

Fisioter Bras 2021;2294);502-15

doi: [10.33233/fb.v22i4.4724](https://doi.org/10.33233/fb.v22i4.4724)

ARTIGO ORIGINAL

Treinamento cardiorrespiratório e força dos músculos ventilatórios de idosas: ensaio controlado randomizado duplo cego

Cardiorespiratory training and ventilatory muscle strength in elderly women: double blind randomized controlled trial

Fabio Dutra Pereira, D.Sc.* , Glória de Paula Silva, M.Sc.** , Glaucio Vitor Antunes de Mello***, Isis Brinco de Souza***, Patrícia Zaidan de Barros, D.Sc.****, Elirez Bezerra da Silva, D.Sc.*****

Universidade Estácio de Sá, **Metangrupo, *Especialista em treinamento desportivo e fisiologia do exercício, Metangrupo, ****Doutora em ciências do exercício e do esporte, Universidade Estácio de Sá, *****Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

Recebido em 12 de abril de 2021; aceito em 29 de junho de 2021.

Correspondência: Fabio Dutra Pereira, Universidade Estácio de Sá, Rua Prof. Gabizo 252/402, BL-5, 20271-062 Rio de Janeiro RJ

Fabio Dutra Pereira: m.g@metangrupo.com
Glória de Paula Silva: glorips_ibnj@hotmail.com
Glaucio Vitor Antunes de Mello: gvamello@hotmail.com
Isis Brinco de Souza: isisbrinco@gmail.com
Patrícia Zaidan de Barros: patriciazaidan@gmail.com
Elirez Bezerra da Silva: elirezsilva@cosmevelho.com.br

Resumo

Introdução: A dinapenia da musculatura ventilatória relaciona-se com as complicações respiratórias pós-operatórias e aos óbitos de idosos submetidos a procedimentos cirúrgicos de etiologia toracoabdominal. **Objetivo:** Verificar o efeito crônico do treinamento cardiorrespiratório sobre a força dos músculos ventilatórios de idosas. **Métodos:** Amostra (n = 24) randomizada nos grupos: controle (n = 8), treinamento ventilatório (n = 7) e treinamento cardiorrespiratório (n = 9). O desfecho primário (PI_{máx} e PE_{máx}) foi medido por um manovacuômetro digital MDV@300 (MDI/Brasil). Rodou-se a estatística descritiva (média e desvio padrão), seguida de uma ANOVA 3x3 e o testes post-hoc de Bonferroni, todos com significância de (P ≤ 0,05). **Resultados:** O teste Post

Hoc atestou diferença estatisticamente significativa do grupo treinamento cardiorrespiratório no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial (PI_{máx}; P = 0,000001 e P = 0,0000001 respectivamente) e (PE_{máx}; P = 0,000000 em ambas as comparações). **Conclusão:** O treinamento cardiorrespiratório proposto foi capaz de aumentar significativamente a PI_{máx}, PE_{máx}, resistência aeróbica e a força de membros inferiores das participantes deste ECR.

Palavras-chave: exercício físico; músculos respiratórios; resistência aeróbica; força muscular; idoso.

Abstract

Introduction: Ventilatory musculature dynapenia is related to postoperative respiratory complications and deaths of elderly patients submitted to surgical procedures of thoracic-abdominal etiology. *Objective:* To verify the chronic effect of cardiorespiratory training on the strength of the ventilatory muscles of elderly women. *Methods:* Sample (n = 24) randomized in the groups: control (n = 8), ventilatory training (n = 7) and cardiorespiratory training (n = 9). The primary outcome (MIP and MEP) was measured by a MDV@300 digital manovacuometer (MDI/Brazil). Calculated descriptive statistics (mean and standard deviation), followed by an ANOVA 3x3 and post-hoc Bonferroni tests, all with a significance (P ≤ 0.05). *Result:* The Post Hoc test showed a statistically significant difference of the cardiorespiratory training group in retest 1 and 2 when compared to the initial test (MIP; P = 0.000001 and P = 0.0000001 respectively) and (MEP; P = 0.000000 in both comparisons). *Conclusion:* The proposed cardiorespiratory training was able to significantly increase the MIP, MEP, aerobic resistance, and lower limb strength of the participants of this RCT.

Keywords: physical exercise; respiratory muscles; aerobic resistance; muscle strength; elderly.

Introdução

A dinapenia dimensiona-se com a redução da força muscular voluntária na ordem de 10 a 15% a cada 10 anos de vida a partir dos 50 anos, exacerbando-se ainda mais após os 70 anos, com reduções de 20 a 40% em ambos os sexos, destacando um decréscimo ainda mais acentuado no sexo feminino [1-3]. Quando estendida à musculatura ventilatória evidencia-se decréscimos nas pressões inspiratória e expiratória máxima (PI_{máx} e PE_{máx}) [4].

Esta dinapenia específica está intimamente relacionada com as complicações respiratórias pós-operatórias e aos óbitos de idosos submetidos a procedimentos

cirúrgicos de etiologia tóraco-abdominal [5,6]. Desta feita, a manutenção da força muscular ventilatória em níveis fisiológicos se torna ainda mais recomendada, pois estes músculos além de participarem da mecânica à homeostase sérica de O₂ e CO₂, também possibilitam a higienização brônquica que irá minimizar os riscos de infecções respiratórias em ambiente nosocomial [7], ainda mais quando tal contágio, sobretudo pela pneumonia, representa 35,8% dos óbitos totais por infecção hospitalar em idosos [8]. Quando o exercício é prescrito aos músculos ventilatórios, os efeitos positivos sobre a referida musculatura também são consistentes nos idosos [9,10], porém o treinamento dos músculos ventilatórios normalmente ocorre, apenas em situações terapêuticas [11], sendo incomum nos programas de treinamento de caráter promocional à saúde e preventivo de doenças.

Neste sentido, entendendo o padrão ventilatório durante o exercício físico em suas inúmeras modalidades, que aumenta a frequência e a amplitude ventilatória para atender uma demanda energética sistêmica, seria possível então impor uma sobrecarga de treinamento inespecífica à musculatura ventilatória, tanto aos músculos inspiratórios (diafragma, intercostais externos, esternocleidomastóideo, escalenos, peitoral menor e serrátil anterior) quanto aos expiratórios (intercostais internos e abdominais) [12,13].

Tal hipótese parece se consolidar em função dos resultados de um experimento randomizado realizado com adultos jovens [14], no qual a força muscular ventilatória apresentou incrementos significativos de 25% e 43% para o treinamento contínuo e intervalado, respectivamente.

Portanto, o objetivo deste experimento foi identificar o efeito crônico do treinamento cardiorrespiratório sobre a força muscular ventilatória de idosos.

Material e métodos

Delineamento

Ensaio controlado randomizado duplo cego (ECR), com intervenção paralela e fatorial, realizado no período de 2017 a 2018 na Universidade de Castelo Branco, UCB/RJ. Este experimento seguiu padrões éticos internacionais, conforme descrito por Harriss e Atkinson [15]. O projeto de pesquisa também foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Gama Filho (UGF/RJ), sob protocolo número 283.141. As participantes deram seu consentimento informado de acordo com a Declaração de Helsinque [16].

Participantes

As participantes elegíveis para o referido experimento atenderam aos critérios de inclusão: possuir idade entre 60 e 79 anos; ter o índice de massa corporal (IMC) compreendido entre 18,0 a 29,5 kg/m²; não possuir histórico tabagístico; não ser portadora de doenças crônicas degenerativas, cardíacas e nem respiratórias; ser classificada como “Irregularmente ativa B” (realiza menos de 150 minutos de caminhada leve por semana, em até 5 dias) no *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ); ter a força dos membros inferiores (FMMII) e a resistência aeróbica (RA) dentro dos valores normativos de referência segundo o Senior Fitness Test [17]. Foi considerado como critério de exclusão qualquer condição que viesse a obrigar as participantes a se ausentarem por mais de duas semanas das atividades realizadas no experimento.

Randomização

A partir de uma lista de números aleatórios gerada pelo software Microsoft Excel 2010® e método de randomização simples, as participantes foram alocadas para os grupos controle (GC), treinamento ventilatório (GTV), treinamento cardiorrespiratório (GTC).

Tamanho da amostra

Para calcular o tamanho amostral foi utilizado software G*Power 3.0.10. Considerou-se: o teste ANOVA para medidas repetidas com interação intra e intergrupos; tamanho de efeito f de Cohen = 0,10; erro α = 0,05; poder do teste = 0,80; quantidade de grupos = 3; quantidade de medidas repetidas = 3, correlação entre medidas repetidas = 0,95; correção a não esfericidade = 1. O tamanho da amostra foi calculado em 24 participantes.

Grupo controle

Esta intervenção teve duração de seis semanas. Neste período, as participantes alocadas eram orientadas a não iniciar nenhum programa sistematizado de exercício físico. Ao término deste período, a fim de garantir os princípios éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, essas participantes eram convidadas a participar do treinamento específico para a musculatura ventilatória.

Grupo treinamento ventilatório

O GTV foi submetido a 18 sessões de treinamento dos músculos ventilatórios, distribuídas em no máximo seis semanas, respeitando a frequência semanal mínima de três sessões, não obrigatoriamente sequenciais. Os equipamentos utilizados no treinamento da referida musculatura foram os Threshold®/IMT e PEP (Respironics/USA) associados ao clamp nasal.

Quanto à biomecânica dos exercícios ventilatórios, no treinamento inspiratório, as incursões inspiratórias eram iniciadas a partir do volume residual se estendendo até capacidade pulmonar total, já os exercícios expiratórios seguiam a biomecânica inversa. Cabe ressaltar que em ambos os exercícios era realizada uma sequência postural à adaptação aos mesmos, sendo o decúbito dorsal, a sentada e a ortostática.

Cada sessão de treinamento foi iniciada com uma série de aquecimento com 15 repetições de exercícios inspiratórios e expiratórios com a biomecânica já descrita, mas sem sobrecarga externa.

Tabela I - Prescrição e periodização para o GTV

Sessões	Postura	Volume		Intensidade cmH ₂ O		Intervalo de recuperação	
		Séries	Repetições	TMI	TME	Intersséries	Interexercício
1°	Decúbito dorsal	5	15	17	9	1,5 minuto	5 minutos
2°	Decúbito dorsal	5	15	19	10	1 minuto	3 minutos
3°	Decúbito dorsal	5	15	21	11	45 segundos	2 minutos
4°	Decúbito dorsal	5	15	25	12	30 segundos	1 minutos
5°	Sentada	4	12	27	13	1,5 minuto	1 minutos
6°	Sentada	4	12	29	14	1 minuto	1 minutos
7°	Sentada	4	12	31	15	45 segundos	1 minutos
8°	Sentada	4	12	33	16	30 segundos	1 minutos
9° e 10°	Ortostática	3	10	35	17	1,5 minuto	1 minutos
11° e 12°	Ortostática	3	10	37	18	1 minuto	1 minutos
13° a 14°	Ortostática	3	10	39	19	45 segundos	1 minutos
15° a 18°	Ortostática	3	10	41	20	30 segundos	1 minutos

cmH₂O = unidade de medida para pressão em centímetros de água; TMI = treinamento dos músculos inspiratórios; TME = treinamento dos músculos expiratórios

Grupo treinamento cardiorrespiratório

O GTC foi submetido a 18 sessões de treinamento cardiorrespiratório, distribuídas em no máximo seis semanas, respeitando a frequência semanal mínima de três sessões, não obrigatoriamente sequenciais.

A prescrição do volume destinado a parte específica das sessões de treinamento cardiorrespiratório foi estabelecida em função da sobrecarga (45 e 20 minutos) proposta

pelo experimento [14], sendo ajustada à população alvo do presente experimento em 35 minutos.

A prescrição da intensidade individualizada da sobrecarga de treinamento foi realizada pela estimação da frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$) e da zona alvo de treinamento ($ZAT = (FC_{\text{reserva}} \times \% \text{ de intensidade desejado}) + FC_{\text{repouso}}$) [18,19], considerou-se como ($FC_{\text{reserva}} = FC_{\text{máx}} - FC_{\text{repouso}}$) [18].

A frequência cardíaca de repouso foi medida a partir de quinze minutos de repouso em decúbito dorsal, em uma temperatura ambiente controlada de 23° a 24°C [20]. O % de intensidade desejado foi estabelecido em função da sobrecarga ($77,0 \pm 3,3\%$ a $84,9 \pm 0,5\%$ $FC_{\text{máx}}$) proposta pelo experimento [14], sendo ajustado à população alvo do presente experimento em (60 a 85 %, para o volume de 35 minutos).

Os equipamentos utilizados para monitorar a evolução cardiodinâmica e respiratória individualizada das participantes foram um frequencímetro cardíaco Polar®-RS800 (Polar/Finlândia) e um oxímetro de pulso Sense 10 (Alfa Med /Brasil), respectivamente.

O treinamento cardiorrespiratório foi realizado em uma bicicleta estacionária modelo Racing (Astro/Brasil), na qual as participantes pedalarão assistidas por um dos pesquisadores responsáveis pelo experimento, e este, tinha a responsabilidade de ajustar a intensidade do referido treinamento em equivalência às ZAT pré-estabelecidas, independente do bpm da sequência musical que era utilizada nas sessões de treinamentos. Cabe ressaltar, que no transcorrer deste treinamento esse pesquisador não estimulou verbalmente à potencialização do drive ventilatório das participantes.

Tabela II - Prescrição e a periodização para o GTC

Sessões	Estímulos	Volume Minutos	Intensidade (%) Limites da ZAT
1° a 3°	1°	0 - 5	Repouso a 60
	2°	6 - 30	61 a 70
	3°	31 - 35	70 a 60
4° a 6°	1°	0 - 5	Repouso a 60
	2°	6 - 30	61 a 75
	3°	31 - 35	75 a 60
7° a 18°	1°	0 - 5	Repouso a 60
	2°	6 - 30	61 a 85
	3°	31 - 35	85 a 60

Desfechos

Foram considerados como desfechos a $PI_{\text{máx}}$, $PE_{\text{máx}}$, $FMMII$ e RA, todos mensurados nos seguintes momentos: no início (teste); quando as participantes do GC completavam 4 semanas e as do GTV e as GTC 12 sessões nas intervenções propostas (reteste 1); quando o GC ao findar a sexta semana e os GTV e GTC as 18 sessões

completadas (reteste 2). O intervalo entre as 12a e 18a sessões e os reteste 1 e 2, respectivamente, foi de 24 a 96 horas.

Desfechos primários (força dos músculos ventilatórios)

As PImáx e PEmáx foram medidas por um manovacuômetro digital MDV@300 (MDI/Brasil) com resolução de 1cmH₂O, intervalo operacional de ± 300 cmH₂O, com certificado de calibração emitido pelo INMETRO sob o número 0421/2017. Em ambas as medições se adotou os específicos protocolos propostos pelas diretrizes para testes de função pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia [21]. O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e o erro típico da medida (ETM) intra examinador foi mensurado em estabilidade para a PImáx CCI = 0,95 e ETM (ETM%) = 7,92 cmH₂O (7%) e para PEmáx CCI = 0,93 e ETM (ETM%) = 12,34 cmH₂O (9%) [22].

Desfechos secundários (força dos membros inferiores e resistência aeróbica)

A FMMII e RA foram medidaa pelos testes 30-Second Chair Stand e 2-Min Step respectivamente, adotando-se os específicos protocolos propostos pela bateria de autonomia funcional Senior Fitness Test [17].

Métodos estatísticos

Foram usadas as técnicas descritivas (média e desvio padrão). Satisfeitos os pressupostos estatísticos, rodou-se o teste ANOVA 3x3, com medidas repetidas para PImáx, PEmáx, FMMII e RA, seguido dos testes post-hoc de Bonferroni. Foi utilizado o software Statistica 7.0 e o nível de significância adotado foi $P \leq 0,05$.

O software G*Power 3.0.10 foi utilizado para verificar o poder do teste estatístico post hoc, a partir do verdadeiro tamanho de efeito f de Cohen advindo dos resultados encontrados neste experimento.

Cegamento

Levando em consideração a exequibilidade do referido experimento, apenas cegaram-se os procedimentos de avaliação dos desfechos primários e de análise estatística, pois tanto as participantes quanto o fisioterapeuta e o educador físico envolvidos na administração das intervenções tinham conhecimento obrigatório da alocação às condições experimentais e de controle.

Resultados

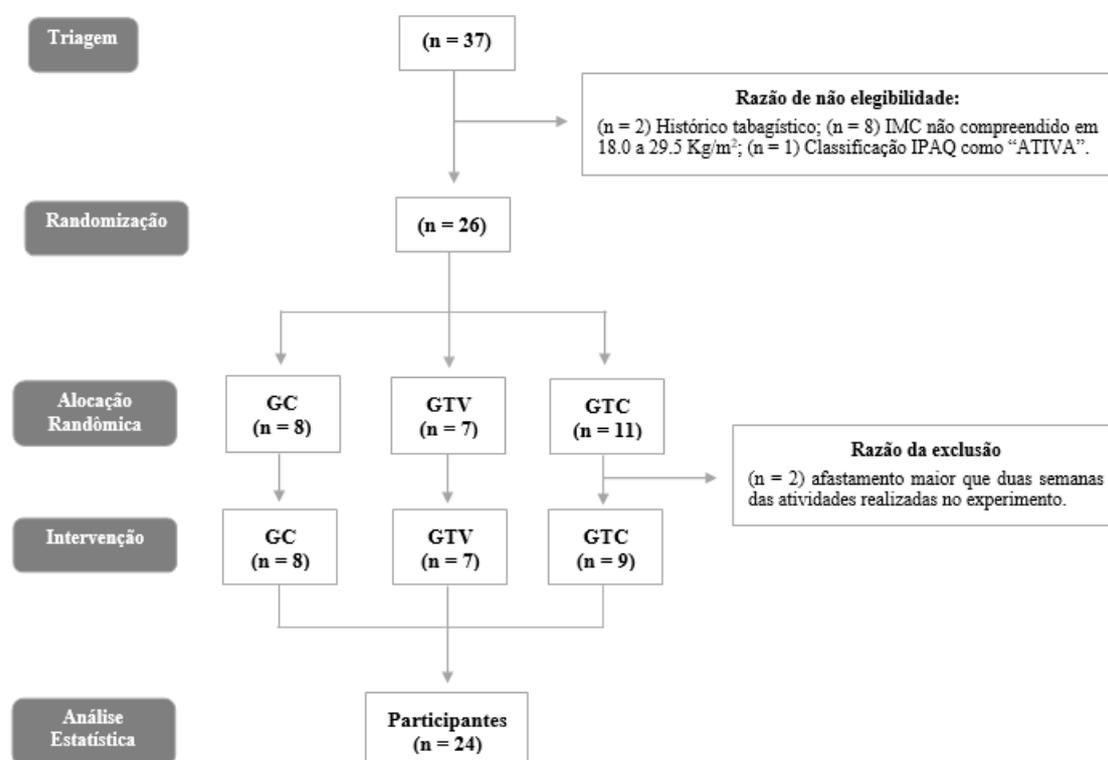


Figura 1 - Diagrama de fluxo dos participantes

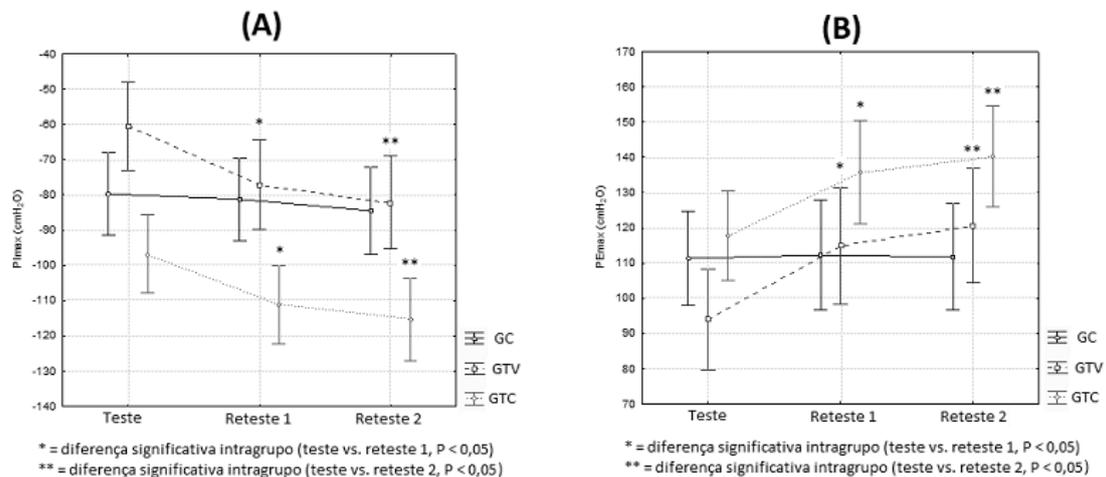
O *f* de Cohen foi calculado a partir da razão entre a variância do efeito dos treinamentos cardiorrespiratório e ventilatório realizados e a variância dos participantes dentro do grupo. Foi calculada também a verdadeira correlação entre as medidas repetidas *Plm*_{máx} e da *PE*_{máx}. Como foram dois desfechos primários, *Plm*_{máx} e *PE*_{máx} e três medidas repetidas, registou-se os menores valores do *f* de Cohen e da correlação entre as medidas repetidas, 0,62 e 0,84 respectivamente, para a obtenção do poder do teste post hoc que foi igual a 1.

Tabela III - Informações iniciais da amostra

Variáveis	GC (n = 8)	GTV (n = 7)	GTC (n = 9)	ANOVA <i>One Way (F)</i>	P-valor
Idade	67,3 ± 4,6	69,7 ± 3,4	66,2 ± 4,9	1,228	0,313
IMC	27,3 ± 1,5	25,0 ± 3,8	24,8 ± 2,0	2,392	0,114
<i>Plm</i> _{máx}	-79,8 ± 10,1	-60,6 ± 20,5	- 96,9 ± 16,3	1,652	0,252
<i>PE</i> _{máx}	111,4 ± 18,2	94,0 ± 25,0	117,8 ± 10,2	1,986	0,178
FMMII	13,9 ± 1,4	12,7 ± 1,4	13,7 ± 1,4	1,403	0,267
RA	96,9 ± 9,4	90,9 ± 7,4	92,3 ± 7,2	1,169	0,330
IPAQ (FA)	IAB (6) SED (1)	IAB (4) SED (3)	IAB (7) SED (2)		
ADM _F (FA)	(7)	(6)	(8)		

FA = frequência absoluta; IAB = irregularmente ativa B; SED = sedentária e ADMF = administração farmacológica. Valor de referência Senior Fitness Test para FMMII = 11 - 16 rep/30s e RA= 73-107 rep/min

O teste Shapiro-Wilk atestou distribuição normal tanto para $Plmáx$ quanto para a $PEmáx$. Entretanto o teste de Levene atestou heterogeneidade de variâncias/covariâncias para as referidas variáveis, sendo necessário utilizar a análise ajustada de Greenhouse-Geisser nas inferências da $Plmáx$ e $PEmáx$.



A: $Plmáx$ (cmH₂O) dos grupos (GC = $-79,8 \pm 10,1$), (GTV = $-60,6 \pm 20,5$) e (GTC = $-96 \pm 16,3$) no Teste, (GC = $-81,3 \pm 11,0$), (GTV = $-77,1 \pm 22,2$) e (GTC = $-111,1 \pm 13,9$) no reteste 1 e (GC = $-84,5 \pm 12,1$), (GTV = $-82,1 \pm 23,0$) e (GTC = $-115,3 \pm 14,6$) no reteste 2

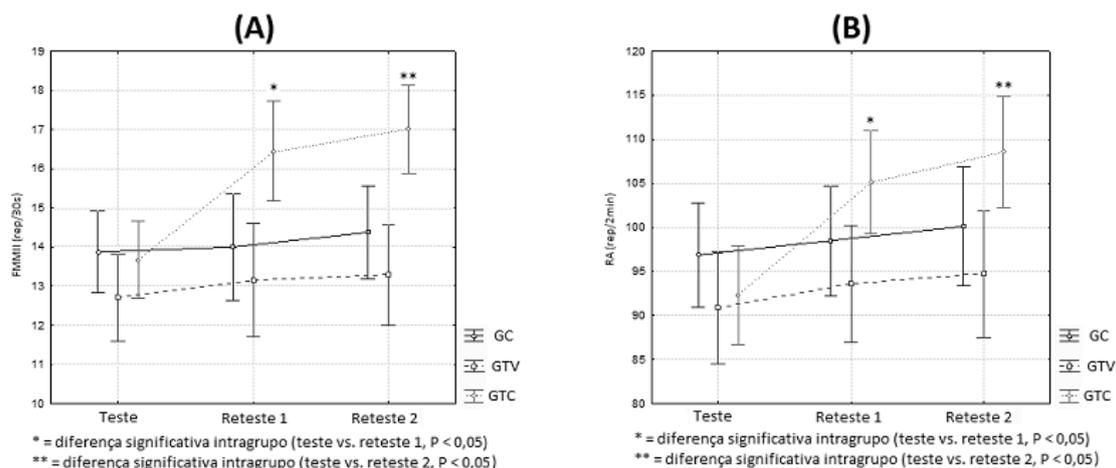
B: $PEmáx$ (cmH₂O) dos grupos (GC = $111,4 \pm 18,2$), (GTV = $94,0 \pm 25,0$) e (GTC = $117,8 \pm 10,2$) no Teste, (GC = $112,3 \pm 20,3$), (GTV = $114,9 \pm 29,8$) e (GTC = $135,8 \pm 12,0$) no reteste 1 e (GC = $111,8 \pm 19,4$), (GTV = $120,7 \pm 29,9$) e (GTC = $140,2 \pm 10,9$) no reteste 2

Figura 2 - ANOVA 3x3 para $Plmáx$ e $PEmáx$

O teste Post Hoc de Bonferroni atestou que o GTV apresentou aumentos significativos da $Plmáx$ no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial ($P = 0,000000$ em ambas as comparações) e o GTC aumentos significativos no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial ($P = 0,0000001$ e $P = 0,0000001$ respectivamente).

O teste Post Hoc de Bonferroni atestou que o GTV apresentou aumentos significativos da $PEmáx$ no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial ($P = 0,000000$ em ambas as comparações) e o GTC aumentos significativos no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial ($P = 0,000000$ em ambas as comparações).

Para os desfechos FMMII e RA os testes Shapiro-Wilk e Levene atestaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias / covariâncias para ambas as variáveis.



A: FMMII (rep/30s) dos grupos (GC = 13,9 ± 1,4), (GTV = 12,7 ± 1,4) e (GTC = 13,7 ± 1,5) no Teste, (GC = 14,0 ± 2,0), (GTV = 13,1 ± 1,6) e (GTC = 16,4 ± 1,9) no reteste 1 e (GC = 14,4 ± 1,4), (GTV = 13,3 ± 2,1) e (GTC = 17,0 ± 1,4) no reteste 2

B: RA (rep/2 min) dos grupos (GC = 96,9 ± 9,4), (GTV = 90,9 ± 7,4) e (GTC = 92,3 ± 7,2) no Teste, (GC = 98,5 ± 9,9), (GTV = 93,6 ± 7,9) e (GTC = 105,1 ± 7,4) no reteste 1 e (GC = 101,1 ± 10,3), (GTV = 94,7 ± 9,6) e (GTC = 108,6 ± 7,7) no reteste 2

Figura 3 - Anova 3x3 para FMMII e RA

O teste Post Hoc de Bonferroni atestou que apenas o GTC apresentou incremento significativo na FMMII no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial (P = 0,000000 em ambas as comparações) e incremento significativo na RA no reteste 1 e 2 quando comparados ao teste inicial (P = 0,000000 em ambas as comparações).

Torna-se oportuno evidenciar os efeitos colaterais identificados advindos dos treinamentos cardiorrespiratório (pubalgia = 78%) e ventilatório (dor na gengiva = 71,5% e vertigem = 43%). Entretanto, os referidos efeitos somente se apresentaram até as 6 primeiras sessões em ambos os treinamentos.

Discussão

A Tabela III mostra que os GC, GTV e GTC foram homogêneos quanto as variáveis idade, IMC, PImáx, PEmáx, FMMII e RA, neutralizando qualquer possibilidade de confundimento dos resultados a partir das mesmas (P > 0,05) em todas as análises de variância de um fator realizadas.

Ao analisar as Figuras 2 (A) e (B), pode-se perceber que o treinamento ventilatório produziu o aumento significativo das PImáx (36%) e PEmáx (28%) após 12 e 18 sessões, quando comparadas ao teste inicial. Tal resultado já esperado se deu pelo princípio da especificidade do treinamento. Esta hipótese está sustentada no ECR [9] que propôs um programa de exercícios para a musculatura ventilatória e teve como desfecho o aumento da PImáx (26%, P < 0,0001) e da PEmáx (34%, P < 0,0001).

Analisando as Figuras 2 (A) e (B) e as 3 (A) e (B) pode-se observar que apenas o treinamento cardiorrespiratório apresentou incrementos estatisticamente significativos para as variáveis $PI_{m\acute{a}x}$ (19%), $PE_{m\acute{a}x}$ (19%), FMMII (24%) e RA (18%), após 12 e 18 sessões quando comparadas ao teste inicial. Neste sentido, ainda que o treinamento ventilatório tenha apresentado ganhos de 36% e 28%, que são superiores aos ganhos de 19% e 19% do treinamento cardiorrespiratório para as $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$, respectivamente, para uma proposta preventiva de doenças e de promoção à saúde de idosas, sugere-se as mesmas optarem pelo treinamento cardiorrespiratório, por aumentar também a força muscular dos membros inferiores e a resistência aeróbica, qualidades físicas fundamentais para a autonomia funcional desta população.

O aumento da $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ causado pelo treinamento cardiorrespiratório pode ter ocorrido pelo fato de que a sobrecarga imposta às participantes tenha sido capaz de ampliar o drive e o timing ventilatório para manter a homeostase das pressões arteriais de O_2 e CO_2 [12,13]. Ratificando esta hipótese, o ECR [23] propôs um programa de treinamento cardiorrespiratório para idosas (grupo experimental $n = 13$, idade = $65,5 \pm 2,6$ anos e IMC = $25,5 \pm 3,3$ kg/m²) com 3 sessões semanais de caminhada de intensidade = 60% da frequência cardíaca de reserva e volume de 20 - 40 minutos por 12 semanas. Esse experimento, apresentou em seus resultados um aumento de $PI_{m\acute{a}x}$ e $PE_{m\acute{a}x}$ = 9% ($P < 0,05$), quando comparado ao grupo controle e na comparação intragrupo (teste $PI_{m\acute{a}x}$ = $68,9 \pm 17,2$ vs. reteste = $75,2 \pm 21,7$) e (teste $PE_{m\acute{a}x}$ = $83,4 \pm 27,9$ vs. reteste = $90,5 \pm 27,2$) ambos estatisticamente significativos ($P < 0,05$).

Corroborando os achados obtidos neste ECR, especificamente sobre o treinamento cardiorrespiratório proposto em ciclismo estacionário, um experimento realizado com jovens [14] testou o efeito crônico de dois programas de ciclismo estacionário sobre a função pulmonar, com duração de 4 semanas de frequência de 3 sessões semanais totalizando 12. Um grupo realizou treinamento intervalado ($n = 8$, idade = $20,2 \pm 2,1$ anos e IMC = $24,2 \pm 2,2$ kg/m²) de 5 sets com intensidade de pico/1min = 90% do $VO_{2m\acute{a}x}$ e 3 minutos nas recuperações ativas mantidas em intensidade de 20W, totalizando um volume total de vinte minutos, enquanto outro grupo realizou treinamento contínuo, ($n = 7$, idade = $21,3 \pm 2,3$ e IMC = $23,2 \pm 2,6$) teve uma intensidade fixa = 60 - 70% $VO_{2m\acute{a}x}$ e volume 45 minutos. Esse experimento [14] obteve em seus resultados intragrupo o aumento estatisticamente significativo apenas na força dos músculos inspiratórios $PI_{m\acute{a}x}$ = 25% e 43% para o treinamento contínuo e intervalado, respectivamente. Em seu resultado intergrupo o grupo de treinamento intervalado se diferenciou significativamente do contínuo ($P < 0,05$).

Quanto ao desfecho FMMII, acredita-se na possibilidade que o treinamento cardiorrespiratório, predominantemente realizado pelos membros inferiores, ciclismo estacionário, possa aumentar a força muscular dos referidos membros, haja vista o envolvimento dos mesmos grupamentos musculares quando a eles é prescrito o treinamento de força, leg press. Tal possibilidade, se fundamenta no ECR [24] que testou o efeito crônico do treinamento de força, leg press, de 16 sessões periodizadas em 8 semanas sobre a força voluntária máxima de idosas ($n = 11$, idade = 70 a 81 anos), pois em um de seus desfechos, o teste de 1RM apresentou incrementos estatisticamente significativos intragrupo experimental (teste = $113 \pm 35,6$ kg vs. reteste = $155 \pm 46,2$ kg, $P = 0,001$). Desta feita, o presente ECR poderia sustentar com mais segurança seus resultados para esta variável, pois o programa cardiorrespiratório, realizado em bicicleta estacionária, empregou os grupamentos musculares que também foram utilizados na execução do 30-Second Chair Stand [17], o que provavelmente o explica.

Já o desfecho RA, o princípio da especificidade do treinamento desportivo pode sustentá-lo uma vez que a revisão [25], quando buscou evidenciar o efeito do treinamento cardiorrespiratório sobre a função cardiovascular de idosos descreveu similares resultados.

São limitações deste ECR a prescrição da intensidade do treinamento cardiorrespiratório não ter sido fundamentada em um teste de esforço máximo; ter admitido participantes que faziam a utilização de medicamentos controlados (87,5%); não ter conseguido padronizar o intervalo entre a última sessão de treinamento e os retestes 1 e 2 para os desfechos estabelecidos (24 a 96 horas).

Conclusão

A partir dos resultados do presente ECR é possível concluir que os treinamentos cardiorrespiratório e ventilatório foram capazes de incrementar significativamente a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ de idosas. Entretanto, apenas o treinamento cardiorrespiratório produziu aumentos significativos na RA e na FMMII das participantes submetidas a ele.

Desta feita, com objetivo de aumentar a força dos músculos ventilatórios, recomenda-se fortemente os referidos treinamentos à população estudada.

Referências

1. Carvalho J, Soares JMC. Envelhecimento e força muscular – Breve revisão. Revista Portuguesa de Ciência do Desporto 2004;4(3):79-93. doi: 10.5628/rpcd.04.03.79 [\[Crossref\]](#)
2. Janssens, JP. Aging of the Respiratory System: Impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. Clin Chest Med 2005;(26):469-84. doi: 10.1016/j.ccm.2005.05.004 [\[Crossref\]](#)
3. Simões RP, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M. Influência da idade e do sexo na força muscular respiratória. Fisioter Pesqui 2007;14(1):36-41. doi: 10.1590/fpusp.v14i1.75507 [\[Crossref\]](#)
4. Simões RP, Castello V, Auad MA, Dionísio J, Mazzonetto M. Prevalence of reduced respiratory muscle strength in institutionalized elderly people. São Paulo Med J 2009;127(2):78-83. doi: 10.1590/S1516-31802009000200005 [\[Crossref\]](#)
5. Bellinetti LM, Thomson JC. Avaliação muscular respiratória nas toracotomias e laparotomias superiores eletivas. J Bras Pneumol 2006;32(2):99-105. doi: 10.1590/S1806-37132006000200004 [\[Crossref\]](#)
6. Neto LJ, Thomson JC, Cardoso JR. Complicações respiratórias no pós-operatório de cirurgias eletivas e de urgência e emergência em um hospital universitário. J Bras Pneumol 2005;31(1):41-7. doi: 10.1590/S1806-37132005000100008 [\[Crossref\]](#)
7. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. Intensive Care Med 2004;30(7):1334-9. doi: 10.1007/s00134-004-2231-7 [\[Crossref\]](#)
8. Guimarães AC, Donalísio MR, Santiago THRI, Freire JB. Óbitos associados à infecção hospitalar, ocorridos em um hospital geral de Sumaré-SP, Brasil. Rev Bras Enferm 2011;64(5):864-9. doi: 10.1590/S0034-71672011000500010 [\[Crossref\]](#)
9. Santaella DF, Devesa CRS, Rojo MR, Amato MBP, Drager LF, Casali KR, et al. Yoga respiratory training improves respiratory function and cardiac sympathovagal balance in elderly subjects: a randomised controlled trial. BMJ Open 2011;1(1):1-8. doi: 10.1136/bmjopen-2011-000085 [\[Crossref\]](#)
10. Ide MR, Belini M AV, Caromano FA. Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons. Clinics 2005;60(2):151-8. doi: 10.1590/S1807-59322005000200012 [\[Crossref\]](#)
11. Gomieiro LTY, Nascimento A, Tanno LK, Agondi R, Kalil J, Bianchil PG. Respiratory exercise program for elderly individuals with asthma. Clinics 2011;66(7): 1165-9. doi: 10.1590/S1807-59322011000700007 [\[Crossref\]](#)
12. Lopes RB, Brito RR, Parreira VF. Padrão Respiratório durante o exercício: revisão literária. Rev Bras Ciênc Mov 2005;13(2):153-60.
13. Neder JA, Nery LE. Diretrizes para testes de função pulmonar: Teste de Exercício Cardiopulmonar. J Pneumol 2002;28(Supl3):166-206.

14. Dunham C, Harms CA. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *Eur J Applied Physiol* 2012;112(8):3061-8. doi: 10.1007/s00421-011-2285-5 [[Crossref](#)]
15. Harriss DJ, Atkinson G. Update – Ethical standards in sport and exercise science research. *Int J Sports Med* 2011;32:819-21. doi: 10.1055/s-0031-1287829 [[Crossref](#)]
16. WMA Declaration of Helsinki - Ethical principles for medical research involving human subjects. 59th WMA General Assembly, Seoul 2008.
17. Rikli R, Jones CJ. Fitness of older adults. *The Journal on Active Aging* 2002;1(2):24-30.
18. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2005.
19. Camarda SRA, Tebexreni AS, Páfaro CN, Sasai FB, Tambeiro VL, Juliano Y, Neto TLB. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as Fórmulas de Predição Propostas por Karvonen e Tanaka. *Arq Bras Cardiol* 2008;91(5):311-14. doi: 10.1590/S0066-782X2008001700005 [[Crossref](#)]
20. Trevisan MC, Burini RC. Metabolismo de repouso de mulheres pós-menopausadas submetidas a programa de treinamento com pesos (hipertrofia). *Rev Bras Med Esporte* 2007;13(2):133-7. doi: 10.1590/S1517-86922007000200013 [[Crossref](#)]
21. Souza RB. Diretrizes para testes de função pulmonar: Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol* 2002;28(Supl 3):155-65.
22. Pereira FD, Zaidan PB, Silva EB. Pressões inspiratória e expiratória máximas: confiabilidade intra e interexaminadores. *Fisioter Bras* 2019;20(6):744-51. doi: 10.33233/fb.v20i6.2969 [[Crossref](#)]
23. Murphy AJ, Watsford ML. The effect of walking training on respiratory function and performance in older females. *International Sport Med Journal* 2005;6(3):171-84.
24. Uematsu A, Hortobágyi T, Tsuchiya K, Kadono N, Kobayashi H, Ogawa T, Suzuki S. Lower extremity power training improves healthy old adults' gait biomechanics. *Gait & Posture* 2018;(62):303-10. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.03.036 [[Crossref](#)]
25. Vigorito C, Giallauria F. Effects of exercise on cardiovascular performance in the elderly. *Front Physiol* 2014;5(51):1-8. doi: 10.3389/fphys.2014.00051 [[Crossref](#)]