos (MOREIRA *et al.* 2021; TAMURA *et al.* 2017; FAINTUCH *et al.* 2004; GUNSTAD *et al.* 2007; RICCI *et al.* 2021; MARTIN *et al.* 2012; SERÉS *et al.* 2003; FORNITANO & GODOY 2010; LACAVALERIE *et al.* 2022; CARVALHO *et al.* 2018; RODRÍGUEZ *et al.* 2014; MCNEILL *et al.* 2021; CANEPA *et al.* 2013), porém no estudo realizado por Jung *et al.* (2021) a obesidade foi associada a uma menor capacidade de exercício em mulheres, mas não em homens. Mulheres sem obesidade tiveram resultados semelhantes a homens com obesidade e mulheres com obesidade tiveram resultados piores que os homens com obesidade. O estudo de Moreira *et al.* (2021) envolveu 30 participantes, sedentários, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 59 anos, que foram divididos em dois grupos: o grupo obeso, formado por 15 participantes e o grupo eutrófico, também constituído por 15 participantes. O objetivo do estudo foi avaliar a função ventilatória e a capacidade funcional em adultos obesos e determinar se o pico de fluxo expiratório reduzido está correlacionado com prejuízo da capacidade funcional. Os participantes do estudo passaram por uma avaliação antropométrica e a avaliação da capacidade funcional foi realizada por meio da realização do teste de caminhada de 6 minutos.

Quando comparados aos indivíduos eutróficos, os indivíduos obesos apresentaram pico de fluxo expiratório reduzido e tiveram um desempenho inferior no teste de caminhada de 6 minutos com maior pressão arterial e maior percepção de esforço. Tamura *et al.* (2017) realizaram um estudo transversal em um hospital universitário, com indivíduos internados em um serviço de cirurgia bariátrica. A pesquisa envolveu 39 pessoas, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos. A pesquisa buscou estudar a influência da obesidade mórbida na capacidade física, sintomas relacionados ao joelho, bem como na qualidade de vida, em pacientes elegíveis para cirurgia bariátrica. Os resultados demonstraram que a obesidade levou a uma diminuição significativa da capacidade física, comprometimento da marcha, sintomas relacionados a problemas no joelho e um impacto negativo na qualidade de vida. Resultado que corrobora com os achados de Faintuch *et al.* (2004) e Serés *et al.* (2003) que também estudaram pessoas com obesidade mórbida. Faintuch *et al.* (2004) em seu estudo, que também envolvia indivíduos candidatos à cirurgia bariátrica, demonstraram que a obesidade afeta consideravelmente a tolerância ao exercício, resultando em uma diminuição da capacidade de exercício e em um custo metabólico elevado. Este estudo contou com a participação de 46 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 60 anos. O estudo de Serés *et al.* (2003) envolveu 31 pacientes com obesidade mórbida e 30 indivíduos com o peso normal para o grupo controle, os participantes realizaram uma ergoespirometria, os autores identificaram que os pacientes obesos apresentaram consumo de oxigênio, frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e ventilação por minuto significativamente maior que o grupo controle, com duração de teste mais curta.

Fornitano & Godoy (2010) avaliaram 290 pacientes com obesidade mórbida e 327 pacientes com sobrepeso. Todos foram submetidos a um teste ergométrico convencional em esteira. Os autores afirmam que a obesidade teve um efeito negativo na tolerância ao exercício, expresso pelo menor número de METs nos indivíduos obesos. Os parâmetros hemodinâmicos, frequência cardíaca, pressão arterial, produto frequência-pressão e déficit cronotrópico foram significativamente diferentes entre os dois grupos. O teste ergométrico não evidenciou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos quanto às anormalidades do segmento ST e/ou angina típica ao esforço. Um subgrupo obeso demonstrou baixíssima capacidade funcional e a arritmia complexa. Gunstad *et al.* (2007) realizaram um estudo nos Estados Unidos com 388 pacientes

participantes de um programa de reabilitação cardíaca que foram categorizados em peso normal, sobrepeso, obeso classe I e obesos classes II/III. A amostra foi composta por indivíduos de ambos os sexos, porém 70% dos participantes do estudo eram do sexo masculino, a idade média dos pacientes era de 67 anos. Os resultados demonstraram que os obesos classes II/III apresentaram menor capacidade funcional e qualidade de vida física e apresentaram menores ganhos na capacidade funcional após o programa de reabilitação cardíaca. Um estudo realizado por Ricci *et al.* (2021) constatou que a obesidade e suas deficiências metabólicas são capazes de influenciar as respostas ao exercício. O estudo envolveu 44 indivíduos obesos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos. A pesquisa teve dois objetivos o primeiro foi analisar se a composição corporal, o perfil metabólico e lipídico influenciam na capacidade funcional máxima e submáxima desses indivíduos e o segundo objetivo foi verificar os níveis metabólicos, ventilatórios, cardiovasculares, desempenho e respostas percebidas de esforço em indivíduos com obesidade em diferentes testes de capacidade funcional. Os participantes passaram por uma avaliação antropométrica e realizaram um teste de esforço incremental, um teste de caminhada de 6 minutos e um teste de degrau de 2 minutos. Martin *et al.* (2012) estudaram a influência do peso corporal, avaliado através do IMC, em melhorias agudas e de longo prazo na capacidade aeróbica após a conclusão da reabilitação cardíaca (RC). Participaram do estudo 3997 indivíduos, de ambos os sexos, com doença arterial coronariana participantes de um programa multidisciplinar de reabilitação cardíaca de 12 semanas. Os indivíduos foram submetidos a um teste de esforço para determinar os equivalentes metabólicos estimados de pico e avaliação do IMC no início do estudo, imediatamente após a conclusão da RC e em 1 ano de acompanhamento.

Os resultados da pesquisa mostraram que pacientes obesos apresentam um nível de condicionamento básico mais baixo, têm um ganho atenuado na capacidade aeróbica imediatamente após a RC e são mais propensos a perder esses ganhos de condicionamento a longo prazo, também foi identificado que pacientes obesos que conseguem perder uma quantidade significativa de peso podem não sofrer esta perda de condicionamento. Lacavalerie *et al.* (2022) estudaram pacientes obesos com longa exposição ao COVID-19, o objetivo do estudo foi analisar o impacto da obesidade na resposta cardiopulmonar ao exercício em pessoas com síndrome pós-COVID-19. Foram incluídos no estudo indivíduos com síndrome pós-COVID crônica com 6 meses após a alta hospitalar que tiveram infecção aguda não grave. Participaram do estudo um total de 51 pacientes, todos realizaram uma avaliação clínica completa, um teste de função pulmonar e um teste de esforço cardiopulmonar. Os resultados mostraram que os pacientes obesos foram mais propensos a ter limitação pulmonar e comprometimento das trocas gasosas pulmonares durante o exercício em comparação com pacientes não obesos. Os pacientes obesos com COVID-19 apresentaram drive ventilatório exagerado, reserva ventilatória reduzida e valores de SpO2 mais baixos, ao mesmo tempo em que apresentavam comprometimento semelhante da capacidade aeróbica. Rodríguez *et al.* (2014) estudaram os efeitos da obesidade em combinação com a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) na capacidade de exercício. No estudo, o teste de caminhada de seis minutos (TC6) foi realizado em 251 pacientes com DPOC, e 159 deles também realizaram um teste de exercício cardiopulmonar incremental (TCPE) para avaliar a capacidade de exercício. Todos os pacientes realizaram uma avaliação antropométrica, teste de função pulmonar, comorbidades e biomarcadores inflamatórios circulantes. Os autores demonstraram que existe uma relação inversa entre o resultado do teste de teste para avaliar a capacidade funcional do exercício com o IMC. Pacientes com DPOC obesos e não obesos apresentam diferentes determinantes da capacidade aeróbica, incluindo fatores pulmonares e não pulmonares que também são dependentes do tipo de protocolo de exercícios. Carvalho *et al.* (2018) realizaram um estudo transversal com 66 indivíduos divididos em indivíduos com peso normal (n = 24), obesos metabolicamente saudáveis (n = 19) obesos metabolicamente não saudáveis (n = 23).



Os participantes realizaram uma bioimpedância para identificar a composição corporal, e exames para identificar o perfil metabólico. Os participantes realizaram o TD6 e o teste de esforço cardiopulmonar. Os resultados mostraram que a obesidade prejudica as respostas aeróbias e hemodinâmicas ao exercício. Nos obesos jovens adultos com risco metabólico foi observado um impacto negativo na variabilidade de frequência cardíaca geral, na atividade parassimpática e na complexidade da variabilidade de frequência cardíaca. Esse resultado corrobora com os achados de McNeill *et al.* (2021) e Canepa *et al.* (2013) que constataram que a obesidade está relacionada com a baixa capacidade de exercício. McNeill *et al.* (2021) analisaram 695 pacientes do Massachusetts General Hospital entre dezembro de 2006 e junho de 2017, os pacientes foram submetidos a teste de exercício cardiopulmonar (TECP) com monitoramento hemodinâmico invasivo. Os autores identificaram que as vias inflamatórias relacionadas à obesidade foram associadas com a baixa capacidade de exercício e disfunção vascular pulmonar. Canepa *et al.* (2013) realizaram um estudo transversal com 88 pacientes obesos e 154 não obesos da clínica Johns Hopkins foram comparados com relação a uma variedade de condições clínicas e Medidas ecocardiográficas do VE. O estudo teve como objetivo examinar se a obesidade modifica a apresentação clínica, a morfologia do VE, a hemodinâmica do fluxo de saída e a tolerância ao exercício. Foi identificado que a obesidade foi associada à redução do tempo de exercício e capacidade de exercício e o IMC se correlacionou independentemente com a redução da tolerância ao exercício. Jung *et al.* (2021) avaliando 736 indivíduos saudáveis, sem doenças cardiovasculares conhecidas, que foram divididos em 4 grupos de acordo com o sexo e obesidade, identificaram que a obesidade foi associada a uma menor capacidade de exercício em mulheres, mas não em homens. Mulheres sem obesidade tiveram resultados semelhantes a homens com obesidade e mulheres com obesidade tiveram resultados piores que os homens com obesidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos em sua maioria mostraram que a obesidade piora a tolerância ao exercício, isto é, crianças e adolescentes obesos mostraram menor tempo de exercício e variáveis cardiorrespiratórias mais elevadas. Mulheres com obesidade tiveram desempenho nos testes de avaliação da capacidade funcional de exercício menor que os de homens com obesidade. Foi identificado que a obesidade associada a outros problemas de saúde causa uma perda acentuada no condicionamento físico e na tolerância ao exercício. Alguns estudos envolvendo a mesma população trouxeram resultados divergentes, este fato pode servir como base para a elaboração de novas pesquisas envolvendo essas populações com uma quantidade maior de indivíduos participantes e com um controle metodológico mais rigoroso, assim, poderemos ter resultados mais fidedignos que possam corroborar com alguns desses estudos.

## REFERÊNCIAS

- Arena, R., Myers, J.; Williams, M. A.; Gulati, M.; Kligfield, P.; Balady, G. J.; Fletcher, G. (2007). Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 116(3), 329-343.
- Axley, J. D.; & Werk, L. N. (2016). Relationship between abdominal adiposity and exercise tolerance in children with obesity. *Pediatric Physical Therapy*, 28(4), 386-391.
- Burgos, M. S.; Reuter, C. P.; Burgos, L. T.; Pohl, H. H.; Pauli, L. T. S.; Horta, J. A.; Camargo, M. (2010). Uma análise entre índices pressóricos, obesidade e capacidade cardiorrespiratória em escolares. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 94, 788-793.
- Canepa, M.; Sorensen, L. L.; Pozios, I.; Dimaano, V. L.; Luo, H. C.; Pinheiro, A. C.; Abraham, T. P. (2013). Comparison of clinical presentation, left ventricular morphology, hemodynamics, and exercise tolerance in obese versus nonobese patients with hypertrophic cardiomyopathy. *The American journal of cardiology*, 112(8), 1182-1189.
- Carvalho, L. P.; Di Thommazo-Luporini, L.; Mendes, R. G.; Cabiddu, R.; Ricci, P. A.; Basso-Vanelli, R. P.; Borghi-Silva, A. (2018). Metabolic syndrome impact on cardiac autonomic modulation and exercise capacity in obese adults. *Autonomic Neuroscience*, 213, 43-50.
- Carvalho, T. M. D. C. S.; Soares, A. F.; Climaco, D. C. S.; Secundo, I. V.; Lima, A. M. J. D. (2018). Associação entre função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional de exercício em indivíduos obesos com síndrome da apneia obstrutiva do sono. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 44, 279-284.
- Cibinello, F. U.; Pozzo, C. C. D.; Moura, L. D.; Santos, G. M.; Fujisawa, D. S. (2017). Teste de caminhada de seis minutos: desempenho de crianças com excesso de peso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23, 142-146.
- De Carvalho, M. M. B.; Coutinho, R. Q.; Barros, I. M. L.; Costa, L. O.; Medeiros, A. K. L.; Lustosa, T. C.; Pedrosa, R. P. (2018). Prevalence of obstructive sleep apnea and obesity among middle-aged women: implications for exercise capacity. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14(9), 1471-1475.
- Faintuch, J.; Souza, S. A.; Valezi, A. C.; Sant'Anna, A. F.; Gama-Rodrigues, J. J. (2004). Pulmonary function and aerobic capacity in asymptomatic bariatric candidates with very severe morbid obesity. *Revista do Hospital das Clínicas*, 59, 181-186.
- Faria, A. G.; Ribeiro, M. A. G.; Marson, F. A. L.; Schivinski, C. I. S.; Severino, S. D.; Ribeiro, J. D.; Barros Filho, A. A. (2014). Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. *Jornal de Pediatria*, 90, 242-249.
- Ferreira, P. G. (2016). Análise dos fatores limitantes do exercício físico em asmáticos obesos (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Fornitano, L. D.; Godoy, M. F. (2010). Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obesity surgery*, 20(5), 583-588.
- Gadelha, A. B.; Dutra, M. T.; de Oliveira, R. J.; Safons, M. P.; Lima, R. M. (2014). Associação entre força, sarcopenia e obesidade sarcopênica com o desempenho funcional de idosos. *Motricidade*, 10(3), 31-39.
- Gigante, D. P.; Barros, F. C.; Post, C. L.; Olinto, M. T. (1997). Prevalência de obesidade em adultos e seus fatores de risco. *Revista de Saúde Pública*, 31, 236-246.
- Godinho de Sá, A.; Reis Araújo, D. C.; Pinto Magalhães, E.; Frota Lacerda Mota, L.; Cordeiro Teixeira, V.; Teixeira Teles Gonçalves, J.; Macedo de Oliveira, M. V. (2017). Sobre peso e obesidade entre crianças em idade escolar. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 37.
- Granville, A. B. B.; Borges, A. C. L. (2017). Efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos obesos mórbidos: estudo randomizado controlado. *RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 11(66), 469-478.
- Gunstad, J.; Luyster, F.; Hughes, J.; Waechter, D.; Rosneck, J.; Josephson, R. (2007). The effects of obesity on functional work capacity and quality of life in phase II cardiac rehabilitation. *Preventive cardiology*, 10(2), 64-67.
- Jung, M. H.; Ihm, S. H.; Park, S. M.; Jung, H. O.; Hong, K. S.; Baek, S. H.; Youn, H. J. (2019). Effects of sarcopenia, body mass indices, and sarcopenic obesity on diastolic function and exercise capacity in Koreans. *Metabolism*, 97, 18-24.
- Jung, M. H.; Ihm, S. H.; Lee, D. H.; Han, S.; Jung, H. O.; Youn, H. J.; Ryu, K. H. (2021). Sex-specific associations of obesity with exercise capacity and diastolic function in Koreans. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(1), 254-262.
- Lacavalerie, M. R.; Pierre-Francois, S.; Agossou, M.; Inamo, J.; Cabie, A.; Barnay, J. L.; Neviere, R. (2022). Obese patients with long COVID-19 display abnormal hyperventilatory response and impaired gas exchange at peak exercise. *Future Cardiology*, (0).
- Lundby, C.; Montero, D.; Joyner, M. (2017). Biology of VO2max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*, 220(2), 218-228.

- Martin, B. J.; Aggarwal, S. G.; Stone, J. A.; Hauer, T.; Austford, L. D.; Knudtson, M.; APPROACH Investigators. (2012). Obesity Negatively Impacts Aerobic Capacity Improvements Both Acutely and 1-Year Following Cardiac Rehabilitation. *Obesity*, 20(12), 2377-2383.
- Massuca, L.; Proença, J. (2013). A massa gorda de risco afeta a capacidade aeróbia de jovens adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19, 399-403.
- McNeill, J. N.; Lau, E. S.; Zern, E. K.; Nayor, M.; Malhotra, R.; Liu, E. E.; Ho, J. E. (2021). Association of obesity-related inflammatory pathways with lung function and exercise capacity. *Respiratory medicine*, 183, 106434.
- Moreira, G. M. S.; Ribeiro, A. M.; Carvalho, P. M. D. M.; Mira, P. A. D. C.; Freitas, I. M. G. (2021). Relação entre o pico de fluxo expiratório e o prejuízo da capacidade funcional em obesos. *Fisioterapia em Movimento*, 34.
- Muñoz Cofré, R.; Del Sol, M.; Medina González, P.; Escobar Inostroza, J.; Lizana, P. A.; Conei, D.; Escobar Cabello, M. (2019). Relación de los índices de masa corporal y cintura-cadera con la capacidad residual funcional pulmonar en niños chilenos obesos versus normopeso: un estudio transversal. *Archivos argentinos de pediatría*, 117(4), 230-236.
- Orsi, J. V. D. A.; Nahas, F. X.; Gomes, H. C.; Andrade, C. H. V. D.; Veiga, D. F.; Novo, N. F.; Ferreira, L. M. (2008). Impacto da obesidade na capacidade funcional de mulheres. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 54, 106-109.
- Paisani, D. D. M.; Chiavegato, L. D.; Faresin, S. M. (2005). Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 31, 125-132.
- Paschoal, M. A.; Trevizan, P. F.; Scodeler, N. F. (2009). Heart rate variability, blood lipids and physical capacity of obese and non-obese children. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 93, 239-246.
- Passos, V. M. M.; Lima, A. M. J. D.; Leite, B. R. A. F. D. B.; Pedrosa, R. P.; Barros, I. M. L. D.; Costa, L. O. B. F.; Brasileiro-Santos, M. D. S. (2019). Influence of obesity in pulmonary function and exercise tolerance in obese women with obstructive sleep apnea. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 63, 40-46.
- Piepoli, M. F.; Corrà, U.; Veglia, F.; Bonomi, A.; Salvioni, E.; Cattadori, G.; MECKI Score Research Group. (2016). Exercise tolerance can explain the obesity paradox in patients with systolic heart failure: data from the MECKI Score Research Group. *European journal of heart failure*, 18(5), 545-553.
- Ricci, P. A.; André, L. D.; Jürgensen, S. P.; de Oliveira, C. R.; Ortega, F. P.; Thommazo-Luporini, D.; Borghi-Silva, A. (2021). Responses of different functional tests in candidates for bariatric surgery and the association with body composition, metabolic and lipid profile. *Scientific Reports*, 11(1), 1-11.
- Rodríguez, D. A.; Garcia-Aymerich, J.; Valera, J. L.; Sauleda, J.; Togores, B.; Galdiz, J. B.; PAC-COPD Study Group. (2014). Determinants of exercise capacity in obese and non-obese COPD patients. *Respiratory medicine*, 108(5), 745-751.
- Serés, L.; López-Ayerbe, J.; Coll, R.; Rodríguez, O.; Manresa, J. M.; Marrugat, J.; Valle, V. (2003). Función cardiopulmonar y capacidad de ejercicio en pacientes con obesidad mórbida. *Revista española de cardiología*, 56(6), 594-600.
- Silva, E. A. D.; Mello, S. N. M.; Santos, N. C.; Silva, M. S.; Silva, G. R. A. (2018). Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças de uma escola do município de Uruana-GO. *Revista de trabalhos acadêmicos-Universo-Goiânia*.
- Sonehara, E.; Cruz, M. D. S. L.; Fernandes, P. R.; Policarpo, F.; Fernandes Filho, J. (2011). Efeitos de um programa de reabilitação pulmonar sobre mecânica respiratória e qualidade de vida de mulheres obesas. *Fisioterapia em Movimento*, 24, 13-21.
- Tamura, L. S.; Cazzo, E.; Chaim, E. A.; Piedade, S. R. (2017). Influence of morbid obesity on physical capacity, knee-related symptoms and overall quality of life: A cross-sectional study. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 63, 142-147.
- Thommazo-Luporini, D.; Jürgensen, S. P.; Castello-Simões, V.; Catai, A. M.; Arena, R.; Borghi-Silva, A. (2012). Metabolic and clinical comparative analysis of treadmill six-minute walking test and cardiopulmonary exercise testing in obese and eutrophic women. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16, 469-478.
- Valdebenito, G. E.; Yañez-Baeza, C.; Saavedra-Ibaca, V.; Romero-Mardones, F.; Pérez-Galdavini, V. (2021). Maximal fat oxidation rate in women with sedentary behaviour and at-risk body fat percentage.

\*\*\*\*\*