

# MEDIDAS DAS PRESSÕES DO ESFÍNCTER ESOFÁGICO INFERIOR POR MANOBRAS INSPIRATÓRIAS PADRONIZADAS

*Lower esophageal sphincter pressure measurement under standardized inspiratory manueuvers*

Jeany Borges e Silva **RIBEIRO**, Esther Cristina Arruda Oliveira **DIÓGENES**, Patrícia Carvalho **BEZERRA**, Tanila Aguiar Andrade **COUTINHO**, Cícera Geórgia Félix de **ALMEIDA**, Miguel Ângelo Nobre e **SOUZA**

Trabalho realizado no Laboratório de Gastroenterologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

**DESCRIPTORIOS:** Manobra Threshold. Pressão da junção esofagogástrica. Crura diafragmática. Refluxo gastroesofágico. Esfíncter esofágico inferior.

## Correspondência:

Miguel Ângelo Nobre e Souza  
Email: mans@ufc.br

Fonte de financiamento: não há  
Conflito de interesses: não há

Recebido para publicação: 19/02/2015  
Aceito para publicação: 05/05/2015

**HEADINGS** - Threshold maneuver. Esophagogastric junction pressure. Crural diaphragm. Gastroesophageal reflux. Lower esophageal sphincter.

**RESUMO – Racional:** Através de variações rítmicas, o diafragma influencia a pressão do EEI, atuando como um esfíncter externo. O registro manométrico da sua pressão caracteriza-se por aumento de pressão na inspiração resultante da contração da crura diafragmática que envolve o esfíncter. **Objetivo:** Descrever um método de medida da pressão do esfíncter esofágico inferior (EEI) durante manobras inspiratórias padronizadas, com cargas crescentes. **Métodos:** Oito voluntários sadios (sexo feminino, média de idade de 31,5 anos) participaram do estudo. Uma manometria esofágica de alta resolução e impedanciometria mediram a pressão do EEI durante manobras inspiratórias com o Threshold sob cargas de 12, 24 e 48 cm H<sub>2</sub>O. **Resultados:** Comparando-se as médias houve diferença significativa entre a pressão máxima do EEI e a sua pressão basal máxima durante o primeiro (diferença de 76,19±17,92, p=0,0008), segundo (diferença 86,92±19,01, p=0,0004) e terceiro segundos da manobra (diferença 90,86±17,93, p=0,0002), tanto com carga de 12 cm de H<sub>2</sub>O, quanto com 24 e 48 cm. **Conclusão:** Esta manobra é uma padronização da pressão inspiratória do EEI e pode diferenciar melhor pacientes com doença do refluxo de indivíduos sadios, podendo também ser útil na monitorização do tratamento desses pacientes por meio do treinamento muscular inspiratório.

**ABSTRACT – Background:** Through rhythmic variations, the diaphragm influence lower esophageal sphincter (LES) pressure acting as an external sphincter. LES pressure recording is characterized by increased pressure in inspiration due to contraction of the diaphragmatic crura that involves the sphincter. **Aim:** To describe a method of measuring LES pressure during standardized inspiratory maneuvers with increasing loads. **Methods:** The study population comprised of eight healthy female volunteers (average age of 31.5 years). An esophageal high-resolution manometry and impedance system was used for measuring the LES pressure during 3-second inspiratory efforts under 12, 24 and 48 cm H<sub>2</sub>O loads (Threshold maneuvers). **Results:** There was a significant difference between the average maximum LES pressure and the average maximum basal LES pressure during the first (76.19±17.92 difference, p=0.0008), second (86.92±19.01 difference, p=0.0004), and third seconds of the maneuver (90.86±17.93 difference, p=0.0002), with 12, 24 and 48 cmH<sub>2</sub>O loads. **Conclusion:** This maneuver is a standardization of the inspiratory LES pressure and may better differentiate patients with reflux disease from healthy individuals, and may also be useful for monitoring the treatment of these patients through inspiratory muscle training.

## INTRODUÇÃO

O esfíncter esofágico inferior (EEI) é estrutura funcional de pressões elevadas, que possui um segmento intra-abdominal e outro intra-torácico e mede de 2 a 4 cm de comprimento. A separação das duas porções faz-se através da determinação do chamado ponto de inversão respiratória, em que as deflexões positivas do segmento intra-abdominal durante a inspiração tornam-se negativas. Esta zona tem extensão aproximada de 0,5 cm, está normalmente localizada no meio da zona de alta pressão e relacionada com a crura diafragmática. Normalmente, dois ou mais centímetros estão situados abaixo do ponto de inversão respiratória e correspondem ao comprimento do segmento intra-abdominal. A zona de alta pressão evidencia assimetria axial e radial, sendo as pressões lateral esquerda e posterior esquerda significativamente superiores<sup>7</sup>.

Através de variações rítmicas, o diafragma influencia a pressão do EEI, atuando como um esfíncter externo. O registro manométrico da sua pressão caracteriza-se por aumento de pressão na inspiração resultante da contração da crura diafragmática que envolve o esfíncter<sup>7</sup>.

Há evidências que a pressão inspiratória do EEI pode diferenciar melhor pacientes com esofagite de refluxo de controles<sup>8</sup>. Alguns pacientes com esofagite de refluxo podem não aumentar a pressão inspiratória do EEI tanto quanto voluntários sadios<sup>8</sup> podendo haver possível adaptação em condições patológicas<sup>9</sup>. A contração diafragmática, além de comprimir extrinsecamente a junção esofagogástrica, desloca-a inferiormente durante cada inspiração.

A representação topográfica de pressões da junção esofagogástrica obtidas por manometria esofágica de alta resolução (MEAR) permite medir tanto suas pressões como o seu deslocamento inspiratório.

O objetivo deste trabalho foi descrever um método de medida da pressão do EEI durante manobras inspiratórias padronizadas, com cargas crescentes.

## MÉTODOS

### Voluntários

Foram realizados oito exames de MEAR em voluntários saudáveis (sem queixas de DRGE) no laboratório de Pesquisa em Gastroenterologia do Departamento de Medicina Clínica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Tratou-se de um estudo quantitativo e descritivo em humanos. Foram seguidas as determinações éticas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sobre pesquisas com seres humanos.

### Manometria

A MEAR é tecnologia padrão que fornece avaliação objetiva do gradiente de pressão através da junção esofagogastrica e a medição do relaxamento do esfíncter permitindo o diagnóstico preciso de condições associadas com hipertonicidade ou hipotonicidade dele, além de ajudar na localização do bordo superior do EEI, para o correto posicionamento da sonda de pHmetria<sup>4</sup>.

Foram realizadas MEAR com os voluntários em posição de decúbito dorsal e jejum mínimo de 6 h. A sonda possui 36 sensores circunferenciais espaçados a intervalos de 1 cm, com diâmetro externo de 4,2 mm, além de 18 segmentos de impedância a cada 2 cm (Given Imaging, Yokneam, Israel). Os transdutores de pressão foram calibrados a 0 e 300 mmHg e zerou-se à pressão atmosférica. O cateter foi inserido transnasalmente e posicionado de forma a registrar a motilidade do esfíncter superior do esôfago ao estômago, com pelo menos cinco sensores distais ao diafragma. O protocolo manométrico incluiu um período basal para medições da pressão da EEI, seis deglutições com 5 ml de solução salina e uma manobra respiratória<sup>2</sup>.

### Manobra inspiratória

A manobra respiratória foi previamente descrita<sup>2</sup>. Os voluntários permaneceram em decúbito dorsal, enquanto a pressão do EEI era mensurada, sem deglutir por 20 s antes ou durante as manobras. A manobra consistia em uma inspiração oral rápida e forçada através de um dispositivo com uma válvula unidirecional de fluxo (Figura 1). A válvula era mantida fechada por uma membrana e uma mola cuja compressão era ajustável manualmente conforme desejado (cmH<sub>2</sub>O) (Threshold IMT, Philips Respironics, Andover, MA, Estados Unidos)<sup>1</sup>. Cada paciente realizou inspirações rápidas sob cargas de 12, 24 e 48 cm H<sub>2</sub>O. Os voluntários eram treinados previamente e orientados a não fazer força nos músculos bucinadores.



FIGURA 1 - Voluntária realizando manobra inspiratória com o Threshold onde aparece o dispositivo de resistência Threshold na mão do operador

### Análise dos dados

#### Definição das variáveis (Figura 2)

As medidas das variáveis seguintes foram obtidas com o uso do aplicativo ManoView Analysis 3.0, com pressão isobárica de 20 mmHg.

A pressão basal média era a pressão média de um retângulo A cuja altura era definida pelos bordos proximal e distal do EEI, e a largura correspondia a seis segundos (mmHg).

A pressão basal máxima era a pressão máxima de um retângulo A cuja altura era definida pelos bordos proximal e distal do EEI, e a largura correspondia a 6 segundos (mmHg).

A integral de contratilidade (IC) basal era o produto da pressão x altura x comprimento do retângulo A definido acima (mmHg x cm x seg), considerando linha isobárica de 20 mmHg.

A pressão oral inspiratória mínima era a menor pressão gerada durante cada manobra inspiratória na topografia da hipofaringe (mmHg).

A pressão esofágica inspiratória mínima era a menor pressão gerada durante cada manobra inspiratória na topografia do esôfago (mmHg).

O deslocamento inferior do EEI desenha-se em um retângulo B cujo vértice superior esquerdo era a intersecção da linha que descrevia o bordo proximal do EEI e a linha que delimitava o início da manobra inspiratória; o vértice inferior direito era a intersecção de uma linha vertical t segundos após o início da manobra e a linha que descreve o bordo distal do EEI no momento t. O deslocamento, ds, era a altura do retângulo (cm)

A pressão inspiratória máxima do EEI era a maior pressão no retângulo B descrito acima, para cada tempo t (mmHg).

A integral de contratilidade (IC) do EEI era o produto da pressão x altura x comprimento do retângulo B definido acima (mmHg x cm x seg), para cada tempo t, considerando linha isobárica de 20 mmHg.

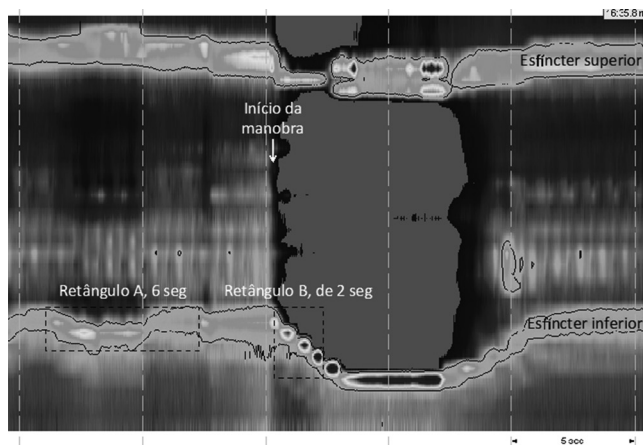


FIGURA 2 - Variáveis obtidas durante a manobra de Threshold

Os valores de tempo t eram 1, 2 e 3 segundos.

Testaram-se dois grupos de variáveis que apresentavam a mesma distribuição pelo teste t de Student, considerando  $p < 0,05$  o limiar de significância.

## RESULTADOS

Foram analisadas oito mulheres voluntárias saudáveis com idade variando de 21 a 47 anos, com média de 31,5 anos e IMC variando de 17,3 a 30,61 kg/m<sup>2</sup>, com média de 24,28 kg/m<sup>2</sup>.

A média da pressão máxima do EEI antes das manobras de inspirações com carga de 12 cm H<sub>2</sub>O foi 61,61 ± 17,63. O IC basal foi de 198,91 ± 117,92 (Tabela 1).

**TABELA 1** – Parâmetros do esfíncter esofágico inferior antes (basal) e durante as manobras de inspirações com carga de 12 cmH<sub>2</sub>O controladas por dispositivo de resistência linear

Parâmetros		Média ± DP	Varição
Basal	Pressão basal do EEI máxima	61,61 ± 17,63	38,4 - 93,5
	IC basal do EEI	198,91 ± 117,92	70,6 - 428,2
	Pressão oral mínima	-16,15 ± 8,38	-36,2 - (-11,8)
	Pressão intraesofágica mínima	-41,92 ± 18,74	-86,9 - (-28,6)
	Pressão intragástrica média	16,22 ± 4,06	11,4 - 24,4
<b>Tempo na manobra</b>			
1 segundo	DS	5,3 ± 0,78	4,4 - 6,4
	DS/DT	5,48 ± 0,77	4,6 - 6,5
2 segundos	Pressão máxima do EEI	137,8 ± 47,51	79,7 - 225,5*
	IC do EEI	101,87 ± 46,67	32 - 147
3 segundos	DS	5,9 ± 0,89	4,9 - 7,6
	DS/DT	2,95 ± 0,46	2,4 - 3,8
1 segundo	Pressão máxima do EEI	148,53 ± 50,81	80,5 - 241,2 <sup>#</sup>
	IC do EEI	220,78 ± 114,64	68,6 - 418,8
2 segundos	DS	6,06 ± 0,98	4,9 - 8
	DS/DT	2,01 ± 0,33	1,6 - 2,7
3 segundos	Pressão máxima do EEI	152,47 ± 47,56	92,2 - 241,2 <sup>#</sup>
	IC do EEI	328,18 ± 167,1	133 - 627,1

EEI= esfíncter esofágico inferior; IC= integral de contratilidade; DS= rebaixamento do diafragma; DS/DT= velocidade de rebaixamento do diafragma; DP= desvio-padrão. \* p=0,0008; <sup>#</sup> p=0,0004; <sup>®</sup> p= 0,0002, versus pressão máxima do EEI (teste t de Student)

Durante a manobra com carga de 12 cm de H<sub>2</sub>O, ocorreu aumento gradativo do rebaixamento do diafragma durante o primeiro, segundo e terceiro segundos (5,3±0,78 cm, 5,9±0,89 cm e 6,06±0,98 cm, respectivamente). Houve também queda gradativa na velocidade de rebaixamento do diafragma (5,48±0,77 cm/s no primeiro segundo, 2,95±0,46 cm/s no segundo segundo, e 2,01±0,33 cm/s no terceiro segundo). Por outro lado a pressão máxima e a IC aumentaram gradativamente no primeiro, segundo e terceiro segundos (Tabela 1). Utilizando a comparação de médias pelo teste t de Student, houve diferença significativa entre a pressão máxima do EEI basal e a pressão máxima do EEI durante o primeiro segundo da manobra (diferença 76,19±17,92, p=0,0008). Também houve diferença significativa das mesmas médias durante o segundo segundo (diferença 86,92±19,01, p=0,0004) e durante o terceiro segundo (diferença 90,86±17,93, p=0,0002). Fenômenos semelhantes ocorreram para as cargas de 24 e 48 cm H<sub>2</sub>O (Tabelas 2 e 3), exceto para o terceiro segundo durante a carga de 24 cm H<sub>2</sub>O, quando a pressão inspiratória máxima foi menor que no segundo segundo, contudo sem significância.

**TABELA 2** - Parâmetros do esfíncter esofágico inferior antes e após as manobras de inspirações com cargas de 24 cmH<sub>2</sub>O controladas por dispositivo de resistência Threshold

Parâmetros		Média ± DP	Varição
Basal	Pressão basal do EEI máxima	64,32 ± 14,29	49 - 93,5
	IC basal do EEI	252,81 ± 150,04	105,5-489,6
	Pressão oral mínima	-23,57 ± 8,21	-43,2-(-17,1)
	Pressão intraesofágica mínima	-48,8 ± 32,14	-128-(-33,9)
	Pressão intragástrica média	17,5±5,87	10,5-27
<b>Tempo na manobra</b>			
1 segundo	DS	4,77 ± 0,85	3,9-6,3
	DS/DT	4,8 ± 0,84	3,9 - 6,3
2 segundos	Pressão máxima do EEI	134,42 ± 32,18	88-168*
	IC do EEI	105,5 ± 38,63	46,7- 149,5
3 segundos	DS	5,62 ± 0,93	4,6 - 7,2
	DS/DT	2,75 ± 0,47	2,3-3,6
1 segundo	Pressão máxima do EEI	152,34 ± 35,09	101,1-207,3 <sup>#</sup>
	IC do EEI	217,11 ± 75,4	103-317,9
2 segundos	DS	5,74 ± 1,09	4,6-7,8
	DS/DT	1,9 ± 0,37	1,56 - 2,6
3 segundos	Pressão máxima do EEI	125,06 ± 69,14	-29,6-188,9 <sup>®</sup>
	IC do EEI	333,91 ± 124,6	175,8-500,3

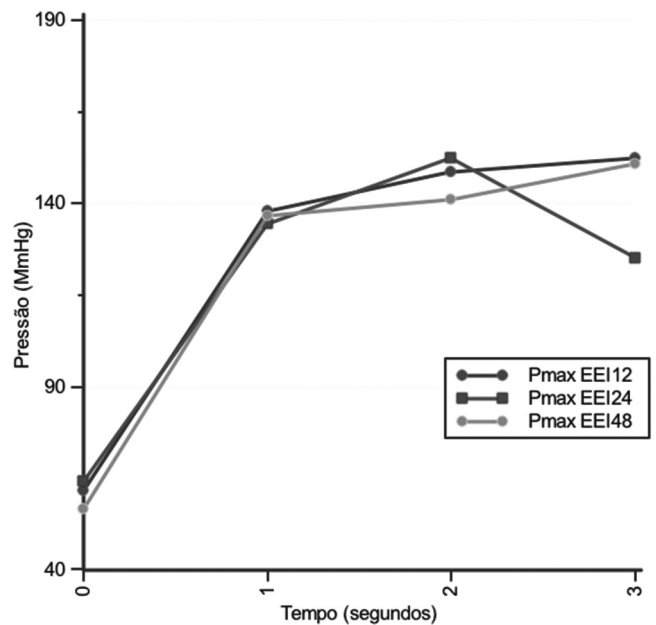
EEI= esfíncter esofágico inferior; IC=integral de contratilidade; DS=rebaixamento do diafragma; DS/DT= velocidade de rebaixamento do diafragma; DP=desvio-padrão. \* p=0,0001; <sup>#</sup> p<0,0001, <sup>®</sup> p= 0,029, versus pressão máxima do EEI (teste t de Student).

**TABELA 3** - Parâmetros do esfíncter esofágico inferior antes e após as manobras de inspirações com cargas de 48 cmH<sub>2</sub>O controladas por dispositivo de resistência Threshold

Parâmetros		Média ± DP	Varição
Basal	Pressão basal do EEI máxima	56,56±17,93	26,6-86,7
	IC basal do EEI	184,36±136	-87-321
	Pressão oral mínima	-39,5 ± 36,89	-51,3- (-31,5)
	Pressão intraesofágica mínima	-55,77 ± 29,77	-128,8-(-37,7)
	Pressão intragástrica média	17,45 ± 6,32	10-30,2
<b>Tempo na manobra</b>			
1 segundo	DS	4,3 ± 1,25	2,7-6,2
	DS/DT	4,43 ± 1,31	2,7-6,5
2 segundos	Pressão máxima do EEI	136,79 ± 33,97	94,9-190,9*
	IC do EEI	104,3 ± 49,8	44-175,5
3 segundos	DS	4,8 ± 1,43	2,6-7,3
	DS/DT	2,4 ± 0,71	1,3- 3,6
1 segundo	Pressão máxima do EEI	140,95 ± 33,95	94,9-192,5 <sup>#</sup>
	IC do EEI	206,63 ± 79,35	118,4-326,1
2 segundos	DS	5,28 ± 1,33	3,3-7,6
	DS/DT	1,75 ± 0,44	1,1-2,5
3 segundos	Pressão máxima do EEI	150,76 ± 40,41	94,9-208,7 <sup>®</sup>
	IC do EEI	312,19 ± 105,47	188,7-487,1

EEI=esfíncter esofágico inferior; IC=integral de contratilidade; DS=rebaixamento do diafragma; DS/DT= velocidade de rebaixamento do diafragma; DP=desvio-padrão \* p<0,0001; <sup>#</sup> p<0,0001, <sup>®</sup> p< 0,001, versus pressão máxima do EEI (teste t de Student)

A Figura 3 mostra o aumento das pressões do EEI ao longo das manobras inspiratórias, para as três cargas.



Pmax EEI 12= pressão máxima do esfíncter esofágico inferior durante manobra Threshold com carga de 12cm H<sub>2</sub>O; Pmax EEI 24=pressão máxima do esfíncter esofágico inferior durante manobra Threshold com carga de 24cm H<sub>2</sub>O; Pmax EEI 48=pressão máxima do esfíncter esofágico inferior durante manobra Threshold com carga de 48cm H<sub>2</sub>O

**FIGURA 3** - Pressão do EEI antes (tempo 0) e durante as manobras de inspirações com cargas de 12 cm H<sub>2</sub>O, 24 cm H<sub>2</sub>O e 48 cmH<sub>2</sub>O controladas por dispositivo de resistência Threshold (Tempo 1,2 e 3 segundos)

## DISCUSSÃO

A MEAR permite analisar em tempo real a pressão do EEI bem como dos constituintes da barreira anti-refluxo, sendo ferramenta promissora no estudo da fisiopatologia da doença do refluxo gastroesofágico<sup>6</sup>.

As contrações da crura diafragmática também são

relacionadas às mudanças da pressão da junção esofagogástrica. Normalmente, essas contrações são relacionadas com a respiração. Cada inspiração aumenta na junção esofagogástrica de 10 a 20 mmHg, e na inspiração profunda, o aumento varia de 50 a 150 mmHg<sup>5</sup>.

O Threshold, utilizado para fortalecimento da musculatura inspiratória, é composto por um sistema de mola e uma válvula unidirecional que permite aumentar a resistência à inspiração de forma linear, necessitando também da utilização de um clipe nasal. Durante a expiração a válvula unidirecional se abre, não havendo nenhuma resistência durante o ato expiratório; já na inspiração, essa válvula se fecha, provocando resistência, fortalecendo então a musculatura inspiratória<sup>3,10</sup>.

Essa manobra respiratória inspiratória foi adaptada para ser realizada durante a MEAR, aproveitando-se deste dispositivo que é frequentemente utilizado por fisioterapeutas para melhorar a função diafragmática<sup>3</sup>. Essa manobra tem sido utilizada para estudar a pressão da junção esofagogástrica na doença do refluxo<sup>8,9</sup>.

Durante a manobra, com carga de 12 cmH<sub>2</sub>O, observou-se aumento gradativo da média da pressão máxima do EEI em relação à média da pressão basal máxima do EEI antes da manobra - de 2,23 vezes, no primeiro segundo, de 2,41 vezes no segundo segundo e de 2,47 vezes no terceiro segundo. Estes aumentos relativos foram de 2,09 vezes no primeiro segundo, de 2,3 no segundo segundo, e de 1,94 vezes no terceiro segundo para a carga de 24 cmH<sub>2</sub>O, e de 2,41 vezes no primeiro segundo, de 2,49 no segundo segundo e de 2,66 no terceiro segundo para a carga de 48 cmH<sub>2</sub>O (Tabela 3).

A manobra inspiratória com o Threshold depende do esforço e da colaboração do voluntário. Isto é uma fragilidade do método, refletido pela dispersão alta dos valores de pressão inspiratória máxima do EEI. O aumento relativamente menor da pressão máxima no terceiro segundo da carga de 24 cmH<sub>2</sub>O pode ter ocorrido pelo número pequeno da amostra e por esta fragilidade. Por outro lado, o aumento gradativo da pressão inspiratória do EEI ao longo de 1, 2 e 3 segundos de manobra, a enriquece. Isto possivelmente se dá porque os voluntários não conseguem terminar a inspiração com um, dois ou até três segundos. Esta característica do método poderia em teoria facilitar a discriminação entre situações patológicas diversas.

## CONCLUSÃO

Esta manobra é uma padronização da pressão inspiratória do EEI e pode diferenciar melhor pacientes saudáveis de pacientes com DRGE, pois esses últimos, por uma provável insuficiência crural, possivelmente terão uma menor pressão inspiratória do EEI. Além disso, essa manobra poderá ser útil na monitorização do tratamento de pacientes com DRGE por meio de treinamento muscular inspiratório, devido ao aumento da pressão inspiratória do EEI<sup>8</sup>.

## REFERÊNCIAS

1. Azeredo CAC. Técnicas para desmame do ventilador mecânico. São Paulo: Manole, 2002.
2. American Gastroenterological Association (AGA). The clinical review on the clinical use of esophageal manometry. *Gastroenterology*, 128:209-224, 2005.
3. Fernades FE et al. Efeito do treinamento muscular respiratório por meio do manovacuômetro e do Threshold Pep em pacientes hemiparéticos hospitalizados, in: Carmen Mueller-Karger, Sara Wong, Alexandre La Cruz (eds.). CLAI B 2007, IFMBE Proceedings, 2007.
4. Gomes J. et al. Esophageal Manometry. In: *GI Motility Testing: A Laboratory and Office Handbook*, 2:15-24, 2011.
5. Mittal RK et al. Human lower esophageal sphincter pressure response to increased intra-abdominal pressure. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, 258:624-630, 1990.
6. Nicodème F, Lin Z, Pandolfino JE, Kahrilas PJ. Esophago-gastric junction pressure morphology: comparison between a station pull-through and real-time 3D-HRM representation. *Neurogastroenterol Motil.*, 25(9):e591-8, 2013.
7. Novais Luis. Avaliação funcional do esfíncter esofágico inferior por manometria esofágica. *J Port Gastrenterol.* [periódico na Internet], 19(2): 59-61, 2012.
8. Nobre e Souza MÂ, Lima MJ, Martins GB, Nobre RA, Souza MH, Oliveira RB, Santos AA. Inspiratory muscle training improves antireflux barrier in GERD patients. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 305(11):G862-7, 2013.
9. Nobre e Souza MÂ, Bezerra PC, Nobre RA, Holanda ES, Dos Santos AA. Increased inspiratory esophagogastric junction pressure in systemic sclerosis: An add-on to antireflux barrier. *World J Gastroenterol*, 21;21(7):2067-72, 2015.
10. Pires VA. Treinamento muscular inspiratório em pacientes sob desmame da ventilação mecânica [Tese – Mestrado]. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos:1999.