



**ATIVIDADE FÍSICA E FORÇA MUSCULAR VENTILATÓRIA DE IDOSOS:
UMA METANÁLISE**

**PHYSICAL ACTIVITY AND VENTILATORY MUSCLE STRENGTH IN THE
ELDERLY: A META-ANALYSIS**

**ACTIVIDAD FÍSICA Y FUERZA MUSCULAR VENTILATORA DE ANCIANOS:
UN METANALISIS.**

Fabio Dutra Pereira¹
Patrícia Zaidan de Barros²
Elirez Bezerra da Silva³

Resumo: Dinapenia da musculatura ventilatória reduz a higienização brônquica, incrementa as complicações pós-operatórias e os óbitos advindos de cirurgias toraco-abdominais em idosos.

Objetivo: medir o efeito da atividade física sobre a força dos músculos ventilatórios de idosos.

Metodologia: consultou-se *PubMed*, *Cochrane*, *PEDro*, *Scirus* e *Lilacs*; artigos elegíveis e selecionados por *PICOS* e *STROBE*; metanálise de modelo de efeito aleatório e nível de significância $P \leq 0,05$. **Resultados:** $PI_{m\acute{a}x}$ ($WMD = -14,63 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $P = 0,000$) e $PE_{m\acute{a}x}$ ($WMD = 14,30 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $P = 0,000$) para idosos fisicamente ativos sobre os sedentários. **Conclusão:** o exercício cardiorrespiratório nas mais variadas modalidades esportivas pode produzir o aumento da força dos músculos ventilatórios de idosos; os fisicamente ativos têm a $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ significativamente superiores aos sedentários.

Palavras-chave: Exercício físico. Músculos respiratórios. Envelhecimento. Revisão sistemática.

Abstract: Ventilatory muscle dynapenia reduces bronchial hygiene, increases postoperative complications and deaths from thoracic-abdominal surgeries in the elderly. **Objective:** to measure

¹ Doutor em ciências do exercício e do esporte (UERJ); mestre em ciência da motricidade humana; especialista em fisiologia do exercício e reabilitação pneumofuncional avançada; líder do grupo de pesquisa METANGRUPO. (m.g@metangrupa.com)

² Doutora e mestra em ciências do exercício e do esporte (UERJ); coordenadora da pós-graduação em fisioterapia pélvica (UNESA-RJ); colaboradora dos ambulatórios urologia/ginecologia/proctologia (HFSRJ). (patriciazaidan@gmail.com)

³ Doutor e mestre em educação física (UGF); docente do programa de pós-graduação *stricto sensu* em ciências do exercício e do esporte (UERJ); líder do grupo de pesquisa ciência do exercício e da saúde (GPCES). (elirezsilva@cosmevelho.com.br)

the effect of physical activity on the strength of the ventilatory muscles of the elderly. **Methodology:** consulted PubMed, Cochrane, PEDro, Scirus and Lilacs; articles eligible and selected by PICOS and STROBE; meta-analysis of the random effect model and significance level $P \leq 0,05$. **Results:** MIP (WMD = -14,63 cmH₂O and $P = 0,000$) and MEP (WMD = 14,30 cmH₂O and $P = 0,000$) for physically active elderly over the sedentary. **Conclusion:** the cardiorespiratory exercise in the most varied sports modalities can produce the increase of the strength of the ventilatory muscles of the elderly, the physically active ones have MIP and MEP significantly superior to the sedentary ones.

Keywords: Physical exercise. Respiratory muscles. Aging; Systematic review.

Resumen: La disminución muscular de ventilación reduce la higiene bronquial, aumenta las complicaciones postoperatorias y las muertes por cirugías toracoabdominales en ancianos. **Objetivo:** medir el efecto de la actividad física sobre la fuerza de los músculos ventilatorios de los ancianos. **Metodología:** se consultó a PubMed, Cochrane, PEDro, Scirus y Lilacs; artículos elegibles seleccionados por PICOS y STROBE; modelo de efecto aleatorio metanálisis y nivel de significación $P \leq 0,05$. **Resultados:** P_{Imáx} (WMD = -14.63 cmH₂O y $P = 0.000$) y P_{Emáx} (WMD = 14.30 cmH₂O y $P = 0.000$) para los ancianos físicamente activos sobre los sedentarios. **Conclusión:** el ejercicio cardiorrespiratorio en las más variadas modalidades deportivas puede producir un aumento de la fuerza de los músculos ventilatorios de los ancianos, los físicamente activos tienen P_{Imáx} y P_{Emáx} significativamente más altos que los sedentarios.

Palabras clave: Ejercicio físico. Músculos respiratorios. Envejecimiento. Revisión sistemática.

1 Introdução

A senescência ocasionará o decréscimo de aspectos biológicos, psicológicos e sociais, que irá tornar o idoso mais suscetível às doenças (UNICOVSKY, 2004). Especificamente sobre o aspecto biológico, esse processo inevitavelmente acarretará algum tipo de incapacidade funcional no decorrer dos vinte e dois anos de expectativa de vida a partir dos sessenta anos de idade (CAMARGOS, PERPÉTUO e MACHADO, 2005; ALENCAR et al., 2017). Sabe-se ainda que uma dessas inexoráveis alterações decorrentes do envelhecimento, a sarcopenia, destaca-se por acometer o sistema musculoesquelético, resultando no decréscimo de parâmetros anátomo-fisiológicos e funcionais (FANCIULLI, DELITALA e DELITALA, 2009; PÍCOLI, FIGUEIREDO e PATRIZZI, 2011).

Assim, a dinapenia, uma das consequências funcionais da sarcopenia, caracteriza-se pela específica redução da força muscular devido ao envelhecimento (MARZETTI et al., 2010; CLARK e MANINI, 2012), predispondo os idosos a maior risco às limitações das atividades da

vida diária e mortalidade (MANINI et al., 2007; ARTERO et al., 2011). Sobre sua extensão, é reconhecido seu caráter generalizado, atingindo inclusive os músculos ventilatórios, que são responsáveis pela inspiração e expiração, tanto em homens quanto em mulheres (JANSSENS, 2005; SIMÕES et al., 2007; SIMÕES et al., 2009; SIMÕES et al., 2010).

Quando a dinapenia acomete especificamente a musculatura ventilatória, sugere-se uma maior atenção a esta condição antes de uma cirurgia toraco-abdominal, uma vez que a fraqueza ventilatória está diretamente associada ao tempo de internação pós-operatório, que pode aumentar de $8,7 \pm 2,7$ para $15,5 \pm 8,3$ dias, diferença percentual ($\Delta\%$) = 78,2 com P-valor (P) = 0,04 (GUEDES, BARBOSA e HOLANDA, 2009) e, conseqüentemente, elevar a incidência das complicações pós-operatórias em até 20% e também a um risco relativo de 5,5 (Intervalo de confiança = 2,19 – 13,82) (BELLINETTI e THOMSON, 2006; OLIVEIRA et al., 2008), viabilizando, assim, as infecções respiratórias, sobretudo a pneumonia, que pode representar 35,8% dos óbitos totais por infecção hospitalar em idosos (GUIMARÃES et al., 2011). Ainda neste sentido, quando pacientes eleitos para cirurgia toraco-abdominal são submetidos ao treinamento pré-operatório específico da musculatura ventilatória, o incremento da força muscular advindo de seu desfecho antes da cirurgia poderá auxiliar na prevenção de morbidades e mortalidade pós-operatória (FELTRIM, JATENE e BERNARDO, 2007; DE MIRANDA, PADULLA e BORTOLATTO, 2011; FRANÇA et al., 2012).

Talvez, uma outra possibilidade de treinamento muscular ventilatório é que durante o exercício, nas mais variadas modalidades esportivas, ocorre a adaptação aguda do sistema respiratório, em que o sistema nervoso autônomo (SNA) ajusta o ritmo e a duração do tempo ventilatório para garantir a homeostase sérica arterial de gás carbônico (CO₂) e oxigênio (O₂) (NEDER e NERY, 2002; LOPES, BRITO e PARREIRA, 2005). Em função do aumento da frequência ventilatória, número de incursões ventilatórias por minuto, e da elevação no padrão toraco-abdominal, maior expansão do tórax e abdome, advindos do exercício, seria coerente admitir a existência de uma possível sobrecarga de treinamento para os músculos ventilatórios. Logo, a prática regular das mais variadas modalidades de atividade física e esportivas, que é fortemente reconhecida por seus inúmeros benefícios (WARBURTON, NICOL e BREDIN, 2006; SILVA et al., 2010), poderia também produzir algum impacto sobre a musculatura ventilatória, provocando incrementos de força na musculatura inspiratória e expiratória, expressadas respectivamente pelas pressões inspiratória máxima (P_{Imáx}) e expiratória máxima (P_{Emáx}), quando mensuradas pela manovacuometria (AMERICAN THORACIC SOCIETY e EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY, 2002).

Tal hipótese, se verdadeira, tornaria a prática regular da atividade física e esportiva, em suas mais variadas modalidades, uma alternativa de promoção de saúde e prevenção de doenças à terceira idade, especificamente, na redução de morbidades e mortalidade pós-operatória advindas de cirurgia toraco-abdominal.

Desta feita, esta metanálise objetivou verificar o efeito da atividade física sobre a força dos músculos ventilatórios de idosos.

2 Metodologia

Metanálise desenvolvida no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - Brasil. Redigida a partir de *The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses* (LIBERATI et al., 2009), dispondo seu protocolo em www.crd.york.ac.uk/prospero sob o registro: CRD42013005151.

Critérios de elegibilidade

Ter como variável independente a prática regular de atividade física nas diversas modalidades não especificamente prescrita à musculatura ventilatória; ter como variável dependente a força dos músculos ventilatórios (P_{Imáx} e/ou a P_{Emáx}); amostra composta por participantes declarados não portadores de doença, com idade média ≥ 60 anos. Optou-se pelo corte 60 anos, pois no Brasil esta é a idade classificatória para o idoso, e, dos sete estudos selecionados, cinco foram de população brasileira (DOS DEPUTADOS, 2003).

Estratégia de busca

Determinaram-se os descritores *physical activity*, *respiratory muscles* e *elderly*, disponíveis nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no *Medical Subject Headings (MeSH)*. Com intuito de potencializar a busca, utilizou-se os sinônimos: atividade motora, exercício, força muscular respiratória, P_{Imáx}, P_{Emáx}, função muscular respiratória, função muscular, velho e adultos mais velhos.

Respeitando as particularidades operacionais de cada base de dados, em maio de 2017 – na principal base consultada *PubMed* – optou-se pela busca: “*Advanced Search*”; no campo primário para sugestões de pesquisa, selecionou-se “*Title/Abstract*”; utilizaram-se os conectivos “*or*” intrassinônimos e “*and*” interdescritores. Assim, executou-se a busca ((*physical activity or motor activity or exercise*) *and* (*respiratory muscles or respiratory muscle strength or MIP or MEP or respiratory-muscle function or respiratory function*) *and* (*elderly or aged or older adults*)). Estabeleceram-se ainda os limites tipo de artigo “*Clinical trial*”, espécie “*Human*” e datas de publicação “2001 to 2017”. O corte do ano inicial de 2001 foi adotado, pois pretendia-se encontrar estudos controlados e randomizados com maior qualidade metodológica, já que a primeira proposta do “*Consolidated Standards of Reporting Trials - CONSORT 2001*” foi proposta a partir desse ano (MOHER, SCHULZ e ALTMAN, 2001). Utilizaram-se ainda as bases de dados *Cochrane*, *PEдро*, *Scirus* e *Lilacs*.

Em abril de 2019, com intuito de atualização de dados, realizou-se uma última busca com a estratégia já descrita, mas com limite de datas de publicação de “2017 a 2019”. Entretanto, não se identificou novo estudo a ser incluído na presente metanálise.

Durante a busca, dois dos autores realizaram de forma independente a triagem dos registros disponíveis, identificando e excluindo os duplicados. Em seguida, analisando os títulos e resumos que, atendiam aos critérios de elegibilidade estabelecidos pela presente metanálise, fazia-se uma recuperação “*full text*” desses registros e iniciava-se a seleção.

Crítérios de seleção

Conjuntamente, dois autores, considerando a força de evidência de cada um dos artigos recuperados, identificavam risco de vieses que pudessem comprometer a validade interna, externa e a interpretação de seus resultados. Depois, em ação independente e seguindo a taxa de um artigo por dia, analisavam a qualidade metodológica desses artigos, considerando participantes, intervenções, comparações, resultados, delineamento metodológico (*PICOS*) e a *Statement of cross-sectional studies - STROBE*, quando optou-se pelo corte de 13 itens, no mínimo, do total de 22 propostos (VON ELM *et al.*, 2007; FUCHS e PAIM, 2010; DA SILVA, 2012).

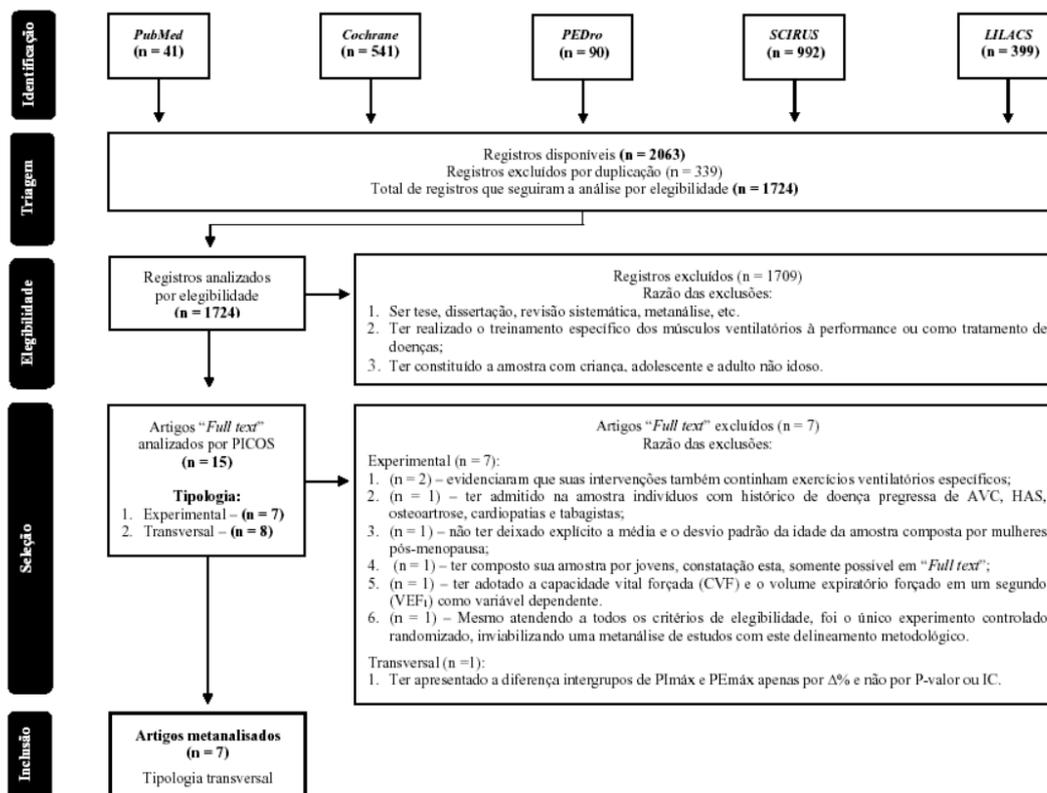
Finalizando, os dois autores, novamente em ação conjunta, confrontavam seus resultados de seleção e, nos casos em que não houvesse consenso, um terceiro autor e coordenador da presente pesquisa decidia pela seleção ou não do artigo. Uma vez selecionado, era incluído para a metanálise.

Análise estatística

Utilizou-se o *Software Stata Statistical SE/11.0 (StataCorp LP, 2009 - College Station, TX, EUA)* para inserir número amostral, média e desvio padrão das P_{Imáx} e P_{Emáx} dos grupos fisicamente ativos e sedentários. Rodou-se uma metanálise de modelo de efeito aleatório, pois a heterogeneidade verificada pelo teste de inconcistência foi de $I^2 > 25\%$ (DOS SANTOS e CUNHA, 2013). A medição da força dos músculos ventilatórios foi realizada em mesma escala, optando-se assim pela diferença de média ponderada. O nível de significância adotado foi $P \leq 0,05$.

3 Resultados

A Figura 1 apresenta as etapas de identificação, triagem, elegibilidade, seleção e inclusão dos sete artigos transversais metanalisados. Explicitam-se também as razões da não inclusão de alguns artigos nesta metanálise.



Fonte: próprios autores.
Figura 1: Diagrama de fluxo.

Os resultados dos referidos artigos encontram-se no Quadro 1. Neste, das dez comparações da P_{Imáx} intergrupos realizadas, nove evidenciaram superioridade estatisticamente significativa do grupo idosos fisicamente ativos (GIFA) sobre o grupo idosos sedentários (GIS), frequência relativa (FR) = 90%, e, das oito da P_{Emáx}, cinco tiveram o GIFA significativamente superior ao GIS = 62,5%.

Quadro 1: Resultados dos artigos transversais incluídos na metanálise.

Artigos Transversais Incluídos	FMV (cmH ₂ O)	GIFA (n) x±dp	GIS (n) x±dp	P-valor (B)
Watsford et al. (2005)	PImáx	(18 _M) -98,30±16,10	(18 _M) -86,30±18,30	0,04*
	PEmáx	(18 _M) 140,20±20,90	(18 _M) 112,20±35,40	0,01*
	PImáx	(18 _F) -66,90±23,00	(18 _F) -52,30±19,00	0,04*
	PEmáx	(18 _F) 83,90±30,80	(18 _F) 68,70±26,70	ÑS
Gonçalves et al. (2006)	PImáx	(43 _{F1}) -56,28±23,25	(32 _{F1}) -40,94±8,65	0,0001*
	PEmáx	(43 _{F1}) 59,53±14,09	(32 _{F1}) 56,88±12,09	0,1969
	PImáx	(24 _{F2}) -49,58±16,93	(13 _{F2}) -38,46±7,46	0,004*
	PEmáx	(24 _{F2}) 62,92±14,81	(13 _{F2}) 50,77±14,83	0,01*
	PImáx	(12 _{F3}) -47,27±16,96	(12 _{F3}) -35,00±5,64	0,02*
	PEmáx	(12 _{F3}) 61,25±15,54	(12 _{F3}) 47,50±10,97	0,01*
Cader et al. (2006)	PImáx	(8 _F) -70,00±6,41	(8 _F) -53,13±6,33	0,0001*
Cader et al. (2007)	PImáx	(10 _F) -77,00±7,30	(10 _F) -51,50±19,40	0,015*
Summerhill et al. (2007)	PImáx	(12 _{MF}) -99,00±32,00	(12 _{MF}) -75,00±14,00	0,03*
	PEmáx	(12 _{MF}) 130,00±44,00	(12 _{MF}) 80,00±24,00	0,002*
Freitas et al. (2010)	PImáx	(35 _{MF}) -66,90±21,10	(26 _{MF}) -66,90±17,80	0,99
	PEmáx	(35 _{MF}) 81,70±24,00	(26 _{MF}) 73,90±19,40	0,17
Santos e Travensolo (2011)	PImáx	(8 _{MF}) -85,50±12,08	(8 _{MF}) -61,00±12,04	0,001*
	PEmáx	(8 _{MF}) 70,50±13,84	(8 _{MF}) 52,00±15,71	0,02*

FMV = forçados músculos ventilatórios; (cmH₂O) = unidade de medida de pressão em centímetros de água; (n) x±dp = número amostral, média e desvio padrão; (B) = intergrupos; PImáx = pressão inspiratória máxima; PEmáx = pressão expiratória máxima; M = amostra de sexo masculino; F = amostra de sexo feminino; * = diferença intergrupo estatisticamente significativa (P ≤ 0,05); ÑS = diferença intergrupo estatisticamente não significativa; F1, 2 e 3 = amostra de sexo feminino faixas etárias (65 a 69, 70 a 74 e 75 a 79 anos, respectivamente); MF = amostra mista em ambos os sexos.

Fonte: próprios autores.

Quadro 2: Sumário dos artigos transversais incluídos na metanálise.

Artigos metanalisados [Itens STROBE]	Participantes	Atividade Física Praticada	Limitações
Watsford et al. (2005) [14 itens]	Foram alocados 72 sujeitos em GIMFA (n = 18; 64,6 ± 8,8 anos), GIFFA (n = 18; 64,6 ± 8,8 anos), GIMS (n = 18; 65,2 ± 8,7 anos) e GIFS (n = 18; 65,2 ± 10,3 anos).	Os GIMFA e GIFFA praticavam o mínimo de três sessões ou cinco horas de treino por semana, com intensidade moderada. As atividades foram caminhada, ciclismo, corrida, tênis e squash. Os GIMS e GIFS podiam praticar até duas sessões de atividade física de intensidade moderada por semana.	Não foi explicitado o <i>Follow up</i> para as atividades físicas praticadas pelos idosos ativos. Não evidenciou-se o volume das atividades, e a intensidade, ainda que relatada, é subjetiva. Permitiu-se que os grupos de idosos sedentários apresentassem histórico esportivo de até duas sessões semanais.
Gonçalves et al. (2006) [16 itens]	Foram alocados 136 sujeitos em GIFFA1 (n = 43; 65 a 69 anos), GIFFA2 (n = 24; 70 a 74 anos), GIFFA3 (n = 12; 75 a 79 anos), GIFS1 (n = 32; 65 a 69 anos), GIFS2 (n = 13; 70 a 74 anos) e GIFS3 (n = 12; 75 a 79 anos).	Os GIFFA 1, 2 e 3 praticavam o mínimo de duas sessões de caminhada livre por semana. Os GIFS 1, 2 e 3 não praticavam atividade física sistematizada.	Não explicitou-se <i>Follow up</i> , volume e a intensidade para a atividade física praticada pelas idosas ativas.
Cader et al. (2006) [13 itens]	Foram alocados 16 sujeitos em GIFFA (n = 8; 65,0 ± 2,43 anos) e GIFS (n = 8; 69,0 ± 2,06 anos).	O GIFFA praticava hidroginástica com <i>Follow up</i> mínimo de três meses. O GIFS não praticava atividade física sistematizada.	Não foi evidenciado volume e intensidade para a atividade física praticada pelas idosas ativas. O número amostral para o referido delineamento metodológico é considerado pequeno.
Cader et al. (2007) [13 itens]	Foram alocados 20 sujeitos em GIFFA (n = 10; 63,2 ± 2,5 anos) e GIFS (n = 10; 68,2 ± 5,8 anos).	O GIFFA praticava hidroginástica, no mínimo três sessões semanais, com volume de 60 minutos e com <i>Follow up</i> de pelo menos três meses.	Não explicitou-se a intensidade para a atividade física praticada pelas idosas ativas. O número amostral para o referido delineamento metodológico é considerado pequeno.

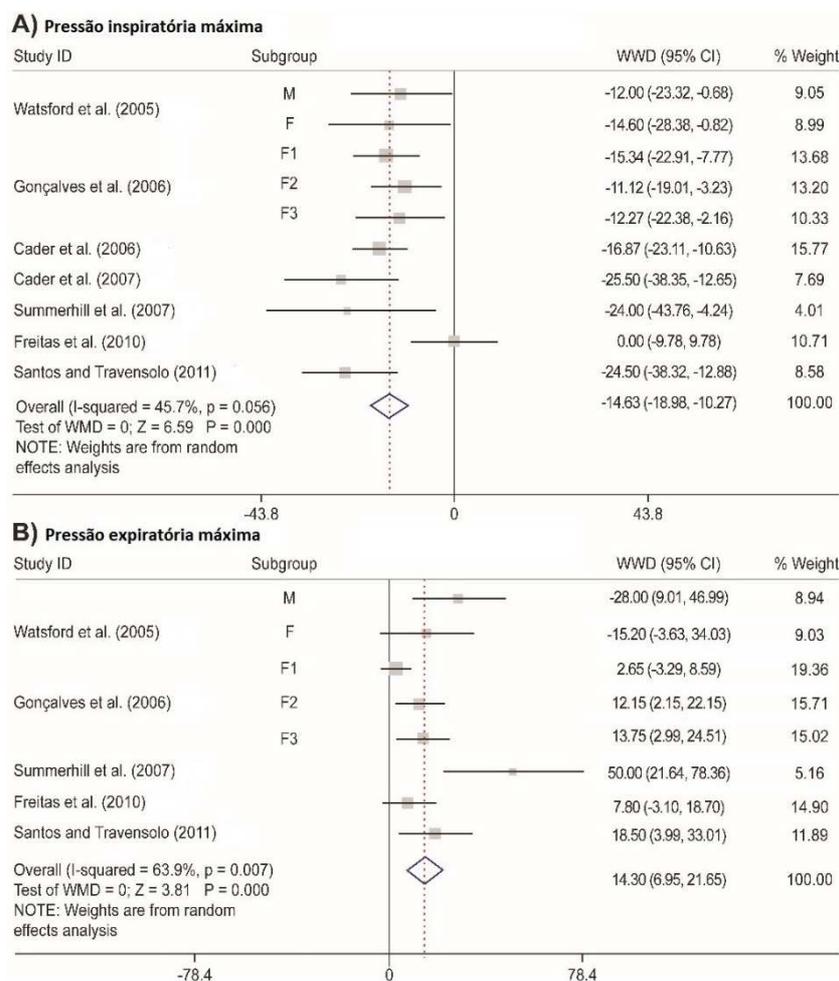
<p>Summerhill et al. (2007) [14 itens]</p>	<p>Foram alocados 24 sujeitos em GIMFFA (n = 12; 75 ± 5 anos) e GIMFS (n = 12; 73 ± 4 anos).</p>	<p>O GIFS não praticava atividade física sistematizada.</p> <p>O GIMFFA praticava atividade cardiorrespiratória de endurance, no mínimo três sessões semanais, com volume maior que 30 minutos e intensidade vigorosa.</p> <p>O GIMFS podia praticar atividade física sistematizada, desde que inferior aos parâmetros descritos ao GIMFFA.</p>	<p>Não evidenciou-se o <i>Follow up</i> para a atividade física praticada pelos idosos ativos, e o volume e a intensidade, ainda que relatados, são subjetivos.</p> <p>Não especificou-se a modalidade da atividade física praticada.</p> <p>Permitiu-se que o grupo de idosos sedentários apresentasse histórico esportivo, diferenciando-o do ativo de forma subjetiva.</p> <p>O número amostral para o referido delineamento metodológico é considerado pequeno.</p> <p>Constituiu-se a amostra com ambos os sexos de forma não dicotomizada.</p>
<p>Freitas et al. (2010) [18 itens]</p>	<p>Foram alocados 61 sujeitos em GIMFFA (n = 35) e GIMFS (n = 26), ambos os grupos com idade média superior a 60 anos.</p>	<p>O GIMFFA praticava no mínimo três sessões semanais, com volume maior que 30 minutos. As atividades praticadas foram natação, caminhada, corrida, ginástica e ciclismo.</p> <p>O GIMFS podia realizar atividade física sistematizada desde que inferior aos parâmetros descritos ao GIMFFA.</p>	<p>Não foi explícito o <i>Follow up</i> e a intensidade para as atividades físicas praticadas pelos idosos ativos e, o volume, ainda que relatado, é subjetivo.</p> <p>Permitiu-se que o grupo de idosos sedentários apresentasse histórico esportivo, diferenciando-o do ativo de forma subjetiva.</p> <p>Constituiu-se a amostra com ambos os sexos de forma não dicotomizada.</p> <p>Não evidenciou-se a média da idade dos grupos.</p>

<p>Santos e Travensolo (2011) [16 itens]</p>	<p>Foram alocados 16 sujeitos em GIMFFA (n = 8; 69,70 ± 8,17 anos) e GIMFS (n = 8; 66,20 ± 8,29 anos).</p>	<p>O GIMFFA praticava atividade física no mínimo três sessões semanais, com volume de 40 a 60 minutos e intensidade moderada. O GIMFS não praticava atividade física.</p>	<p>Não foi explicitado o <i>Follow up</i> para a atividade física praticada pelos idosos ativos, e a intensidade, ainda que relatada, é subjetiva. Não especificou-se a modalidade da atividade física praticada. O número amostral para o referido delineamento metodológico é considerado pequeno. Constituiu-se a amostra com ambos os sexos de forma não dicotomizada.</p>
--	--	---	--

GIMFA = grupo idoso masculino fisicamente ativo; n = tamanho amostral; GIFFA = grupo idoso feminino fisicamente ativo; GIMS = grupo idoso masculino sedentário; GIFS = grupo idoso feminino sedentário; GIFFA1, 2 e 3 = grupo idoso feminino fisicamente ativo, faixas etárias (65 a 69, 70 a 74 e 75 a 79 anos, respectivamente); GIFS1, 2 e 3 = grupo idoso feminino sedentário, faixas etárias (65 a 69, 70 a 74 e 75 a 79 anos, respectivamente); GIMFFA = grupo idoso ambos os sexos fisicamente ativo; GIMFS = grupo idoso ambos os sexos sedentário; *Follow up* = acompanhamento.

Fonte: próprios autores.

Quanto ao Quadro 2, é oportuno fazer saber que nenhum dos artigos incluídos nesta metanálise informaram como foi calculado o número amostral. Um outro fato importante é que, com excessão do artigo (SANTOS e TRAVENSOLO, 2011), os outros descreveram os procedimentos de medição da força muscular ventilatória, sendo similares em seus protocolos. Em todos os artigos metanalisados, apesar de utilizarem instrumentos de medição da P_{Imáx} e P_{Emáx} de diferentes marcas e modelos, a escala e a unidade de medida foram a mesma (cmH₂O). Mesmo respeitando a autonomia dos autores dos artigos (CADER et al., 2006; CADER et al., 2007), esses não mediram a P_{Emáx}, oportunidade perdida, e desse modo abriu-se precedentes para o viés de publicação.



Fonte: próprios autores.

Figura 2: metanálise da força dos músculos ventilatórios entre idosos fisicamente ativos e sedentários.

A Figura 2 evidencia os resultados metanalíticos para a P_{Imáx} e P_{Emáx} considerando a identificação dos estudos (*Study ID*), as análises subgrupos (*Subgroup*), as diferenças de médias ponderadas intergrupos com intervalo de confiança de 95% (*WWD 95% CI*), o peso percentual em análise para efeito aleatório (*% Weight*), o teste de inconcistência (*I-squared*) e a diferença de média ponderada (*WMD*). Logo, subdivide-se em:

Figura 2A, que apresenta a metanálise da comparação da P_{Imáx} entre idosos fisicamente ativos (n = 188) e sedentários (n = 157), totalizando n = 345. Nela, pode-se observar a medida metanalítica da diferença de média ponderada estatisticamente significativa (*WMD* = -14,63 cmH₂O e P = 0,000) de superioridade dos idosos fisicamente ativos.

A Figura 2B apresenta a metanálise da comparação da P_{Emáx} entre idosos fisicamente ativos (n = 170) e sedentários (n = 139), totalizando n = 309. Nela também se pode observar a referida medida metanalítica (*WMD* = 14,30 cmH₂O e P = 0,000) de superioridade significativa dos idosos fisicamente ativos.

4 Discussão

Os idosos fisicamente ativos apresentaram a força muscular ventilatória (PI_{máx} e PE_{máx}) significativamente maior que os sedentários (Figuras 2A e 2B). Tal fato pode ter ocorrido pela própria prática regular da atividade física, pois na adaptação aguda ao exercício, o sistema respiratório aumenta o ritmo e a duração do tempo ventilatório para manter as pressões parciais de CO₂ e O₂ no sangue arterial em níveis fisiológicos (NEDER e NERY, 2002; LOPES, BRITO e PARREIRA, 2005). Esse ajuste pode corresponder a um incremento de 3,0, 3,75 e 4,7 vezes da ventilação minuto de repouso quando em exercício de volume de apenas cinco minutos e intensidades 60 a 65, 70 a 75 e 80 a 85 por cento da frequência cardíaca máxima, respectivamente (ABRANTES et al., 2004). Logo, isso sugere uma possível sobrecarga de treinamento aos músculos ventilatórios, pois claramente há o incremento do trabalho da musculatura ventilatória.

Neste sentido, destacam-se por suas medidas metanálíticas a favor dos idosos fisicamente ativos, na PI_{máx} ($WWD = -16,87$ cmH₂O, $CI = -23,11$ a $-10,63$ e $Weight = 15,77\%$) o artigo “CADER et al., 2006” e na PE_{máx} ($WWD = 12,15$ cmH₂O, $CI = 2,15$ a $22,15$ e $Weight = 15,71\%$) o subgrupo F2 do artigo “GONÇALVES et al., 2006”. Segundo o Quadro 2, a periodização com no mínimo duas sessões semanais em um *Follow up* de três meses poderia justificar esses desfechos. Entretanto, a condição do grupo de idosos sedentários de não realizar nenhuma atividade física parece ser a evidência mais forte para diferenciá-los dos idosos fisicamente ativos.

Tal evidência também se apoia no artigo “FREITAS et al., 2010”, pois, no Quadro 2, descreve-se que o grupo de idosos sedentários também realizava atividade física sistematizada regularmente, fato que justificaria a não diferença significativa intergrupos, tanto para PI_{máx} ($WWD = 0,00$ cmH₂O, $CI = -9,78$ a $9,78$ e $Weight = 10,71\%$) quanto para PE_{máx} ($WWD = 7,80$ cmH₂O, $CI = -3,10$ a $18,70$ e $Weight = 14,90\%$).

De modo geral, na Figura 2A, com exceção do artigo “FREITAS et al., 2010”, todos os outros artigos expressaram significativa superioridade da PI_{máx} dos idosos fisicamente ativos sobre a dos sedentários (FR = 90%), e na Figura 2B, os artigos “WATSFORD et al., 2005; SUMMERHILL et al., 2007; GONÇALVES et al., 2006; SANTOS e TRAVENSOLO, 2011” expressaram significativa superioridade da PE_{máx} (FR = 62,5%). A esse respeito, o Quadro 2 evidencia exclusividade na prática das atividades cardiorrespiratórias com variação em sua prescrição no volume (30 a 60 minutos) e na intensidade (moderada a vigorosa) e na periodização (2 a 3 sessões semanais com *Follow up* de três meses), parâmetros que poderiam justificar esse desfecho.

Uma outra possibilidade de justificativa para tal desfecho seria a eficácia de uma determinada modalidade praticada, apesar da notória diversidade expressa no Quadro 2. Um fato merece especial atenção: os artigos “CADER et al., 2006; CADER et al., 2007”, que apenas mediram a PI_{máx} e adotaram especificamente como variável independente a hidroginástica, obtiveram diferença significativa da

PI_{máx} intergrupos, e deve-se ainda destacar o artigo “CADER et al., 2006” pelo seu maior peso metanalítico (*Weight* = 15,77%). Neste sentido, é possível admitir que as propriedades físicas do meio aquático teriam imposto uma sobrecarga aos músculos inspiratórios dos idosos fisicamente ativos (IDE, BELINI e CAROMANO, 2005), tornando a hidroginástica a modalidade possivelmente mais eficaz à PI_{máx}.

Quanto à PE_{máx}, não se pode destacar uma modalidade específica, pois no Quadro 2 os artigos “WATSFORD et al., 2005; GONÇALVES et al., 2006”, além de serem diversificados nas modalidades praticadas, apresentaram desfechos contrários em seus subgrupos, e os artigos “SUMMERHILL et al., 2007; SANTOS e TRAVENSOLO, 2011” não informaram que modalidade específica era praticada. Porém, é oportuno comentar que a PE_{máx} parece ser mais influenciada pelo número de sessões semanais de treino, volume e intensidade das atividades praticadas. Isto porque os artigos “WATSFORD et al., 2005; GONÇALVES et al., 2006”, que foram comuns na significativa superioridade dos idosos fisicamente ativos, evidenciaram três sessões por semana, volume de 30 a 60 minutos e intensidade moderada a vigorosa.

A partir dos resultados apresentados e da discussão desta metanálise, faz-se necessário expor suas limitações: não foram encontrados experimentos controlados randomizados suficientes à metanálise; apenas sete artigos transversais foram metanalisados; alguns dos artigos transversais metanalisados tinham tamanho amostral pequeno, não informaram frequência, volume e intensidade de treinamento, além de possuir vieses de publicação; nenhum dos artigos metanalisados apresentou o seu cálculo amostral; na ausência consensual do conceito de sedentarismo, os artigos metanalisados eram heterogêneos para os idosos assim classificados; não considerou-se potenciais de comorbidades.

Mesmo considerando as limitações desta metanálise, é possível inferir que o exercício não prescrito à musculatura ventilatória, especificamente a atividade física cardiorrespiratória em suas mais variadas modalidades esportivas, possa produzir o aumento da PI_{máx} e PE_{máx} e que idosos fisicamente ativos, sobretudo os praticantes de hidroginástica, têm a força dos músculos ventilatórios significativamente superior à dos sedentários.

5 Conclusão

Conclui-se que o exercício cardiorrespiratório pode produzir o aumento da força muscular ventilatória de idosos e que a PI_{máx} e a PE_{máx} dos idosos fisicamente ativos são significativamente superiores às dos sedentários. Entretanto, entende-se que a aceitabilidade e o impacto da atividade física cardiorrespiratória em suas mais variadas modalidades esportivas na prevenção e tratamento da dinapenia ventilatória não possam ser determinados com robustez metodológica ainda na fase investigativa. Sugere-se, assim, a realização de experimentos controlados randomizados sobre este assunto, a fim de aumentar o nível de evidência atual.

Contudo, recomenda-se à população idosa a seguinte aplicação clínica para a promoção da saúde e prevenção de doenças: realizar três sessões de exercício cardiorrespiratório por semana, com volume de 30 a 60 minutos e intensidade moderada a vigorosa por no mínimo três meses. Deve-se saber que a prescrição e a periodização, sobretudo o controle da referida intervenção, serão determinantes para a eficiência e a segurança da mesma. Cabe ao professor de educação física, profissional legalmente habilitado para este ofício, o dever de assim exercer a sua profissão.

À Comissão do Esporte da Câmara dos Deputados, espera-se subsidiá-la com informações oriundas dos achados desta metanálise, proporcionando-a alternativas inovadoras não só no âmbito das ações de manutenção e promoção da saúde por ela desenvolvidas em esfera federal, mas também na prevenção de fatores determinantes e ou condicionantes de doenças relacionadas ao idoso que também poderiam ser disseminadas nas esferas estaduais e municipais. Neste sentido, é oportuno recomendar que seria conveniente que o treinamento específico da musculatura ventilatória fosse incluído em futuros projetos destinados à terceira idade. Tal fato se justifica em função de não representar nenhum custo adicional ao orçamento público, e somente pela especificidade desse treinamento poderia ser indubitavelmente garantido aos idosos a manutenção ou o aumento das forças musculares inspiratória e expiratória. Por conseguinte, seria possível a redução do tempo de internação pós-operatório e as complicações respiratórias advindas de cirurgias toraco-abdominais, que são fatores etiológicos dos óbitos de idosos por infecção respiratória nosocomial.

Referências

- ABRANTES, C. I.; SAMPAIO, J. E.; REIS, A. M.; DUARTE, J. A. **Resposta aguda cardio-respiratória a quatro modos de exercício realizado em ergômetros**. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. Porto, v. 4, n.1, p. 66-77, jan./jun. 2004.
- ALENCAR, N. A.; SOUZA JÚNIOR, J. V.; ARAGÃO, J. C. B.; FERREIRA, M. A.; DANTAS, E. H. M. **Nível de atividade física, autonomia funcional e qualidade de vida em idosos ativas e sedentárias**. Fisioterapia em Movimento. Curitiba, v. 23, n. 3, p. 473 - 481, jul./set. 2017.
- AMERICAN T. S.; EUROPEAN, R. S. **ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing**. American journal of respiratory and critical care medicine. New York, v. 166, n. 4, p. 518-624, aug. 2002.
- ARTERO, E. G.; LEE, D.; RUIZ, J. R.; SUI, X.; ORTEGA, F. B.; CHURCH, T. S.; LAVIE, C. J.; CASTILLO, M. J.; BLAIR, S. N. **A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension**. Journal of the American College of Cardiology. Washington, v. 57, n. 18, p. 1831-1837, may. 2011.
- BELLINETTI, L. M.; THOMSON, J. C. **Avaliação muscular respiratória nas toracotomias e laparotomias superiores eletivas**. Jornal brasileiro de pneumologia. São Paulo, v. 32, n.2, p. 99-105, mar./abr. 2006.
- CADER, S. A.; VALE, R. G. S.; PEREIRA, F. F.; DANTAS, E. H. M. **Comparação da P_{Imáx} e da qualidade de vida entre idosos sedentárias, asiladas e praticantes de hidroginástica**. Fitness & Performance Journal, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 102-108, mar./abr. 2006.

- CADER, S.A.; PEREIRA, F. D.; VALE, R. G. S.; DANTAS E. H. M. **Comparación de la fuerza de la musculatura inspiratória entre mujeres mayores sedentárias y practicantes hidrogimnasia.** Revista Española de Geriatria y Gerontologia. Barcelona, v.42, n. 5, p. 271-275, sep. 2007.
- CAMARGOS, M. C. S.; PERPÉTUO, I. H. O.; MACHADO, C. J. **Expectativa de vida com incapacidade funcional em idosos em São Paulo, Brasil.** Revista Panamericana de Salud Publica. Washington, v.17, n.5/6, p. 379-86, mai./jun. 2005.
- CLARK, B. C.; MANINI, T. M. **What is dynapenia?** Nutrition. Amsterdã, v. 28, n. 5, p. 495-503, may. 2012.
- DA SILVA, T. R. S. R. **Fatores de risco maternos não biológicos para o baixo peso ao nascer na América Latina: revisão sistemática de literatura com meta-análise.** Einstein. São paulo, v. 10, n. 3, p. 308-385, jul./set. 2012.
- DE MIRANDA, R. C. V.; PADULLA, S. A. T.; BORTOLATTO, C. R. **Fisioterapia respiratória e sua aplicabilidade no período pré-operatório de cirurgia cardíaca.** Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. São José do Rio Preto, v. 26, n. 4, p. 647-652, out./dez. 2011.
- DOS DEPUTADOS, C. **Lei n. 10.741, de 1º de outubro de 2003.** Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 out. Seção I, p. 1.2003.
- DOS SANTOS, E. J. F.; CUNHA, M. **Interpretação crítica dos resultados estatísticos de uma meta-análise: Estratégias metodológicas.** Millenium. Viseu, v. 44, n. 18, p. 85-98, jan./jun. 2013.
- FANCIULLI, G.; DELITALA, A.; DELITALA, G. **Growth hormone, menopause and ageing: no definite evidence for ‘rejuvenation’ with growth hormone.** Human reproduction update. Oxford, v. 15, n. 3, p. 341-358, may./jun. 2009.
- FELTRIM, M. I. Z.; JATENE, F. B.; BERNARDO, W. M. **Em pacientes de alto risco, submetidos à revascularização do miocárdio, a fisioterapia respiratória pré-operatória previne as complicações pulmonares?** Revista da Associação Médica Brasileira. São Paulo, v. 53, n. 1, p. 8-9, jan./fev. 2007.
- FRANÇA, E. É. T.; FERRARI, F.; FERNANDES, P.; CAVALCANTI, R.; DUARTE, A.; MARTINEZ, B. P.; AQUIM, E. E.; DAMASCENO, M. C. P. **Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira.** Revista Brasileira de Terapia Intensiva. São Paulo, v. 24, n. 1, p. 6-22, jan./mar. 2012.
- FREITAS, F. S.; IBIAPINA, C. C. ALVIM, C. G. BRITTO, R. R.; PARREIRA, V. P. **Relação entre força de tosse e nível funcional em um grupo de idosos.** Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos, v. 14, n. 6, p. 470-476, nov./dez. 2010.
- FUCHS, S. C. P. C.; PAIM, B. S. **Revisão sistemática de estudos observacionais com metanálise.** Revista HCPA. Porto Alegre, v. 30, n. 3, p. 294-301, 2010.
- GONÇALVES, M. P.; TOMAZ, C. A. B.; CASSIMINHO, A. L. F.; DUTRA, M. F. **Avaliação da força muscular inspiratória e expiratória em idosas praticantes de atividade física e sedentárias.** Revista brasileira de ciência e movimento. Brasília, v. 14, n. 1 p. 37-44, jan./mar. 2006.
- GUEDES, G. P.; BARBOSA, Y. R. A.; HOLANDA, G. **Correlação entre força muscular respiratória e tempo de internação pós-operatório.** Fisioterapia em movimento. Curitiba, v. 22, n. 4, p. 605-614, out./dez. 2009.
- GUIMARÃES, A. C.; DONALISIO, M. R.; SANTIAGO, T. H. R.; FREIRE, J. B. **Óbitos associados à infecção hospitalar, ocorridos em um hospital geral de Sumaré-SP, Brasil.** Revista Brasileira de Enfermagem. Brasília, v. 64, n. 5, p. 864-869, set./out. 2011.
- IDE, M. R.; BELINI, M. A. V.; CAROMANO, F. A. **Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons.** Clinics. São Paulo, v. 60, n. 2, p. 151-158, abr. 2005.
- JANSSENS, J. P. **Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion.** Clinics in Chest Medicine. Amsterdã, v. 26, n. 3, p. 469-484, sep. 2005.
- LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GOTZSCHE, P. C.; LOANNIDIS, J. P. A.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P. J.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. **The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care**

- interventions: explanation and elaboration.** PLoS medicine. San Francisco, v. 6, n. 7, p. e1000100, jul. 2009.
- LOPES, R. B.; BRITO, R. R.; PARREIRA, V. F. **Padrão Respiratório durante o exercício: revisão literária.** Revista brasileira de ciência e movimento. Brasília, v.13, n.2, p. 153-160, abr./jun. 2005.
- MANINI, T. M.; VISSER, M.; WON-PARK, S.; PASTEL, K. V.; STROTMAYER, E. S.; CHEN, H.; GOODPASTER, B.; REKENEIRE, N.; NEWMAN, A. B.; SIMONSICK, E. M.; KRITCHEVSKY, S. B.; RYDER, K.; SCHWARTZ, A. V.; HARRIS, T. B. **Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility.** Journal of the American Geriatrics Society. New Jersey, v. 55, n. 3, p. 451-457, mar. 2007.
- MARZETTI, E.; HWANG, J. C. Y.; LEES, H. A.; WOHLGEMUTH, S. E.; DUPONT-VERSTEEGDN, E. E.; CARTER, C. S.; BERNABEI, R.; LEEUWENBURGH, C. **Mitochondrial death effectors: relevance to sarcopenia and disuse muscle atrophy.** Biochimica Biophysica Acta. Amsterdã, v. 1800, n. 3, p. 235-244, mar. 2010.
- MOHER, D.; SCHULZ, K. F.; ALTMAN, D. G. **The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel group randomized trials.** BMC medical research methodology. New York, v. 1, n. 1, p. 2, abr. 2001.
- NEDER, J. A.; NERY, L. E. **Teste de exercício cardiopulmonar.** Jornal de Pneumologia. São Paulo, v. 28, n. Supl 1, p. S166-S206, out./dez. 2002.
- OLIVEIRA, K. T. S.; DIOGENES, T. P. M.; BORJA, R. O.; MENDONÇA, K. M. P. P. **Pressões respiratórias máximas e predição de risco pós-operatório em cirurgia cardíaca com CEC.** Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos, v. 12, n. Supl., p. 45-45. 2008.
- PÍCOLI, S. T.; DE FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. **Sarcopenia e envelhecimento.** Fisioterapia em movimento. Curitiba, v. 24, n. 3, p.455-462, jul./set. 2011.
- SANTOS, T. C.; TRAVENSOLO, F. C. **Comparação da força muscular respiratória entre idosos sedentários e ativos: estudo transversal.** Revista Kairós: Gerontologia. São Paulo, v. 14, n. 4, p. 107-121, dez. 2011.
- SILVA, R. S.; SILVA, I.; SILVA, R. A.; SOUZA, L.; TOMASI, L. **Atividade física e qualidade de vida.** Ciência & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 115-120, jan./fev. 2010.
- SIMÕES, L. A.; DIAS, J. M. D.; MARINHO, K. C.; PINTO, C. L. L.; BRITO, R. R. **Relação da função muscular respiratória e de membros inferiores de idosos comunitários com a capacidade funcional avaliada por teste de caminhada.** Revista Brasileira de Fisioterapia. São Carlos, v. 14, n. 1, p. 24-30, jan./fev. 2010.
- SIMÕES, R. P.; AUAD, M. A.; DIONÍSIO, J.; MAZZONETTO, M. **Influência da idade e do sexo na força muscular respiratória.** Fisioterapia e pesquisa. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 36-41, jan./mar. 2007.
- SIMÕES, R. P.; CASTELLO, V.; AUAD, M. A.; DIONÍSIO, J.; MAZZONETTO, M. **Prevalência de redução da força muscular respiratória em idosas institucionalizadas.** São Paulo Medical Journal. São Paulo, v. 127, n. 2, p. 78-83, mai./jun. 2009.
- SUMMERHILL, E. M.; ANGOV, N.; GARBER, C.; MCCOOL, F. D. **Respiratory muscle strength in the physically active elderly.** Lung. New York, v. 185, n.6, p. 315-320, oct. 2007.
- UNICOVSKY, M. A. R. **Idoso com sarcopenia: uma abordagem do cuidado da enfermeira.** Revista Brasileira de Enfermagem. Brasília, v. 57, n. 3, p. 298-302, mai./jun. 2004.
- VON ELM, E.; ALTMAN, D. G.; EGGER, M.; POCOCK, S. J.; GOTZSCHE, P. C.; VANDENBROUCHE, J. P. **The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies.** Annals of Internal Medicine, v. 147, n. 8, p. 573-577, oct. 2007.
- WARBURTON, D. E. R.; NICOL, C. W.; BREDIN, S. S. D. **Health benefits of physical activity: the evidence.** Canadian Medical Association Journal. Ottawa, v. 174, n. 6, p. 801-809, mar. 2006.
- WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J.; PINE, M. J.; COUTTS, A. J. **The effect of habitual exercise on respiratory-muscle function in older adults.** Journal of Aging and Physical Activity. Illinois, v. 13, n.1, p. 34-44, jan. 2005.

Artigo recebido em: 26/06/2019

Artigo aceito para publicação em: 09/09/2019