



# O EFEITO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO NA PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA E PRESSÃO EXPIRATÓRIA MÁXIMA DE INDIVÍDUOS JOVENS SAUDÁVEIS

*The effect of therapeutic ultrasound on Maximum inspiratory pressure and maximum expiratory pressure of healthy young individuals*

Carla Luiza dos Santos Silva<sup>1</sup>, Geizikelle Carvalho Almeida<sup>1</sup>, Gustavo Carrijo Barbosa<sup>2</sup>, Estefanny Santos Gomes<sup>2</sup>, Vanessa Chiapardini Martin Coelho Pires<sup>2\*</sup>, Luciana Aparecida Guerra Silveira<sup>2</sup>

## RESUMO

**Introdução:** O músculo primordial da inspiração é o diafragma. Ele tem sua origem nas vértebras (L2-L4), nos ligamentos arqueados, na caixa torácica e no esterno, sendo fixado nas costelas inferiores. As pressões respiratórias são conhecidas como pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima. A avaliação desses valores resultantes é essencial para a detecção de fraqueza muscular respiratória. **Objetivo:** Verificar o efeito imediato sobre a expansibilidade torácica e as pressões respiratórias (PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>) após a aplicação do ultrassom terapêutico no diafragma. **Metodologia:** Trata-se de um ensaio clínico, em que foi selecionado 30 indivíduos, randomizados entre três grupos: grupo intervenção (GI), em que foi aplicada a técnica do ultrassom, grupo placebo (GP), em que ocorreu a simulação da aplicação do ultrassom. E o grupo controle (GC), que realizou apenas avaliação das pressões respiratórias com o manovacuometro. Realizou-se a cirtometria axilar, xifoide, basal e abdominal nos participantes do GI e GP. **Resultado:** Mostram que as análises da média e do desvio padrão nos três grupos: GI, GP e GC não apresentaram resultados significativos na PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. Observou-se que a expansibilidade xifóide apresentou um aumento depois da intervenção com ultrassom e houve um decréscimo na expansibilidade basal e abdominal, enquanto a axilar manteve-se. **Conclusão:** Conclui-se que o protocolo com ultrassom terapêutico, no ponto de dor ou tensão muscular do diafragma, não proporciona melhora nas pressões inspiratórias máximas e expiratórias máximas. Em relação a expansibilidade da caixa torácica, a partir dos dados obtidos, não foi possível dizer que houve um aumento significativo.

**Palavras-chave:** Diafragma. Pressões respiratórias máximas. Terapia por ultrassom.

## ABSTRACT

**Introduction:** The primordial muscle of inspiration is the diaphragm. It originates from the vertebrae (L2-L4), arcuate ligaments, rib cage, and sternum, and is attached to the lower ribs. Respiratory pressures are known as maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure. The evaluation of these resulting values is essential for the detection of respiratory muscle weakness. **Objective:** To verify the immediate effect on chest expansion and respiratory pressures (PI<sub>max</sub> and MEP) after the application of therapeutic ultrasound to the diaphragm. **Methodology:** This is a clinical trial, in which 30 individuals were selected, randomized between three groups: intervention group (IG), in which the ultrasound technique was applied, and placebo group (GP), in which the application was simulated of the ultrasound. And the control group (CG), which performed only the assessment of respiratory pressures with the manovacumeter. Axillary, xiphoid, basal and abdominal cirtometry was performed in GI and PG participants. **Result:** They show that the analyzes of the mean and standard deviation in the three groups: IG, PG and GC did not show significant results in MIP and MEP. It was observed that xiphoid expansion showed an increase after the ultrasound intervention and there was a decrease in basal and abdominal expansion, while axillary expansion was maintained. **Conclusion:** It is concluded that the protocol with therapeutic ultrasound, at the point of pain or muscle tension in the diaphragm, does not provide improvement in maximal inspiratory and maximal expiratory pressures. Regarding the expansion of the rib cage, from the data obtained, it was not possible to say that there was a significant increase.

**Keywords:** Diaphragm. Maximum respiratory pressures. Ultrasound therap

1. Acadêmica do curso de Fisioterapia da Faculdade Morgana Potrich (FAMP), Mineiros-GO, Brasil.  
2. Docente do curso de Fisioterapia da Faculdade Morgana Potrich (FAMP), Mineiros-GO, Brasil.

\*Autor para Correspondência: vanessamartin@fampfaculdade.com.br



## INTRODUÇÃO

O sistema respiratório é composto pelos pulmões, vias aéreas de condução, vias aéreas de troca gasosa e os músculos respiratórios, sendo o diafragma e intercostais externos que fazem parte da inspiração. Os constituintes da expiração são o reto do abdome, oblíquos externos e internos, transversos do abdome e os intercostais internos, além dos músculos acessórios<sup>1</sup>. A principal função do sistema respiratório é a troca gasosa, mas para que isso aconteça, é necessário que a ventilação e a circulação pulmonar estejam devidamente ordenadas<sup>2</sup>.

O diafragma é considerado o músculo mais importante da inspiração, o qual divide as cavidades torácica e abdominal<sup>3</sup>. Encontra-se a uma profundidade de 1,5 a 3 centímetros<sup>4</sup>. Na posição anatômica, é um músculo que se curva em duas cúpulas, uma direita e outra esquerda. Sua origem tem início nas vértebras (1ª a 3ª lombar), ligamentos arqueados, 7ª a 12ª costela, e na face posterior do processo xifóide, sendo inserido no tendão central do diafragma<sup>5,6</sup>. O seu comprimento-tensão tem semelhança musculoesquelética com os membros, sendo que o comprimento do diafragma depende do volume pulmonar<sup>2</sup>.

O movimento exercido pelo tórax durante a frequência respiratória é o que determina a expansibilidade torácica, para a qual a pressão intrapleural negativa gerada pelos músculos respiratórios e a integridade da caixa torácica são fundamentais<sup>7</sup>. A cirtometria é o método avaliativo para verificar a expansibilidade torácica, sendo executado de forma dinâmica, ou seja, durante os movimentos respiratórios<sup>7,8,9</sup>.

Outra medida importante para a função respiratória trata-se das pressões respiratórias máximas, usadas para avaliar a força e a resistência dos músculos respiratórios por meio de pressões produzidas por esforço estático. As pressões são definidas como inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>)<sup>10,11</sup>. A PI<sub>máx</sub> é o índice de força muscular inspiratória e a PE<sub>máx</sub> indica força muscular expiratória<sup>10</sup>. A medida destas pressões é importante para avaliar fraqueza muscular decorrente a problemas respiratórios ou cardíacos<sup>12</sup>. Os valores da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> geralmente são obtidos pelo volume pulmonar, pressão dos músculos respiratórios, além da força de retração elástica do sistema respiratório<sup>12</sup>. Entretanto, as medidas das pressões respiratórias máximas necessitam das instruções fornecidas e compreensão do indivíduo para realizar as manobras<sup>13</sup>.

O ultrassom terapêutico é um dos aparelhos mais utilizados em ambientes fisioterapêuticos, para tratar disfunções musculoesqueléticas e consiste na aplicação de ondas ultrassônicas sobre o tecido, que por meio do seu efeito vibratório proporcionam resultados eficazes no processo de

reparação tecidual<sup>14,15</sup>. Estudos acerca da sua aplicabilidade como modo de tratamento vêm sendo realizados há décadas<sup>16</sup>. As ondas sonoras emitidas pelo ultrassom têm efeito positivo sobre o limiar da dor miofascial, aumento complacência tecidual, melhora a circulação sanguínea, diminui o espasmo muscular e aumenta amplitude de movimento<sup>17,18,19</sup>. Os efeitos fisiológicos causados pelo ultrassom, dependem dos parâmetros utilizados<sup>20</sup>. No modo pulsado, as ondas são emitidas de forma descontinuada. A frequência de 3Mhz é aplicada especialmente para o tratamento em tecidos superficiais, essa frequência atinge aproximadamente 1 a 2cm de profundidade<sup>17,21</sup>.

O ultrassom terapêutico é um equipamento validado na área ortopédica devido aos benefícios proporcionados na musculatura esquelética, pois é capaz de melhorar os espasmos musculares e facilitar o ganho de amplitude movimento e força muscular. Diante disso, indaga-se sobre quais efeitos podem ser promovidos sobre as pressões respiratórias e a expansibilidade torácica após a aplicação do ultrassom terapêutico, uma vez que a literatura ainda é incipiente sobre o uso dessa técnica sobre tais variáveis.

Nesse sentido, este estudo surgiu com o objetivo de verificar o efeito imediato sobre a expansibilidade torácica e as pressões respiratórias (PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>) após a aplicação do ultrassom terapêutico no diafragma.

## MÉTODOLOGIA

Trata-se de um ensaio clínico realizado para testar o efeito do ultrassom terapêutico sobre variáveis respiratórias em uma amostra de indivíduos saudáveis.

### Amostra e local

O estudo foi desenvolvido a partir de uma amostra por conveniência composta por trinta indivíduos jovens, saudáveis, sedentários e ativos residentes na cidade de Mineiros-GO, que foram divididos entre três grupos, a saber: grupo intervenção (GI), grupo placebo (GP) e grupo controle (GC). Toda a pesquisa foi conduzida na Clínica Escola de Fisioterapia.

### Critérios de elegibilidade

Foram incluídos no estudo indivíduos de 18 a 30 anos, com Índice de Massa Corporal (IMC) dentro dos parâmetros de normalidade, que possuem sensibilidade tátil, térmica e dolorosa preservadas e que aceitaram participar do estudo, concordando com o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

Foram excluídos do estudo voluntários que apresentaram presença de hipertensão arterial não controlada,

angina estável, pneumotórax, aneurisma de aorta e cerebral, problemas agudos da orelha média, infarto do miocárdio, fistulas pleuro cutâneas ou pulmonares, hérnia abdominais, glaucoma ou deslocamento da retina, não compreensão do teste, alteração da sensibilidade cutânea, obesidade, marca passo, infecções, câncer, gestantes, dor não diagnosticada, disfunções respiratórias.

### **Intervenção**

Após seu consentimento, os participantes foram divididos em um dos três grupos: GI, GP e GC. A estratégia de randomização por blocos foi conduzida levando em conta uma taxa de alocação de 1:1.

O GI foi composto por 10 voluntários, de ambos os sexos, nos quais foi aplicada a técnica de ultrassom terapêutico abaixo da última costela na parte anterior do tórax, com o paciente em decúbito dorsal, por 5 minutos em cada ponto de dor ou espasmo muscular encontrado nesse trajeto, de modo pulsado, 3mhz com intensidade de 1,7w/cm<sup>2</sup>

O GP foi composto por 10 voluntários, de ambos os sexos, nos quais foi simulada a aplicação do ultrassom terapêutico abaixo da última costela, com o paciente em decúbito dorsal, também por 5 minutos.

O GC foi composto por 10 voluntários, de ambos os sexos, os quais foram avaliados e não receberam a intervenção ou placebo, a fim de servir como padrão para a análise comparativa sem apresentarem algia ou espasmo muscular abaixo da última costela na parte anterior do tórax.

### **Coleta de dados**

Caracterização sócio demográfica e de saúde: questionário elaborado pelas pesquisadoras, contendo informações sobre gênero (feminino e masculino), idade (em anos), escolaridade (em anos), peso (em quilos), estatura (em centímetros), IMC, hábitos de vida (se etilista, fumante ou praticante de atividade física) e presença de morbidades (número de doenças autorreferidas).

Avaliação da expansibilidade torácica: com o participante em posição ortostática, foi medida a cirtometria axilar, xifoide, basal e abdominal, para a qual usa-se uma fita métrica inelástica em posição horizontal em três perímetros. Os valores para adultos jovens saudáveis devem ser de aproximadamente 4 a 7cm<sup>7,8</sup>.

Avaliação das pressões respiratórias: para verificar a P<sub>máx</sub> e P<sub>Emáx</sub>, foi utilizado um manovacuômetro GER-AR, modelo MV150/300, escalonado em -150 a +150cm de água, constituído de manômetro, traqueia, conector e bocal. Para mensurar a P<sub>máx</sub>, o participante foi colocado em posição sentada, com a cabeça em posição neutra usando um clipe nasal. Em seguida, foi solicitado o esvaziamento dos

pulmões, em nível de volume residual (VR), o bocal foi corretamente posicionado, seguido de uma inspiração máxima até o nível de capacidade pulmonar total (CPT), mantendo-a por um segundo. Foram realizadas três manobras, de forma que o maior valor registrado foi utilizado para a análise. Para medir P<sub>Emáx</sub>, foi solicitado que o participante realizasse uma inspiração máxima, até o nível de CPT, em seguida, com o clipe nasal e o bocal de conexão ao nanovacuumetro corretamente posicionados, era solicitada uma expiração máxima até o nível de VR, mantendo por um segundo. Foram realizadas três manobras, sendo o maior valor registrado utilizado para análise. Foi estabelecido um intervalo de descanso de dois minutos entre as medidas no intuito de impedir que ocorresse uma possível fadiga muscular respiratória ocasionando alteração nos resultados.

### **Análise estatística**

Os dados foram implementados em um banco no aplicativo Excel. A análise descritiva foi feita de acordo com as frequências absoluta e relativa dos dados, sua média e desvio-padrão.

### **Aspectos éticos**

O estudo obedece a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que assegura direitos aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado, garantindo sigilo e privacidade dos participantes durante todas as fases da pesquisa. Por isso, o projeto foi submetido para apreciação e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Santa Fé do Sul (UNIFUNEC), parecer n°: 060956/2022. Todas as informações sobre o estudo, bem como seus riscos e benefícios, foram esclarecidos aos participantes previamente à concordância com o TCL.

## **RESULTADOS**

Foram selecionados 30 indivíduos que preencheram os critérios de inclusão no estudo. Os participantes foram randomizados em três grupos pareados por idade (GI: 24±3,26 vs. GP: 22±2,04 vs. GC: 23±2,36), estatura (GI: 1,68±0,12 vs. GP: 1,68±0,06 vs. GC: 1,67±0,11), peso (GI: 66±14,56 vs. GP: 66,5±11,67 vs. GC: 66,9±5,7) e IMC (GI: 20,31±7,31 vs. GP: 24,32±2,19 vs. GC: 23,9±2,4), sendo 10 do grupo intervenção, 10 do grupo placebo e 10 do grupo controle. As informações sociodemográficas e de saúde podem ser observadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Características sociodemográficas e de saúde dos participantes na primeira fase da pesquisa, Mineiros-GO, 2022.

Variáveis	GI (N= 10) Média (DP) / N (%)	GP (N= 10) Média (DP) / N (%)	GC (N= 10) Média (DP) / N (%)
<b>Sexo</b>			
Masculino	7 (70%)	5 (50%)	4 (40%)
Feminino	3 (30%)	5 (50%)	6 (60%)
<b>Idade</b>	24 (3,26)	22 (2,04)	23 (2,36)
<b>Estatura</b>	1,68 (0,12)	1,68 (0,06)	1,67 (0,11)
<b>Peso (Kg)</b>	66 (14,56)	66,5 (11,67)	66,9 (5,7)
<b>IMC</b>	20,31 (7,31)	24,32 (2,19)	23,9 (2,4)
<b>TOTAL</b>	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)

\*GI: Grupo intervenção; GP: Grupo placebo; GC: Grupo controle; DP: Desvio padrão. Fonte: dados da pesquisa.

A tabela 2 apresentou as médias da avaliação de expansibilidade em todos os perímetros, antes e depois da intervenção, em ambos os grupos. Observa-se que a expansibilidade xifóide apresentou aumento depois da intervenção com ultrassom e houve um decréscimo na expansibilidade basal e abdominal, enquanto a axilar manteve-se.

**Tabela 2:** Cirtometria antes e depois da intervenção, Mineiros-GO, 2022.

CITOMETRIA	GI (N= 10) Média (DP)		GP (N= 10) Média (DP)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
<b>Expansibilidade axilar</b>	4,1 (1,28)	4,1 (1,37)	3,7 (0,67)	3,7 (0,67)
<b>Expansibilidade xifóide</b>	4,1 (1,28)	4,3 (1,63)	3,4 (0,91)	3,4 (0,51)
<b>Expansibilidade basal</b>	4,1 (0,99)	3,8 (0,78)	3,7 (0,48)	3,7 (0,48)
<b>Expansibilidade abdominal</b>	3 (1,24)	2,9 (1,28)	3,1 (0,31)	3,1 (0,31)

GI: Grupo intervenção; GP: Grupo placebo; Média; DP: Desvio padrão. Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 3:** Dados da frequência absoluta, média, desvio padrão, das características sociodemográficas e pressões respiratórias antes e depois do grupo intervenção, Mineiros-GO, 2022.

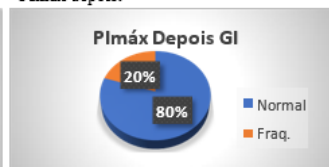
Idade	Estatura	Peso	IMC	Pímáx			PEmáx			
				Antes	Esperado	Depois	Antes	Esperado	Depois	
28	1,67	76	27,3	50	48,68	55	60	49,83	45	
24	1,62	56	21,34	80	39,28	85	50	23,11	55	
23	1,55	48	20	45	35,19	50	30	16,63	30	
26	1,85	66	19,4	90	61,94	95	40	62,61	50	
23	1,67	70	25,1	45	47,95	60	60	33,43	55	
29	1,93	96	1,93	95	77,69	115	125	89,73	135	
20	1,6	58	22,66	35	60,6	35	45	61,33	45	
22	1,59	67	26,5	45	46,76	45	35	28,29	40	
26	1,72	75	25,4	50	49,2	55	50	37,29	60	
19	1,61	48	18,5	55	37,39	85	60	11,57	80	
<b>Média</b>	24	1,68	66	20,81	59	50,46	68	55,5	41,382	59,5
<b>DP</b>	3,27	0,12	14,57	7,32	21,19	13,04	25,52	26,61	24,37	29,67

GI: Grupo intervenção; Média; DP: Desvio padrão. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 1:** Mostra indivíduos do GI apresentaram fraqueza muscular antes.

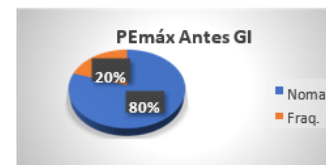


**Figura 2:** Nota-se indivíduos do GI que apresentaram fraqueza muscular na Pímáx depois.

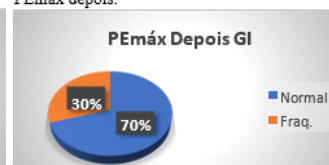


GI: Grupo intervenção. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 3:** Demonstra indivíduos do GI obtiveram fraqueza na PE máx



**Figura 4:** Aponta indivíduos do GI que que apresentaram fraqueza muscular na antes. PE máx depois.



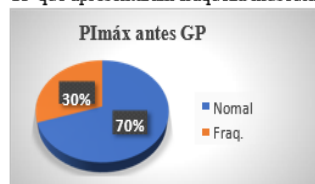
GI: Grupo intervenção. Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 4:** Dados da frequência absoluta, média, desvio padrão, das características sociodemográficas e pressões respiratórias antes e depois do grupo placebo, Mineiros-GO, 2022.

Idade	Estatura	Pesp	IMC	Pímáx			PEmáx			
				Antes	Esperada	Depois	Antes	Esperada	Depois	
21	1,68	78	27,6	100	71,65	100	115	69,41	100	
25	1,84	78	23	140	69,45	140	145	66,05	140	
19	1,74	73	24,2	115	69,85	115	55	67,23	55	
20	1,75	70	22,9	55	67,56	65	65	59,95	60	
25	1,53	67	29,9	65	45,11	75	60	32,33	50	
23	1,68	81	28,9	60	72,29	60	45	81,15	50	
21	1,56	49	20,13	60	36,87	60	55	16,09	50	
22	1,63	49	18,52	70	36,32	70	85	15,69	70	
24	1,62	60	22,86	50	41,6	50	50	30,11	50	
22	1,78	60	25,25	45	54,3	45	40	26,89	45	
<b>Media</b>	22,20	1,68	66,50	24,33	76,00	56,50	78,00	71,5	46,49	67,00
<b>DP</b>	2,04	0,10	11,67	3,66	31,52	15,26	30,66	33,92	24,60	30,29

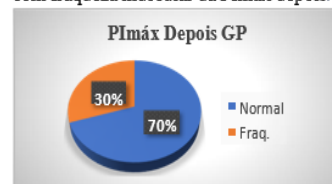
GI: Grupo intervenção; Média; DP: Desvio padrão. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 5:** PImáx antes em indivíduos do GP que apresentaram fraqueza muscular.



GP: Grupo placebo. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 6:** Demonstra indivíduos do GP com fraqueza muscular da PImáx depois.

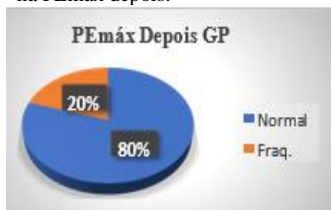


**Figura 7:** Mostra indivíduos do GP que tiveram fraqueza muscular na PEmáx antes.



GP: Grupo placebo. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 8:** Aponta indivíduos do GP que apresentaram fraqueza muscular na PEmáx depois.



**Tabela 5:** Dados da frequência absoluta, média, desvio padrão das características **sociodemográfica** e pressões respiratórias antes e depois do grupo controle, Mineiros-GO, 2022.

	Idade	Altura	Peso	IMC	Pimáx	Pimáx Esperado	Pemáx	Pemáx Esperado
	23	1,71	63	21,8	65	44,23	50	36,23
	23	1,78	75	23,7	110	68,81	135	72,75
	22	1,77	65	20,7	60	63,56	65	62,01
	25	1,52	64	27,7	45	40,37	45	51,93
	24	1,61	62	23,9	40	42,76	55	41,31
	22	1,77	78	24,9	45	53,14	65	39,49
	29	1,59	70	27,8	65	44,65	25	18,21
	20	1,60	65	25,39	50	46,7	45	24,83
	24	1,70	67	23,5	85	63,62	115	72,23
	23	1,72	60	20,4	70	60,11	65	65,75
<b>Média</b>	23,5	1,68	66,9	23,78	63,5	52,79	66,5	48,47
<b>DP</b>	2,37	0,09	5,78	2,45	21,35	10,41	33,50	19,45

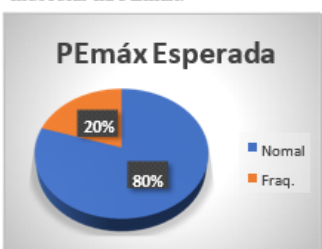
GC: Grupo Controle; Média; DP: Desvio padrão. Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 9:** Mostra indivíduos do GC que apresentaram fraqueza muscular na PImáx.



GP: Grupo Controle. Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 10:** Demonstra indivíduos do GC que apresentaram fraqueza muscular na PEmáx.



## DISCUSSÃO

A proposta deste estudo foi analisar o efeito do

ultrassom terapêutico no diafragma com o intuito de verificar a expansibilidade torácica e as pressões inspiratórias máximas e as pressões expiratórias máximas em indivíduos jovens, do sexo feminino e masculino e com idade entre 18 – 30 anos.

Segundo Bairapareddy et al, foi realizado um estudo em indivíduos jovens, saudáveis para verificar o aumento da força muscular respiratória relacionada a aspectos antropométricas e de atividade física. Observou-se que os valores da PImáx e PEmáx foram influenciados pelo sexo e estatura, mas não pelos níveis de atividades físicas<sup>10</sup>.

Pessoa et al, reportam por meio do estudo intitulado, equações de predição para força muscular respiratória, segundo diretrizes internacionais e brasileiras, sendo composto por 134 indivíduos brasileiros, com índice de massa corporal na normalidade, foram estabelecidas equações de valores médios e limites inferiores de normalidade para a PImáx e a PEmáx. Os autores relataram que não houve um consenso sobre a influência de peso, estatura e idade na PImáx e PEmáx de homens e mulheres<sup>22</sup>. É importante ressaltar que, este estudo, a idade, o peso corporal e o IMC não apresentou diferença significativa em relação ao GI, GP e GC, o que se pode dizer que não houve influência na PImáx e PEmáx.

Evidências na literatura atual, demonstram que o ultrassom terapêutico (UT) apresenta efeitos positivos no aumento da circulação sanguínea, controle sobre a dor, no espasmo muscular e alinhamento das fibras de colágenos. Sendo assim, estudos encontrados mostram que, o efeito do ultrassom com a intensidade utilizada inferiores a 0,5W/cm<sup>2</sup> e tempos menores que 5 minutos não tiveram resultados na reparação do tecido muscular e na recuperação de força dos indivíduos, porém, intensidades de 0,1 a 0,7 w/cm<sup>2</sup> apresentam melhor efetividade<sup>23,24</sup>. Portanto, cabe ressaltar que no neste estudo, em que foi realizada a intervenção com (UT), não foi possível afirmar pelos resultados obtidos antes e depois, que houve melhoras na PImáx e PEmáx após a intervenção.

No estudo realizado por Viana et al. composto por 12 universitários saudáveis com o objetivo de verificar a força respiratória, encontraram-se valores da PImáx e PEmáx inferiores aos valores esperados, tanto em mulheres quanto em homens e sem apresentar valores estatisticamente significativos. Os autores relatam que, a discrepância nos valores da PImáx e PEmáx, podem estar relacionadas ao aparelho de medição e o diâmetro do orifício que influencia diretamente nos resultados dos valores, devido a ativação da contração dos músculos bucinadores que geram uma pressão interferindo na força de pressão produzida pelos músculos respiratórios<sup>25,26</sup>. Neste estudo não foi possível afirmar que o aumento da expansibilidade da caixa torácica foi significativo, já que houve um aumento não efetivo da

expansibilidade xifoide e a expansibilidade basal e abdominal decaiu. Estudos encontrados relataram que a mobilidade torácica está relacionada com a capacidade da integridade dos músculos respiratórios em produzir uma pressão intrapleural<sup>27</sup>.

## LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações do estudo devem ser levadas em consideração.

Tamanho da amostra.

Amostra heterogênea.

Poucos achados na literatura referente ao tema do estudo

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o protocolo com ultrassom terapêutico, modo pulsado, no ponto de dor ou tensão muscular do diafragma, não proporciona melhora nas pressões inspiratórias máximas e expiratórias máximas. Em relação a expansibilidade da caixa torácica, a partir dos dados obtidos, não foi possível dizer que houve um aumento significativo.

Os resultados encontrados nesse estudo, revelaram a necessidade de outros estudos que investiguem os efeitos do ultrassom terapêutico no diafragma.

## REFERÊNCIAS

1. Levitzky, MG. Fisiologia Pulmonar. 8nd ed. Baurú-SP: Editora Manole; 2016.
2. Machado, MGR. Bases da Fisioterapia Respiratória - Terapia Intensiva e Reabilitação. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018.
3. Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski D, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med.* 2017;85(4):224-232. doi: 10.5603/ARM.2017.0037
4. Santana PV, Cardenas LZ, Albuquerque ALPD, Carvalho CRRD, Caruso P. Ultrassonografia diafragmática: uma revisão de seus aspectos metodológicos e usos clínicos. *Jor Bras de Pneum.* 2020; 46. Doi: 10.36416/1806-3756/e20200064.
5. West JB. Fisiologia Respiratória: princípios básicos. 9nd ed. Porto Alegre, RS: Grupo A; 2013.
6. Ward JPT, Ward, J, Leach RM. Fisiologia Básica do Sistema Respiratório. 3nd ed. Barueri, SP: Editora Manole; 2012.
7. Franco JK. Análise do comportamento da mobilidade torácica de adultos: Revisão de literatura; 2021.
8. Castro AAM. Mobilidade torácica: confiabilidade da cirtometria. *Lif Sty.* 2018; 5(1): 61- 75. Doi: 10.19141/2237-3756.lifestyle.v5.n1.p61-75.
9. Silva LP. Confiabilidade da mensuração da cirtometria torácica como método de avaliação em indivíduos saudáveis. *Rev Movim* ISSN. 2016; 9(3):451-459.
10. Bairapareddy KC, Augustine A, Alaparthy GK, Hegazy F, Shousha TM, Ali SA, Nagaraja R, Chandrasekaran B. Maximal Respiratory Pressures and Maximum Voluntary Ventilation in Young Arabs: Association with Anthropometrics and Physical Activity. *J Multidiscip Healthc.* 2021; 14:2923-2930. Doi: 10.19141/2237-3756.
11. Bessa EJC, Lopes AJ, Rufino R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. *Pulmão RJ.* 2015; 24(1);37-41.
12. Silveira BM, Pereira, MC, Cardoso DR, Ribeiro-Samora GA, Martins, HR, Parreira VF. New method for evaluating maximal respiratory pressures: Concurrent validity, test-retest, and inter-rater reliability. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* 2021; 25(6): 741-748. Doi: 10.1016/j.bjpt.2021.04.012.
13. Santos RMGD, Pessoa-Santos, BV, Reis, IMMD, Labadessa IG, Jamami M. Manovacuometria realizada por meio de traqueias de diferentes comprimentos. *Fisioterapia e Pesquisa.* 2017; 24; 9-14. Doi: 10.1590/1809-2950/15614124012017.
14. Aiyer R, Noori SA, Chang KV, Jung B, Rasheed A, Bansal N et al. Therapeutic ultrasound for chronic pain management in joints: a systematic review. *Pain Medicine.* 2020; 21(7); 1437-1448. Doi: 10.1093/pm/pnz102.
15. Sousa, LF, Souza, JBD, Almeida, GKMD, Jesus ICGD, Oliveira, EDD. Therapeutic ultrasound associated with copaiba oil reduces pain and improves range of motion in patients with knee osteoarthritis. *Fisioterapia em Movimento.* 2017; 30; 443-451. Doi: 10.1590/19805918.030.003.AO02.
16. Jesus, JF, Albuquerque, TAB, Shimba, LG, Bryk, FF, Cook, J, Pinfield, CE. High-energy dose of therapeutic ultrasound in the treatment of patellar tendinopathy: protocol of a randomized placebo-controlled clinical trial. *BMC musculoskeletal disorders.* 2019; 20(1); 111. Doi: 10.1186/s12891-019-2993-2.
17. Zhang, N, Chow, SKH, Leung, KS, Cheung, WH. Ultrasound as a stimulus for musculoskeletal disorders. *Journal of orthopaedic translation.* 2017; 9; 52-59. Doi: 10.1016/j.jot.2017.03.004.
18. Ilter L, Dilek B, Batmaz I, Uli MA, Sariyildiz MA, Nas K, Cevik R. Efficacy Of Pulsed And Continuous Therapeutic Ultrasound In Myofascial Pain Syndrome. *American Journal of Physical.* 2014; 894; 0000-0000. Doi: 10.1097/PHM.0000000000000210.
19. Devrimsel, G, Metin, Y, Serdaroglu Beyazal, M. Short-term effects of neuromuscular electrical stimulation and ultrasound therapies on muscle architecture and functional capacity in knee osteoarthritis: a randomized study. *Clinical Rehabilitation.* 2019; 33(3); 418-427. Doi: 10.1177/0269215518817807.
20. Papadopoulos, ES, Mani, R. The role of ultrasound therapy in the

management of musculoskeletal soft tissue pain. *The international journal of lower extremity wounds*. 2020; 19(4); 350-358. Doi: 10.1177/1534734620948343.

21. Hauck M, Martins CN, Moraes MB, Aikawa P, Silva Paulitsch F, Plentz RDM et al. Comparison of the effects of 1 MHz and 3 MHz therapeutic ultrasound on endotheliumdependent vasodilation of humans: a randomised clinical trial. *Physiotherapy*. 2019; 105(1); 120-125. Doi: 10.1016/j.physio.2017.08.010.
22. Pessoa IM, Houri NM, Montemezzo D, Silva LA, Andrade ADD, Parreira VF. (2014). Equações de predição para a força muscular respiratória segundo diretrizes internacionais e brasileiras. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 201;18;410-418. Doi:0.1590/bjptrbf.2014.0044.
23. Jiang X, Savchenko O, Li Y, Qi S, Yang T, Zhang W, Chen J. A review of low-intensity pulsed ultrasound for therapeutic applications. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2018; 66(10); 2704-2718. Doi: 10.1109/TBME.2018.2889669.
24. Silva ANG, Oliveira JRS, Melo MÁN, Lima WA, Cunha RX, Silva APSA, Lima VLM. Terapia por ultrassom na reabilitação muscular: revisão. *Revista Perspectiva*. 2022; 46(173); 19-30. Doi:10.31512/persp.v.46.n.173.2022.208.p.19-30.
25. Viana DA, Silva LMA, Rodrigues LR, Abrahão DPS, Gomide LB. Força Muscular Respiratória de Universitários Saudáveis. *Revista Brasileira de Ciência e Saúde*. 2015; 19(1);31-34. DOI:10.4034/RBCS.2015.19.01.05.
26. Gopalakrishna, A, Vaishali K, Prem V, Aaron P. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population: A cross-sectional pilot study. *Lung india: official organ of Indian chest Society*. 2011;28(4);247. Doi: 10.4103/0970-2113.85684.
27. Franco J K. Análise do comportamento da mobilidade torácica de adultos: revisão de literatura.2022.