



Investigaciones Andina

ISSN: 0124-8146

ISSN: 2538-9580

Fundación Universitaria del Área Andina - FUNANDI

Moreno de Azevedo, João Carlos; Silva, Rodrigo Calixta da
TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO E CAPACIDADE FUNCIONAL
NA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO: REVISÃO SISTEMÁTICA
Investigaciones Andina, vol. 22, núm. 40, 2020, Janeiro-Junho, pp. 123-139
Fundación Universitaria del Área Andina - FUNANDI

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239075120008>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

UDEM redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO E CAPACIDADE FUNCIONAL NA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Recibido:

Aceptado:

João Carlos Moreno de Azevedo*, Rodrigo Calixta da Silva**

Resumo

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é utilizado para aplicações clínicas na avaliação da intolerância ao exercício não diagnosticada e na determinação da capacidade funcional. O TCPE é importante na pesquisa clínica em pacientes com apneia obstrutiva do sono (AOS), com a necessidade de mensuração da capacidade funcional e limitações físicas. O objetivo foi identificar o protocolo e ergometro mais utilizado em pacientes com AOS, se o protocolo reflete no nível de capacidade funcional e avaliar o comportamento do consumo de oxigênio de pico ($\text{VO}_{2\text{pico}}$). Trata-se de uma revisão sistemática realizada de 2005 a 2017. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, LILACS, Medline e PEDro. Dos 25 estudos analisados a amostra total foi de 1124 pacientes. Os estudos que analisaram o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ somaram 583 pacientes. O protocolo de rampa foi o mais utilizado, a escolha deve ser individual, considerando as características e limitações da população estudada.

Palavras-chave: apneia obstrutiva do sono, capacidade funcional, teste cardiopulmonar.

* Professor do Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Veiga de Almeida, Brasil. Enviar: joao.azevedo@uva.br.

**Residente do Programa de Residência Multiprofissional do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

EXERCISE CARDIOPULMONARY TEST AND FUNCTIONAL CAPACITY IN OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA: SYSTEMATIC REVIEW

João Carlos Moreno de Azevedo*, Rodrigo Calixta da Silva**

Abstract

Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) is used for clinical applications in assessing intolerance to undiagnosed exercise and in determining functional capacity. CPET is important in clinical research in patients with obstructive sleep apnea (OSA), with the need to measure functional capacity and physical limitations. The objective was to identify the protocol and ergometer most used in patients with OSA if the protocol reflects on the functional capacity level and to evaluate the behavior of peak oxygen consumption (VO_{2peak}). It is a systematic review carried out from 2005 to 2017. The search was performed in PubMed, LILACS, Medline and PEDro databases. The 25 studies analyzed the total sample was 1124 patients. The studies that analyzed VO_{2peak} totaled 583 patients. The ramp protocol was the most used, the choice must be individual, considering the characteristics and limitations of the study population.

Keywords: cardiopulmonary test, functional capacity, obstructive sleep apnea.

Introdução

A Classificação Internacional de Distúrbios do Sono identifica mais de 80 distúrbios do sono diferentes. Estes são divididos em oito categorias, hipersonias de origem central, distúrbios do sono do ritmo circadiano, parassonias, sintomas isolados, variantes aparentemente normais e problemas não resolvidos, outros distúrbios do sono, incluindo a insônia, os distúrbios respiratórios do sono e os distúrbios do movimento relacionados ao sono. Os distúrbios do sono ocorrem em grande parte da população adulta, com 10 % a 13 % de adultos estimados em insônia crônica e outros 25 % à 35 % com insônia ocasional. A apneia obstrutiva do sono (AOS), foi estimada em aproximadamente 2 % a 4 % dos adultos (1, 2). Considerada o principal distúrbio respiratório do sono, a AOS é caracterizada pela oclusão intermitente das vias aéreas superiores. Levando a esforços inspiratórios ineficazes, pausas ventilatórias, altas pressões negativas intratorácicas, alterações dos gases arteriais, todos induzindo a despertares frequentes, aumento da atividade nervosa simpática muscular e resposta cardiovascular adversa (3).

O termo apneia designa a cessação completa do fluxo de ar por um período de pelo menos 10 segundos, durante o qual ocorre a hipoxemia e a hipercapnia até que um despertar ponha termo ao episódio de apneia com a desobstrução das vias aéreas colapsadas. Seguem-se, em geral, algumas respirações profundas, após as quais o ciclo se repete, frequentemente, por centenas de vezes durante a noite. A fragmentação do sono causada pelos despertares sucessivos reduz ou

anula a função reparadora do sono e origina a hipersonolência diurna que, sendo considerada como um sintoma diurno típico dos doentes com AOS, pode também traduzir um efeito de outras causas, tais como o uso de hipnóticos ou o abuso de álcool e de outras drogas (4). A AOS é um fator de risco para várias condições cardiovasculares como a hipertensão arterial, a insuficiência cardíaca o acidente vascular cerebral e a doença arterial coronariana. Essas consequências sugerem que a AOS afeta de maneira sistêmica o organismo, podendo levar, inclusive, a uma redução da capacidade funcional do indivíduo (5, 6).

A qualidade de vida pode estar comprometida em pacientes não tratados e isso ocorre por causa dos sintomas diurnos, como a sonolência excessiva, a irritabilidade, a diminuição da concentração e da memória. Esses sintomas associados com as comorbidades podem levar a um prejuízo na capacidade dos indivíduos de realizar exercícios físicos e até mesmo na habilidade de executar suas atividades de vida diária de forma independente, contribuindo com o ganho ponderal e o agravamento da AOS (7, 8).

O Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE) é cada vez mais utilizado em um amplo espectro de aplicações clínicas para a avaliação da intolerância ao exercício não diagnosticada e para a determinação objetiva da capacidade funcional. Seu uso na avaliação de pacientes está aumentando com a compreensão de que o teste de função pulmonar e cardíaca em repouso não pode prever de forma confiável o desempenho durante o exercício e na realização das atividades de vida diária e que o estado geral

da saúde se correlaciona melhor com a tolerância ao exercício do que com as medidas de repouso (9).

O TCPE possibilita uma avaliação geral de diversos sistemas integrados na execução do exercício físico. Os testes são classificados como máximos ou sub-máximos, podendo ser realizados em esteiras ou cicloergômetros. Os parâmetros que serão analisados variam de acordo com o objetivo do exame o tipo de teste que será realizado e os recursos disponíveis (10). Já a seleção do protocolo deve ser individualizada, sendo considerados vários aspectos, como: idade, gênero, capacidade cardiorrespiratória, de tal forma que a velocidade e a inclinação da esteira nos dá a informação sobre o nível de capacidade do avaliado, a carga aplicada no cicloergômetro explica o volume, a quantidade da distância deslocada ou a potência gerada pelo avaliado durante o teste, podendo ser aplicadas de acordo com a capacidade do indivíduo testado (11).

O TCPE fortalece o seu papel dentro da pesquisa clínica em pacientes com AOS, com a necessidade de mensuração da capacidade funcional e das limitações físicas dessa população. Além disso, o TCPE tem um papel importante na melhoria do processo de estratificação de risco e tomada de decisões, que levam à investigação diagnóstica do paciente possivelmente com AOS (7).

A maioria dos estudos realizados até o momento sobre o exercício na AOS utilizou testes de exercícios graduados para ajudar a caracterizar a natureza do estresse cardiopulmonar associado a esse

distúrbio, além de compreender melhor as anormalidades funcionais associadas com a AOS. Esses estudos demonstraram várias características distintas de resposta ao teste cardiopulmonar na AOS, incluindo a incompetência cronotrópica, a pressão arterial exagerada e a recuperação tardia da frequência cardíaca. Alguns estudos também relatam que o consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) é reduzido na AOS. No entanto, isso não é um achado consistente, já que outros não relataram diferenças na capacidade de exercício entre pacientes não tratados com AOS comparados com indivíduos sem AOS (12).

O objetivo dessa revisão foi identificar qual o protocolo de TCPE e o ergômetro mais utilizados nos estudos em pacientes com AOS, e avaliar se o comportamento do VO_{2pico} apresenta alterações significativas em adultos e idosos apneicos obstrutivos.

Metodologia

O estudo é uma revisão sistemática, realizada por meio de levantamento retrospectivo de artigos científicos publicados nos últimos 12 anos (2005 a 2017).

Teve-se como base o modelo PICO, que representa os componentes da pesquisa (população, intervenção, comparação, desfecho) (13). A população estudada foi de indivíduos adultos com diagnóstico clínico de AOS, que apresentavam o índice de apneia e hipopneia (IAH) > 5 eventos/h com base na polissonografia. O TCPE foi a intervenção utilizada para formulação da pergunta da pesquisa. Foram selecionados todos os estudos

que utilizaram o TCPE para diagnóstico ou prognóstico da capacidade de exercício em pacientes com AOS. Para comparação foram utilizados os dados do desempenho no TCPE de indivíduos sem AOS, indivíduos com AOS leve, indivíduos com AOS (leve, moderada e severa) mas sem outras comorbidades ou fatores de confusão como obesidade, idade avançada e sexo. Como desfecho foram utilizados os valores de $VO_{2\text{pi}}$ alcançados na primeira avaliação antes de serem submetido a qualquer tratamento.

A busca bibliográfica foi realizada em artigos indexados nas bases de dados PubMed, LILACS, Medline e PEDro, após consulta às terminologias em saúde, utilizadas na base de descritores da Bireme (DeCs) e da *Medical Subject Headings* (MeSH).

Os descritores (palavras-chave) utilizados em português foram: teste cardiopulmonar, teste de esforço, testes de exercício, exercício físico, exercício máximo, capacidade funcional, aeróbio, anaeróbio, limiar anaeróbio, equivalente metabólico, consumo de oxigênio, síndrome da apneia obstrutiva do sono, diagnóstico, prognóstico e preditor. Em inglês: cardiopulmonary test, exertion test, exercise test, physical exercise, maximum exercise, functional capacity,

aerobic, anaerobic, anaerobic threshold, metabolic equivalent, oxygen consumption, obstructive sleep apnea syndrome, diagnosis, prognosis, and predictor.

Foram incluídos artigos originais, prospectivos, retrospectivos, com ou sem grupo controle e estudos de casos publicados entre 2005 e 2017, que continham algum dos descritores selecionados. Dentre os critérios de exclusão, tiveram-se: artigos de revisão, estudos que não descreviam como foi realizado o teste cardiopulmonar, estudos com pacientes previamente tratados ou que abordavam outro distúrbio do sono, pacientes com insuficiência cardíaca e aqueles que não utilizaram a polissonografia para diagnóstico. Os artigos foram analisados e categorizados com vista à classificação e ao delineamento dos estudos.

Resultados e discussão

A presente revisão sistemática reuniu 204 artigos através da estratégia de busca traçada nas bases de dados. Foram excluídos 165 artigos após a leitura do título, oito após a leitura do resumo e seis artigos após a leitura completa. Dessa forma, 25 artigos contemplaram de forma satisfatória os critérios de inclusão e foram utilizados para a análise (figura 1).

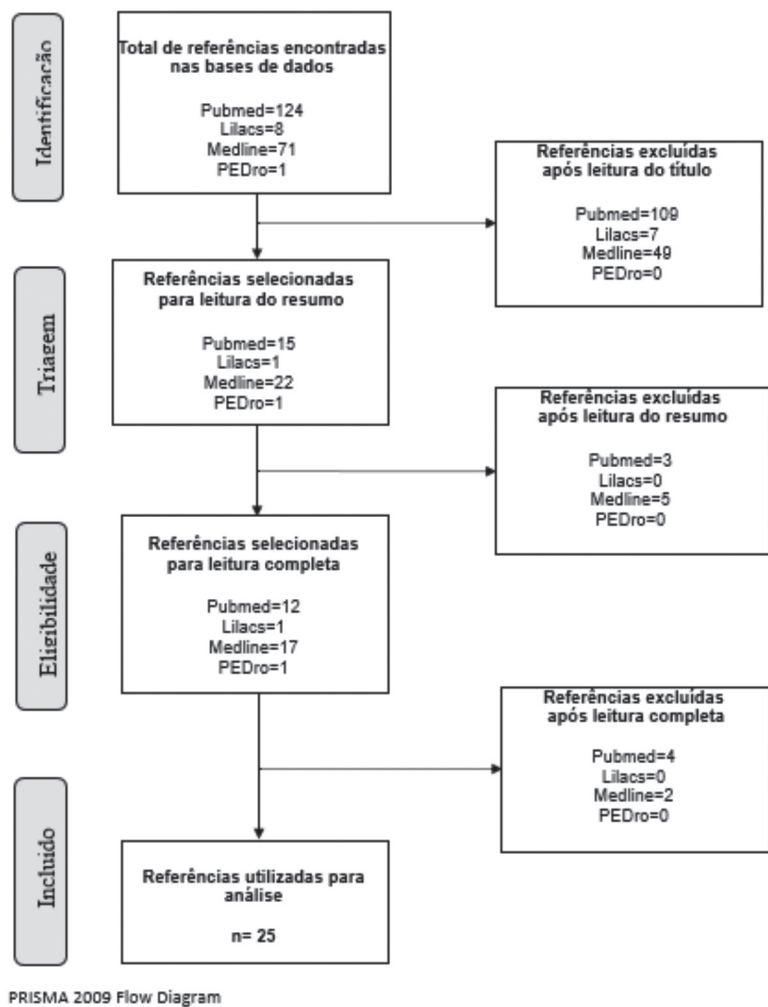


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos
Fonte: elaboração própria.

A característica comum de todos os artigos selecionados era a avaliação da capacidade de exercício em pacientes com AOS, através do TCPE. Os estudos analisados apresentavam objetivos, avaliações, amostras e intervenções diferentes. Nem todos relatavam o VO_{2pico} , o ergômetro e o protocolo utilizados no TCPE. Dos estudos analisados, 21 artigos foram selecionados para verificar o protocolo mais utilizado, 24 para verificar o ergômetro mais usado e 20 artigos

para análise do VO_{2pico} e da capacidade de exercício.

Dos 25 estudos analisados para verificar qual era o ergômetro mais utilizado, 11 usaram cicloergômetro, 13 empregaram a esteira e 1 não relatou o ergômetro (tabela 1). Meneghelo et al. (11) afirmam que, a seleção do ergômetro e do protocolo utilizado deve sempre levar em consideração as condições específicas do indivíduo.

Tabela 1. Características gerais dos estudos

Autor / Ano	Desenho do estudo	N	Protocolo	Ergômetro	VO2pico	Objetivo
Alonso-Fernández et al., 2005	Prospectivo Randomizado Controlado	31	Não relata	Cicloergômetro	24,99±6,81	Avaliar se a terapia com CPAP melhora a performance cardíaca durante o exercício em pacientes com AOS.
Lin et al., 2005	Prospectivo Controlado	20	Não relata	Cicloergômetro	21,64±3,27	Avaliar a resposta no TCPE de pacientes com AOS moderada e severa em relação ao grupo controle.
Kaleth et al., 2006	Prospectivo Controlado	23	Rampa	Cicloergômetro	21,9±0,8	Avaliar a resposta ao exercício de pacientes com AOS leve, moderada e severa em comparação ao grupo controle.
Maeder et al., 2007	Prospectivo Controlado	40	Rampa	Esteira	31,9±9,3	Avaliar o efeito do CPAP em pacientes com AOS leve, moderada e severa no VO2, recuperação da FC e níveis de NT-proBNP.
Vanhecke, et al., 2008	Prospectivo Controlado	42	Bruce	Esteira	17,6±4,2	Comparar as respostas hemodinâmicas e cardiorrespiratórias em obesos mórbidos com e sem AOS.
Hargens et al., 2009	Prospectivo Controlado	14	Rampa	Cicloergômetro	27,1±4,5	Avaliar se a AOS leva a uma resposta ventilatória exagerada durante o exercício.
Sengul et al., 2009	Prospectivo Randomizado Controlado	20	Rampa	Cicloergômetro	15,38±3,58 (treinamento) 16,6± 4,87 (controle)	Avaliar o efeito de exercícios respiratórios e físico sobre a função pulmonar, IAH e a qualidade de vida em pacientes com AOS. Foram avaliados 2 grupos com AOS, um que recebeu o treinamento e o outro controle.
Maeder et al., 2010	Prospectivo Transversal	54	Rampa	Esteira	33,06±10,2	Comparar a associação independente entre FC de recuperação no primeiro e no segundo minuto com a severidade da AOS.
Nanas et al., 2010	Prospectivo Controlado	21	Bruce modificado	Esteira	28,7±4,0	Avaliar a recuperação cinética do O2 e recuperação da FC após o exercício durante o TCPE em pacientes com AOS e determinar sua correlação com a gravidade da doença.
Rizzi et al., 2010	Prospectivo Controlado	27	Rampa	Esteira	28,4±10,0	Avaliar os parâmetros de exercício, antropometria e dados do exame de sangue em magros e sedentários com AOS em comparação com o controle.
Ackel-D'Elia et al., 2011	Prospectivo Randomizado	32	Rampa	Esteira	19,8±5,0	Avaliar os efeitos de um treinamento de 2 meses associado ao tratamento com CPAP em medidas subjetivas e objetivas do sono, qualidade de vida e humor na AOS.
Cilli et al., 2011	Transversal	200	Bruce	Esteira	Não relata	Abordar o teste de esforço como critério para diagnóstico de síndrome coronariana aguda em pacientes com AOS moderada severa.
Pendharkar et al., 2011	Prospectivo	15	Não relata	Não relata	17,0±4,2	Investigar se o CPAP melhora a tolerância ao exercício e a dispnéia em obesos com AOS.
Penzel et al., 2012	Prospectivo Controlado	28	Estresse físico	Cicloergômetro	Não relata	Investigar se o CPAP melhora as consequências e sintomas diurnos da AOS.
Bruni et al., 2012	Transversal	8	Rampa	Cicloergômetro	17,7±7,3	Testar se o IMC alto e a AOS restringem a resposta ventilatória ao exercício em obesos mórbidos, em comparação com os seus homólogos sem AOS.
Çiçek et al., 2012	Transversal	90	Rampa	Esteira	Não relata	Avaliar a severidade da AOS em parâmetros como FC, FC de recuperação, onda P entre outras variáveis cardíacas. O estudo foi composto por 4 grupos: grupo A (sem AOS), grupo B (AOS leve), grupo C (AOS moderada), grupo D (AOS severa).
Kline et al., 2012	Prospectivo Randomizado Controlado	43	Bruce	Esteira	21,6± 0,8	Comparar as respostas ao TCPE de indivíduos com AOS e sem AOS com IMC e idade compatível.
Chien et al., 2013	Prospectivo Controlado	11	Padrão Escalonado	Cicloergômetro	24,54±3,44	Determinar as alterações EMGs dos músculos da inspiração e extensores do joelho que ocorrem durante o TCPE.
Kasiakogias et al., 2013	Prospectivo Controlado	57	Bruce	Esteira	Não relata	Avaliar o comportamento da PA e as mudanças hemodinâmicas no pico de exercício e durante a recuperação.
Rizzi et al., 2013	Prospectivo Controlado	53	Rampa	Esteira	21,7±6,3 (obesos) 32,1 ± 9,5 (magros)	Avaliar o desempenho do TECP em pacientes magros e obesos com AOS em comparação com os controles.
Beitler et al., 2014	Transversal Controlado	15	Rampa	Cicloergômetro	19,1±6,4	Testar a hipótese que a AOS está associada à redução da capacidade de exercício.
Cepeda et al., 2014	Transversal Controlado	60	Rampa	Cicloergômetro	23,6±1,3 (G1-IAH <15) 22,6 ± 1,0 (G2-IAH >15)	Avaliar a hipótese se a síndrome metabólica e a AOS restringem a recuperação da FC após o exercício e se a hiperativação simpática está envolvida nesse processo. Foram avaliados 2 grupos: Grupo 1 com IAH < 15 e Grupo 2 com IAH > 15.
Ozsarac et al., 2014	Prospectivo Controlado	65	Rampa	Cicloergômetro	22,5±6,6 (Grupo 1-G1) 21,3±5,7 (Grupo 2-G2)	Investigar possíveis mudanças no TCPE em pacientes com AOS após o tratamento com CPAP. Os pacientes com AOS foram divididos em 2 grupos: G1 (tratamento com CPAP) e G2 (sem tratamento com CPAP).
Dobrosielski et al., 2015	Prospectivo Coorte	19	Balke	Esteira	22,3±6,2	Examinar a mudança na gravidade da AOS após o treinamento físico e uma dieta adequada em indivíduos com mais de 60 anos.
Cheung et al., 2017	Prospectivo Coorte	136	Bruce	Esteira	Não relata	Utilizar o TCPE para avaliar o risco cardiovascular em pacientes com AOS.

Obs: apneia obstrutiva do sono (AOS); frequência cardíaca (FC); pressão positiva contínua na via aérea (CPAP); índice de apneia hipopneia (IAH); insuficiência cardíaca (IC); índice de massa corporal (IMC); teste cardiopulmonar de exercício (TCPE); EMG: eletromiografia.

Fonte: elaboração própria.

Os 25 estudos analisados tiveram uma amostra total de 1124 pacientes. Os trabalhos utilizados para a análise do VO₂ pico somaram uma amostra de 583 pacientes. As características das amostras eram bem diversificadas, com valores de IMC, IAH e idade bem variada. Todos os estudos apresentavam em suas amostras participantes sem condições ou doenças ortopédicas, neurológicas e cardiopulmonar que limitassem o teste (tabela 2).

Tabela 2. Características da população estudada (IAH, Idade e IMC)

Autor / Ano	IAH	Idade	IMC	Outras características
Alonso-Fernández et al., 2005	43,6±26,6	53±13	30,4±4	Normotensos, FE de VE normal.
Lin et al., 2005	44,01 ± 8,16	47±7	28,3±2,6	Função de tireoide normal, sem DM, sem evidências de falência cardiopulmonar ou outra comorbidade que pudesse afetar o gasto de energia.
Kaleth et al., 2006	24,7 ± 13,5	45,6±10,7	33,1±5,5	Sem doença cardiopulmonar, sem distúrbios metabólicos ou endócrinos. Normotensos.
Maeder et al., 2007	37 (20–65)	50±9	30,3±4,5	Sem doenças cardíacas, com ECG normal. Sem comprometimento pulmonar e musculoesquelético significativo.
Vanhecke et al., 2008	32,5±26,6	46,2±11,0	50,5±9,4	Obesos mórbidos, sem doença cardiopulmonar que limitasse o teste de exercício.
Hargens et al., 2009	22,7±18,5	22,4±2,8	32,0±3,7	Jovens sem comorbidades cardiovasculares, pulmonares, metabólicas, musculoesqueléticas significantes que prejudicassem o TCPE máximo.
Sengul et al., 2009	15,19±5,43	54,40±6,57	29,79±2,66	Sem comorbidades que limitassem o exercício.
Maeder et al., 2010	27,5 (12,0–42,4)	47,0±8,3	30,4±4,8	Sem doenças cardíacas, ECG normal.
Nanas et al., 2010	55±13	48±11	29,3±2,2	Sem hipertensão, sem doença pulmonar, sem comorbidades neuromusculares que limitassem a capacidade de exercício.
Rizzi et al., 2010	15,4±9,2	52,9±7,9	23,1±1,6	Magros, sem doença cardiopulmonar ou musculoesquelética que prejudiquem a capacidade de exercício.
Ackel-D’Elia et al., 2011	42,3±21,6	49,5±7,7	28,5±2,2	Sedentários.
Cilli et al., 2011	41±21	48,1±9,9	32,2±5,3	Sedentários, hipertensos, diabéticos, fumantes, história de SCA na família.
Pendharkar et al., 2011	48,1±33,1	49±6	42,6±8,8	Sem doença cardiopulmonar, não fumantes, obesos.
Penzel et al., 2012	71,7±32,7	44,6±7,6	34,1±4,9	Hipertensos.
Bruni et al., 2012	51,1±24,1	44±10,5	44,9±7,5	Obesos mórbidos. Sem doença cardiopulmonar.
Çiçek et al., 2012	8,4±3,6 (grupo B) 25,5±4,2 (grupo C) 62,9±23,6 (grupo D)	59,3±9,5 (B) 60,1±13,5(C) 57,3±16,2(D)	23,5±3,1(B) 26,5±4,2(C) 30,5±6,4(D)	Sem comorbidades ou uso de medicamentos que afetassem a FC.
Kline et al., 2012	29,3±4,1	46,9±1,2	34,8±0,9	Sobrepeso, sedentários, sem doença cardiopulmonar ou metabólica significante.
Chien et al., 2013	46,2±22,6	50,3±5,1	26,63±3,63	Hipertensos, fumantes, função pulmonar normal, sem SCA.
Kasiakogias et al., 2013	30 (20-50)	51,6±8,7	31,7±4,5	Hipertensos, sem doença pulmonar ou renal significante. Sem IC, sem fibrilação atrial, sem hipertrofia ventricular.
Rizzi et al., 2013	33,3±22,9 (Obesos) 22,4±11,2 (Magros)	50,7±6,4 (Obesos) 53,7±8,1 (Magros)	33,6±2,9 (Obesos) 22,1±1,6 (Magros)	Hipertensos, diabéticos, função pulmonar normal, sem angina instável, NYHA menor que III, sem fibrilação atrial.
Beitler et al., 2014	37,6 (26,8, 55,3)	47,9 ± 11,5	32,2±7,8	Sem DPOC, sem doença cardíaca, sem IC.
Cepeda et al., 2014	7±1 (G1- IAH <15) 42±4 (G2-IAH >15)	46 ± 1,4 (G1- IAH < 15) 49 ± 1,7 (G2- IAH > 15)	32 ± 1 (os dois grupos)	Síndrome metabólica, sem evidências de doença pulmonar ou cardíaca, sem limitações musculoesqueléticas que limitassem o teste de exercício aeróbico.
Ozsarac et al., 2014	40,7±19,6 G1) 35,2±26,4 G2)	48,76±9,2 (G1) 41,72±10,9 (G2)	31,3±3,8 (G1) 32,2±5,8 (G2)	Sem doença pulmonar restritiva ou obstrutiva, sem IC, sem SCA ou sem problemas musculoesqueléticos que impedissem a realização do teste.
Dobrosielski et al., 2015	22 (14 até 44)	67±4	33,8 (32,6 até 36,9)	Obesos, sem doenças cardiovasculares, sem diabetes, sem arritmias complexas, sem sintomas indicativos de isquemia.
Cheung et al., 2017	27,3 (20,0 e 40,2)	52±9	27±4	Hipertensos, dislipidêmicos, diabéticos, história familiar de SCA.

Obs: apneia obstrutiva do sono (AOS); doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC); frequência cardíaca (FC); grupo 1 e grupo 2 (G1 e G2); índice de apneia hipopneia (IAH); infarto agudo do miocárdio (IAM); insuficiência cardíaca (IC); índice de massa corporal (IMC); classificação funcional da New York Heart Association (NYHA); *síndrome coronariana aguda* (SCA); ventrículo esquerdo (VE).

Fonte: elaboração própria.

A ATS/ACCP (13) afirma que na esteira é necessário um maior trabalho contra a gravidade, além da utilização de outros grupos musculares. Isso leva a uma diferença na resposta fisiológica durante o exercício nesses dois ergômetros. O VO_{2pico} , em média, é 5 % a 10 % maior na esteira do que no cicloergômetro. Já Beltz et al. (14) ressaltam que essa diferença pode chegar até a 20 %.

O fato de os valores de VO_{2pico} ser maior nos testes realizados com esteira, foi observado nos artigos analisados nessa revisão. Os 5 estudos que tiveram as maiores médias de VO_{2pico} , utilizaram a esteira. Foram os de Maeder et al. (15, 16) - $31,9 \pm 9,3$ mL/kg/min e $33,06 \pm 10,2$ mL/kg/min, respectivamente, Rizzi et al. (17, 18) - $32,1 \pm 9,5$ mL/kg/min e $28,4 \pm 10,0$ mL/kg/min, respectivamente, e Nanas et al. (19) - $28,7 \pm 4,0$ mL/kg/min (tabela 3).

Tabela 3. Protocolos que utilizaram a esteira

Autor	N (M/F)	IAH	VO2pico	IC
Vanhecke et al., 2008*	14/28	>5	$17,6 \pm 4,2$	16,3-18,9
Maeder et al., 2009	35/5	>5	$31,9 \pm 9,3$	28,9-34,8
Maeder et al., 2010	46/8	> 5	$33,06 \pm 10,2$	30,2-35,8
Nanas et al., 2010	21/0	≥ 15	$28,7 \pm 0,58$	28,4-28,9
Rizzi et al., 2010	10/17	> 5	$28,4 \pm 10,0$	24,4-32,3
Ackel-D'Elia et al., 2011	12/0	≥ 15	$19,8 \pm 5,0$	18,1-21,8
Kline et al., 2013	24/19	≥ 15	$21,6 \pm 0,8$	21,1-22,0
Rizzi et al., 2013	7/24	> 5	$21,7 \pm 6,3$ (obesos)	19,3-24,0 (obesos)
	10/12		$32,1 \pm 9,5$ (magros)	27,8-36,3 (magros)
Dobrosielski et al. 2015	7/12	> 5	$22,3 \pm 6,2$	18,8-25,4

Obs: masculino/feminino=M/F; índice de apneia-hipopneia (IAH); intervalo de confiança (IC); estudo que avaliou obesos mórbidos (OM)*; consumo de oxigênio (VO_{2pico}).

Fonte: elaboração própria.

Em contrapartida, os estudos que demonstraram as menores médias de VO_{2pico} em suas amostras (excluídos aqueles que avaliaram pacientes com obesidade mórbida) foram os de Sengul et al. (20), grupo intervenção ($15 \pm 3,58$ mL/kg/min) e controle ($16,6 \pm 4,7$ mL/

kg/min), respectivamente, e Beitler et al. (21), AOS moderada/grave ($19,1 \pm 6,4$ mL/kg/min) e grupo controle AOS leve ($25,2 \pm 9,5$ mL/kg/min). Esses 2 estudos utilizaram o cicloergômetro para realização do TCPE (tabela 4).

Tabela 4. Protocolos que utilizaram o cicloergômetro

Autor	N (M/F)	IAH	VO2pico	IC
Alonso-Fernández et al., 2005	30/1	> 5	24,99 ± 6,81	22,49-27,48
Lin et al., 2006	18/2	≥15	21,64 ± 3,27	20,10-23,17
Kaleth et al., 2007	15/8	> 5	21,9 ± 0,8	21,5-22,2
Hargens et al., 2009	14/0	> 5	27,1 ± 4,5	24,5-29,6
Sengul et al., 2011	10/0	> 5	15,38 ± 3,58	12,8-17,9
	10/0	≤30	16,6 ± 4,87(C)	13,1-20,0 (C)
Bruni et al., (OM)* 2012	4/4	≥15	17,7± 7,3	7,94-16.13
Chien et al., 2013	11/0	>30	24,54 ± 3,44	22,22-26,85
Beitler et al., 2014	12/3	≥15	19,1 ± 6,4	15,5-22,6
Cepeda et al., 2015	18/12	≥15	22,6 ± 1,0	22,2-22,9
	14/16	< 15	23,6 ± 1,3	23,1-24,0
Ozsarac et al., 2014	28/5	> 5	22,5 ± 6,6 (G1)	20,1-24,8 (G1)
	29/3		21,3 ± 5,7 (G2)	19,2-23,3 (G2)

Obs: masculino/feminino=M/F; grupo controle(C); grupo 1 e grupo 2 (G1 e G2); índice de apneia hipopneia (IAH); intervalo de confiança (IC); estudo que avaliou obesos mórbidos (OM)*; consumo de oxigênio de pico (VO2pico).

Fonte: elaboração própria.

Os protocolos de rampa para cicloergômetro (7 estudos) e esteira (6 estudos) foram os mais utilizados, seguidos pelo protocolo de Bruce (5 estudos). Esses resultados mostram uma tendência de difusão do uso de protocolos em rampa no TCPE em geral (tabela 5).

Tabela 5. Protocolos mais utilizados

Protocolo	Número de estudos
Rampa (cicloergômetro)	7
Rampa (esteira)	6
Bruce (esteira)	5
Bruce modificado (esteira)	1
Balke (esteira)	1
Padrão escalonado (cicloergômetro)	1

Fonte: elaboração própria.

chamados de modelos individualizados, permitem um aumento constante e gradativo do trabalho, o que é parecido com o comportamento do consumo de oxigênio diante do exercício gradativamente crescente. A grande dificuldade na sua utilização é a estimativa do limite máximo do esforço suportado pelo paciente.

De acordo com Silva et al. (22), em um estudo de revisão, definem os protocolos em rampa como um conjunto de princípios que dão base fisiológica à elaboração do teste de exercício. Respeitando esses princípios, cada avaliador elabora o seu com base em conhecimento e experiência. Isso traz flexibilidade na hora de realizar os testes e também pode trazer alguns problemas. De acordo com o autor, uma dessas dificuldades seria a falta de procedimentos padronizados, dificultando a comparação entre os resultados de testes. Esse fato explicaria

Segundo Meneghelo et al. (11) ressaltam que os protocolos em rampa, também

a popularidade mantida de protocolos como o de Bruce, cujos resultados são facilmente equiparáveis e contam com uma extensa base de dados.

O fato de o protocolo de rampa ter sido o mais utilizado em pacientes com AOS pode ser explicado por causa do protocolo ser considerado conservador e que melhor se adapta à capacidade funcional reduzida dos participantes dos estudos. Além do sedentarismo e das múltiplas comorbidades que possuíam o diagnóstico de AOS tem sido apontado em alguns estudos como uma limitação na capacidade física quando comparados a indivíduos controles saudáveis (23).

Dos estudos reunidos nessa revisão temos o de Lin et al. (24), que teve como objetivo investigar a resposta cardiopulmonar de 20 pacientes com AOS moderada e severa não tratada durante o TCPE e observaram um VO_2 pico significativamente menor em relação ao grupo controle pareado por idade, sexo e peso ($21,64 \pm 3,27$ vs $30,1 \pm 3,35$ mL/kg/min, respectivamente, $p < 0,05$).

Segundo Nanas et al. (19) em um estudo que buscou correlacionar a severidade da AOS com a resposta fisiológica durante o teste cardiopulmonar, também encontrou valores reduzidos de VO_2 pico na população estudada em relação ao grupo controle pareado por idade e massa corporal ($28,7 \pm 4,0$ vs $34,7 \pm 6,2$ mL/kg/min, respectivamente, $p < 0,01$).

Em um estudo conduzido por Beitler et al. (21), que tinha como objetivo testar essa hipótese, de que a AOS está associada com uma capacidade de exercício

prejudicada (atividade física típica em equivalente metabólico (MET)-minutos/semana), os resultados foram concordantes com os estudos citados anteriormente. Para essa pesquisa, 15 indivíduos com AOS moderada e severa e 19 controles foram submetidos, entre outras avaliações, ao teste de exercício. Neste, foram observados valores baixos de VO_2 comparados ao grupo controle ($19,1 \pm 6,4$ vs $25,2 \pm 9,5$ mL/kg/min, respectivamente, $p < 0,05$). Uma possível limitação nesse estudo foi a média de idade significativamente maior no grupo com AOS.

Por outro lado, outros estudos mostram que essa limitação na capacidade física não está diretamente relacionada com as disfunções metabólicas, ventilatórias e cardíacas causadas pela AOS, mas sim pelo aumento do peso corporal e estilo de vida sedentário exacerbado pela fadiga e sonolência (25, 26, 27).

O estudo de Kline et al. (28) é consistente com essa interpretação. Os autores avaliaram se as respostas ao TCPE em indivíduos com AOS e sem AOS modificavam após treinamento físico (programa de exercício aeróbico e resistido progressivo durante 12 semanas). Os grupos com AOS e sem AOS tinham estilo de vida sedentário e não apresentavam diferença no peso corporal. Na primeira avaliação no TCPE, antes da intervenção, mostrou-se que não houve diferença entre o grupo sem AOS em comparação com o grupo com AOS ($22,1 \pm 2,3$ vs $21,6 \pm 0,8$ mL/kg/min, respectivamente).

De acordo Kaleth et al. (29), obtiveram resultados parecidos ao comparar a

resposta no TCPE em pacientes com AOS com um grupo controle com idade, estilo de vida e história de inatividade física similar ($21,9 \pm 0,8$ vs $21,9 \pm 1,6$ mL/kg/min).

Para Alonso-Fernández et al. (30), ao avaliar a resposta cardíaca durante o teste de exercício em pacientes com AOS moderada e severa, com função sistólica normal de ventrículo esquerdo, em comparação com um grupo controle similar em relação à altura, à idade, ao sexo e ao peso, também não encontrou diferença significativa no $VO_{2\text{pico}}$ ($24,99 \pm 6,81$ mL/kg/min no grupo com AOS e $25,32 \pm 7,62$ mL/kg/min no grupo controle).

Como foi demonstrado nos resultados dos estudos analisados nessa revisão, a limitação da capacidade física causada pela AOS é um assunto controverso. Um dos motivos para essa discordância na literatura é a existência de fatores de confusão como a idade, o sexo, sobrepeso, obesidade e outros.

Em um estudo que tinha como objetivo avaliar a performance cardiopulmonar durante o exercício em pacientes magros e obesos em relação ao grupo controle, Rizzi et al. (18) observaram que a AOS isolada a capacidade funcional não está prejudicada. O estudo avaliou a resposta durante o teste de exercício em indivíduos magros com e sem AOS, obesos com sem AOS ($32,1 \pm 9,5$ mL/kg/min, $30,5 \pm 7,4$ mL/kg/min, $21,7 \pm 6,3$ mL/kg/min e $24,7 \pm 7,5$, respectivamente). Foi significativamente menor o VO_2 nos grupos de indivíduos obesos com e sem AOS, $p < 0,01$.

No estudo de Hargens et al. (31) realizaram um estudo que buscou observar a resposta ventilatória durante o teste de exercício em cicloergômetro em adultos jovens com AOS e sobrepeso em comparação com indivíduos controles similares em idade, IMC e adiposidade central. Também não encontraram diferença no VO_2 entre o grupo com AOS e o controle ($27,1 \pm 4,5$ mL/kg/min e $28,0 \pm 5,8$ mL/kg/min, respectivamente, $p < 0,05$). Porém, o grupo AOS apresentou uma resposta ventilatória aumentada durante o exercício comparado ao grupo controle.

Procurando avaliar a resposta ventilatória durante o exercício em pacientes com AOS e obesidade mórbida, Bruni et al. (32) observaram que a AOS não limita a capacidade de exercício nesse grupo de indivíduos. Os autores incluíram no estudo 15 indivíduos obesos mórbidos com e sem AOS e 12 indivíduos saudáveis e magros. Todos passaram por um teste de exercício em cicloergômetro. Os valores obtidos no teste não mostraram diferença significativa entre os grupos, inclusive na resposta ventilatória, com exceção do $VO_{2\text{pico}}$ que foi menor no grupo de obesos com e sem AOS comparados aos indivíduos controle magros ($17,7 \pm 7,3$ mL/kg/min e $19,48 \pm 5,1$ mL/kg/min para $30,6 \pm 5,3$ mL/kg/min, respectivamente, $p < 0,01$).

Segundo Vanhecke et al. (33), ao contrário do estudo de Bruni et al. (32), observaram que indivíduos com AOS e obesidade mórbida apresentaram uma capacidade de exercício reduzida e respostas hemodinâmicas diferentes quando comparados com indivíduos com obesidade mórbida e sem AOS. O estu-

do analisou os resultados da polissonografia e do teste de exercício em 42 pessoas com AOS e 50 sem AOS. No TCPE, na esteira, os indivíduos com AOS demonstraram um VO_2 significativamente reduzido em relação ao grupo controle ($17,6 \pm 4,2$ mL/kg/min e $21,1 \pm 3,8$ mL/kg/min, respectivamente, $p = > 0,001$).

O estudo de Dobrosielski et al. (34) mostra que a perda de peso e o treinamento físico, são importantes fatores para melhorar a capacidade de exercício em pacientes com AOS. Os autores buscaram observar o efeito do treinamento físico (programa de exercício aeróbico e de resistência de intensidade moderada a forte em esteira, cicloergômetro ou degrau para conseguir um consumo de energia $> 500-1000$ MET min/sem) e de uma dieta adequada na severidade da AOS em 25 indivíduos idosos e obesos. Entre outras avaliações, eles incluíram a capacidade de exercício. Após 12 semanas de intervenção, observaram um aumento de 20 % na capacidade de exercício do grupo estudado ($22,3 \pm 6,2$ mL/kg/min para $26,8 \pm 3,2$ mL/kg/min, $p < 0,01$).

Em relação ao treinamento físico, Sengul et al. (20) mostrou que um programa de exercícios respiratório e aeróbico com duração de 12 semanas foi capaz de melhorar significativamente o VO_2 em 20 pacientes com AOS leve e moderada ($15,38 \pm 3,58$ mL/kg/min para $17,48 \pm 5,63$ mL/kg/min, $p < 0,05$).

A pressão positiva contínua na via aérea (CPAP) é o tratamento não farmacológico mais utilizado na AOS também apresenta efeitos positivos em relação à capacidade de exercício. Isso foi o

que observaram Maeder et al. (15) em seu estudo, ao avaliar 40 pacientes com AOS (leve, moderada e severa), antes e após o tratamento com CPAP. Em um tempo de terapia de $7,9 \pm 1,4$ meses, os autores observaram uma pequena melhora, porém significativa, no $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ($31,9 \pm 9,3$ mL/kg/min para $33,7 \pm 9,0$ mL/kg/min, $p = 0,02$).

Na pesquisa de Pendhakar et al. (35) que estudaram 15 indivíduos obesos com AOS e observaram que o uso de CPAP noturno aumentou a tolerância de exercício no grupo. Após 3 meses de terapia com CPAP o tempo de exercício aumentou, porém não ocorreu melhora no $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ($17,0 \pm 4,2$ mL/kg/min para $16,6 \pm 3,5$ mL/kg/min).

De acordo com Ozsarac et al. (36) que investigaram as mudanças na capacidade cardiopulmonar durante o exercício em pacientes com AOS. Após 4 semanas de tratamento, o grupo que utilizou CPAP não teve diferença no $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ($22,52 \pm 6,62$ mL/kg/min para $21,32 \pm 5,26$ mL/kg/min, $p = 0,111$), enquanto o grupo que não utilizou o CPAP teve um decréscimo nos valores ($21,31 \pm 5,66$ mL/kg/min para $19,92 \pm 5,40$ mL/kg/min, $p = 0,05$). Os resultados desse estudo mostram que o uso do CPAP preservou a capacidade de exercício nesse grupo de indivíduos.

No estudo de Ackel-D'Elia et al. (37) onde investigaram os efeitos de 2 meses de treinamento aeróbico (caminhada e corrida) associado com o tratamento com CPAP em indivíduos com AOS moderada e severa. Os participantes do estudo não tiveram um aumento significativo

do VO_2 . Os valores foram de $19,8 \pm 5,0$ mL/kg/min para $23,0 \pm 6,0$ mL/kg/min, porém a velocidade alcançada no limiar anaeróbico e no pico de exercício foi maior depois da intervenção.

Os estudos mostram que o tratamento CPAP tem resultados positivos na manutenção da capacidade de exercício desses pacientes e o treinamento físico, como mostram Ackel-D'elia et al. (37), é um importante adjuvante. O tempo de tratamento com o CPAP, pode ser um possível motivo para alguns dos estudos citados acima não apresentarem uma melhora significativa no consumo de oxigênio.

Alguns dos estudos selecionados que realizaram teste cardiopulmonar (38, 39, 40, 41), não relataram o valor de VO_2 e seus resultados não demonstraram significância quando comparados aos seus objetivos.

Conclusão

Os estudos analisados mostram que a capacidade de exercício é limitada em indivíduos com AOS quando avaliados pelo TCPE. Porém, ainda não está definido na literatura o que causa essa limitação. Se são as alterações ventilatórias e hemodinâmicas inerentes a AOS ou fatores como sexo, obesidade, idade e outras comorbidades associadas. O TCPE é uma importante ferramenta para avaliação, prescrição de tratamento e acompanhamento de indivíduos com AOS. Apesar de o protocolo de rampa ter sido o mais utilizado, a escolha de protocolo e ergômetro deve ser individual, levando em consideração as características e limitações da população estudada. Observou-se que a terapia com CPAP contribui para a melhora da capacidade funcional em pacientes com AOS.

Referências bibliográficas

1. Chaves CM, Dal-Fabbro C, Sales de Bruin V, Tufik S, Azeredo Bittencourt, LR. Consenso brasileiro de ronco e apneia do sono—aspectos de interesse aos ortodontistas. *Dental Press J Orthod.* [Internet] 2011; Jan,16(1):1-10. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v16n1/07.pdf>
2. Thorpy MJ. Classification of sleep disorders. *Neurotherapeutics.* 2012; Sept,9(4):687-701. DOI: 10.1007/s13311-012-0145-6
3. Da Silva GA, Sander HH, Eckeli AL, França Fernandes RM, Coelho EB, Nobre F. Conceitos básicos sobre síndrome da apneia obstrutiva do sono. *Rev Bras Hipert.* [Internet] 2009; Abr,16(3):150-157. <http://departamentos.cardiol.br/dha/revista/16-3/05-conceitos.pdf>
4. Pereira A. Síndrome da apneia obstrutiva do sono fisiopatologia, epidemiologia, consequências, diagnóstico e tratamento. *Arq de Med.* [Internet] 2007;21(5-6):159-173. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0871-34132007000400006&lng=pt&nrm=i
5. Nascimento AP, Moraes VM, Pedrosa RP, Brasileiro-Santos M do S, Lucena IM, Bregieiro LO, Cruz A, et al. Qualidade do sono e tolerância ao esforço em portadores de apneia obstrutiva do sono. *Rev Bras de Med do Espor.* [Internet] 2014; Abr,20(2):115-118. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922014000200115&script=sci_abstract&lng=pt
6. Campostrini D, Prado LBF, Prado, G. Síndrome da apneia obstrutiva do sono e doenças cardiovasculares. *Rev Neur.* 2014; Fev,22(1):102-12. DOI: 10.4181/RNC.2014.22.930.11p
7. Mortari DM, Leguisamo CP, Fagundes SC. Capacidade de exercício em pacientes com síndrome da apneia obstrutiva do sono. *Rev da Fac de Ciên Méd de Soroc.* [Internet] 2014;16(4):164-169. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/RFCMS/article/view/16720>
8. Tassinari C CR, Piccin CF, Beck MC, Scapini F, Oliveira LCA, Signor LU, et al. Capacidade funcional e qualidade de vida entre sujeitos saudáveis e pacientes com apneia obstrutiva do sono. *Med (Ribeirão Preto. Online).* [Internet] 2016; Out,49(2):152-159. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/118409>
9. Albouaini K, et al. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Postgr Med Jour.* 2007; Nov,83(985):675-682. doi: 10.1136/hrt.2007.121558
10. Araújo CGS de. Teste de exercício: terminologia e algumas considerações sobre passado, presente e futuro baseadas em evidências. *Rev Bras de Med do Espor.* 2000; Jun,6(3):77-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922000000300003>
11. Meneghelo RS et al. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras de Card.* [Internet] 2010;95(5):1-26. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010000800001>
12. Hargens TA et al. Association between sleep disorders, obesity, and exercise: a review. *Nat and Scien of Sleep.* 2013; Mar,(5):27. doi:10.2147/NSS.S34838
13. GalvãoO, T. F. e Pereira, M. G. Revisões sistemáticas de literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiol Serv. Saúde, Brasília.* 2014; Jan/mar,23(1):183-184. doi: 10.5123/S1679-49742014000100018
13. ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;(167):211-277. <https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211>
14. Beltz NM, Gibson AL, Janot JM, Kravitz L, Mermier CM, Dalleck LC. Graded Exercise Testing Protocols for the

Determination of VO_2max : Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. *Jour of S Med*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3968393>

15. Maeder MT, Ammann P, Münzer T, Hürny C, Myers J, Rickli H, et al. Continuous positive airway pressure improves exercise capacity and heart rate recovery in obstructive sleep apnea. *Inter Jour of Cardiol*. 2009; Jan, 132(1):75-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2007.10.040>

16. Maeder MT, Ammann P, Schoch OD, Hürny C, Myers J, Münzer T, et al. Determinants of postexercise heart rate recovery in patients with the obstructive sleep apnea syndrome. *CHEST Journal*. 2010; Feb, 137(2): 310-317. <https://doi.org/10.1378/chest.09-1424>

17. Rizzi CF, Cintra F, Risso T, Tufik S, Paola A de, Poyares D, et al. Exercise capacity and obstructive sleep apnea in lean subjects. *CHEST Journal*. 2010; Jan, 137(1):09-114. <https://doi.org/10.1378/chest.09-1201>

18. Rizzi CF, Cintra F, Mello-Fujita, L, Rios LF, Mendonca ET, Feres MC, et al. Does obstructive sleep apnea impair the cardiopulmonary response to exercise? *Sleep*. 2013; Oct, 36(4):547-53. doi:10.5665/sleep.2542

19. Nanas S, Sakellariou D, Kapsimalakou S, Dimopoulos S, Tassiou A, Tasoulis A, et al. Heart rate recovery and oxygen kinetics after exercise in obstructive sleep apnea syndrome. *Clinic Cardio*. 2010; Oct, 33(1):46-5. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/clc.20707>

20. Sengul YS, Ozalevli S, Oztura I, Itil O, Baklan B. The effect of exercise on obstructive sleep apnea: a randomized and controlled trial. *Sleep and Breathing*. 2011; 15(1):49-56. doi:10.1007/s11325-009-0311-1

21. Beitler JR, Awad KM, Bakker JP, Edwards BA, Young P de, Djonglagic I, et al. Obstructive sleep apnea is associated

with impaired exercise capacity: a cross-sectional study. *Jour of Clin Sleep Med*. 2014; Jul, 10(1):1199. <http://dx.doi.org/10.5664/jcs.m.4200>

22. Silva SC, Farinatti PTV, Monteiro WD. Avaliação da capacidade máxima de exercício: uma revisão sobre os protocolos tradicionais e a evolução para modelos individualizados. *Rev Bras Med Esport*. 2011; Out, 17(5):363-369. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922011000500014>

23. Pereira DA, Ribeiro GA, Noman MC, Rocha DS, Parreira VF, Máximo LS, et al. Teste de esforço cardiopulmonar com protocolo de rampa em adultos com insuficiência cardíaca. *Rev Bras Fisioter*. 2010; Nov, 14(1):184. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000600004>

24. Lin C-C, Hsieh W-Y, Chou C-S, Liaw S-F. Cardiopulmonary exercise testing in obstructive sleep apnea syndrome. *Res Phys & Neur*. 2006; Jan, 150(1):27-34. doi:10.1016/j.resp.2005.01.008

25. Cepeda FX, Toschi-Dias E, Maki-Nunes C, Rondon MU, Alves MJ, Braga AM, et al. Obstructive sleep apnea impairs postexercise sympathovagal balance in patients with metabolic syndrome. *Sleep*. 2015; Jan, 38(7):1059-1066. doi:10.5665/sleep.4812

26. Penzel T, Riedl M, Gapelyuk A, Suhrbier A, Bretthauer G, Malber H, et al. Effect of CPAP therapy on daytime cardiovascular regulations in patients with obstructive sleep apnea. *Comp in Biol and Med*. 2012; 42(3):328-34. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2011.09.001>

27. Kasiakogias A, Tsioufis C, Thomopoulos C, Andrikou I, Kefala A, Papadopoulos D, et al. A hypertensive response to exercise is prominent in patients with obstructive sleep apnea and hypertension: a controlled study. *Jour of Clin Hyper*. 2013; Jul, 15(7):497-502. doi:10.1111/jch.12111

28. Kline CE, Crowley EP, Ewing GB, Burch JB, Blair SN, Durstine JL, et al. Blunted heart rate recovery is improved

following exercise training in overweight adults with obstructive sleep apnea. *Inter Jour of Card.* 2013; May,167(4):1610-1615. doi:10.1016/j.ijcard.2012.04.108

29. Kaleth AS, Chittenden TW, Hawkins BJ, Hargens TA, Guill SG. Unique cardiopulmonary exercise test responses in overweight middle-aged adults with obstructive sleep apnea. *Sleep Med.* 2007; Feb,8(2):160-168. doi:10.1016/j.sleep.2006.08.005

30. Alonso-Fernández A, García-Río F, Arias MA, Mediano O. Obstructive sleep apnoea-hypoapnoea syndrome reversibly depresses cardiac response to exercise. *Eur Heart Jour.* 2005;27(2):207-215. doi:10.1093/eurheartj/ehi621

31. Hargens TA, Guill SG, Aron A, Zedalis D, Gregg JM, Nickols-Richardson SM, et al. Altered ventilatory responses to exercise testing in young adult men with obstructive sleep apnea. *Resp Med.* 2009; Feb,103(7):1063-1069. Disponible em: <https://core.ac.uk/download/pdf/81154885.pdf>

32. Bruni GI, Gigliotti F, Scano G. Obstructive sleep apnea (OSA) does not affect ventilatory and perceptual responses to exercise in morbidly obese subjects. *Resp Phys & Neur.* 2012; Jun,183(3):193-200. DOI: 10.1016/j.resp.2012.06.029

33. Vanhecke TE, Franklin BA, Zalesin KC, Jong AT de, Agrawal V, McCullough PA, et al. Cardiorespiratory fitness and obstructive sleep apnea syndrome in morbidly obese patients. *CHEST Journal.* 2008; Sept,134(3):539-545. DOI: <https://doi.org/10.1378/chest.08-0567>

34. Dobrosielski DA, Patil S, Schwartz A, Bandeen-Roche K, Stewart K. Effects of exercise and weight loss in older adults with obstructive sleep apnea. *Medicine and Science in Sports & Exercise.* 2015; Jan,47(1):20. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000387

35. Pendharkar SR, Tsai WH, Eves ND, Ford GT, Davidson WJ. CPAP increases

exercise tolerance in obese subjects with obstructive sleep apnea. *Resp Med.* 2011; Jul,105(10):1565-1571. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2011.06.007>

36. Ozsarac I, Bayram N, Uyar M, Kosovali D, Gundogdu N, Filiz A. Effects of positive airway pressure therapy on exercise parameters in obstructive sleep apnea. *Annals of Saudi Med.* 2014; Jul,34(4):302. DOI: 10.5144/0256-4947.2014.302

37. Ackel-D'Elia C, Silva AC da, Silva RS, Truksinas E, Sousa BS, Tufik S, et al. Effects of exercise training associated with continuous positive airway pressure treatment in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep and Breathing.* 2012; Jul,16(3):723-735. DOI: 10.1007/s11325-011-0567-0

38. Cilli A, Batmaz F, Demir I, Boz A, Toprak E, Ozdemir T, et al. The diagnostic yield of exercise stress testing as a screening tool for subclinical coronary artery disease in patients with moderate to severe obstructive sleep apnea. *Jour of Clin Sleep Med.* 2011; Sept,7(1):25. Disponible em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3041621/>

39. Çiçek D, Gökay S, Lakadamyali H, Sapmaz I, Muderrisoglu H. Effect of obstructive sleep apnea on heart rate, heart rate recovery and QTc and P-wave dispersion in newly diagnosed untreated patients. *Amer Jour of the Med Scienc.* 2012; Sept,344(3):180-185. DOI: 10.1097/MAJ.0b013e318239a67f.

40. Chien M-Y, Chang Y-J, Lee P, Yang P-C, Wu Y-T. Electrophysiologic changes with incremental exercise in obstructive sleep apnea. *Muscle & Nerve.* 2013; Jun,48(2):212-218. Disponible em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/mus.23745>

41. Cheung Y-Y, Tai B-C, Loo G, Khoo S-M, Cheong K Y-P, Barbe F, et al. Screening for Obstructive Sleep Apnea in the Assessment of Coronary Risk. *The Amer Jour of Card.* 2017; Apr,119(7):996-1002. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.11.058