

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA  
COMUNICAÇÃO HUMANA**

**Diego Fernando Dorneles Bilheri**

**MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS  
RESPIRATÓRIOS EM SUJEITOS NORMAIS**

**Santa Maria, RS**

**2016**



**Diego Fernando Dorneles Bilheri**

**MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS  
RESPIRATÓRIOS EM SUJEITOS NORMAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

**Orientadora: Profa Dra Renata Mancopes**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2016**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dorneles Bilheri, Diego Fernando  
MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS  
RESPIRATÓRIOS EM SUJEITOS NORMAIS / Diego Fernando  
Dorneles Bilheri.- 2016.  
73 p.; 30 cm

Orientadora: Renata Mancopes  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-  
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2016

1. Deglutição 2. Disfagia 3. Hioide 4. Kinovea 5.  
Incentivador Respiratório I. Mancopes, Renata II. Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Diego Fernando Dorneles Bilheri.  
A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com a  
autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Coronel Niederauer, 913, apartamento 307, bairro Bonfim, Santa  
Maria, RS, CEP: 97015-121

Endereço eletrônico: [diego.bilheri@gmail.com](mailto:diego.bilheri@gmail.com)



**Diego Fernando Dorneles Bilheri**

**MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS  
RESPIRATÓRIOS EM SUJEITOS NORMAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

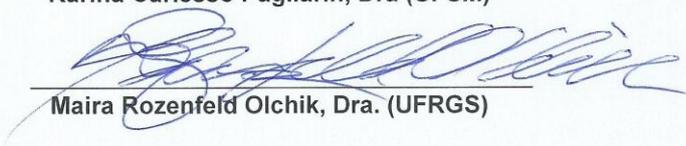
**Aprovado em 20 de setembro de 2016:**

---

**Renata Mancopes, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Karina Carlesso Pagliarin, Dra (UFSM)**



---

**Maira Rozenfeld Olchik, Dra. (UFRGS)**

Santa Maria, RS  
2016

Retribui-se mal a um mestre,  
continuando-se sempre apenas aluno.

(Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

### MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA PRÉ E PÓS EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS EM SUJEITOS NORMAIS

AUTOR: DIEGO FERNANDO DORNELES BILHERI  
ORIENTADORA: RENATA MANCOPES

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do exercício muscular respiratório por meio de incentivador a fluxo na elevação laríngea de indivíduos normais. Para tal, realizou-se um estudo prospectivo e longitudinal. Participaram 29 sujeitos, oito homens e 21 mulheres, com idades entre 21 e 30 anos (média de 21,06 anos). O exercício respiratório foi realizado utilizando o incentivador respiratório a fluxo, por sete dias consecutivos. Realizaram-se os exames de espirometria, manovacuometria e videofluoroscopia, antes e após o exercício respiratório. Avaliadores cegados realizaram a análise das videofluoroscopias, com protocolo específico (análise das variáveis temporais, visuoespaciais e visuoperceptuais). Estatística com Teste Kappa, Shapiro-Wilk, Teste t de Student, Teste de Wilcoxon e Anova (significância de 5%). O estudo demonstrou que sujeitos do sexo masculino apresentam maior excursão laríngea. Além disso, quanto maior a altura do sujeito maior a excursão laríngea. O osso hióide em repouso e elevação máxima, pré exercício muscular respiratório, apresentava-se em uma posição rebaixada em relação a sua posição no pós exercício. Conclui-se que a excursão laríngea é diretamente proporcional a altura dos sujeitos. O exercício muscular respiratório com o incentivador respiratório a fluxo pode influenciar na posição do osso hióide.

**Palavras-Chave:** Deglutição. Disfagia. Hioide. Videofluoroscopia. Kinovea. Incentivador Respiratório. Métodos.

## ABSTRACT

### LARYNGEAL EXCURSION MEASURES PRE AND POST RESPIRATORY EXERCISES IN NORMAL SUBJECTS

AUTHOR: DIEGO FERNANDO DORNELES BILHERI  
ADVISOR: RENATA MANCOPE

The objective of this work was to analyze the effect of respiratory muscle exercise by stimulating the flow in the laryngeal elevation of normal individuals. For this, a prospective and longitudinal study was carried out. Participants were 29 subjects, eight men and 21 women, aged between 21 and 30 years (mean of 21.06 years). Respiratory exercise was performed using the respirator to flow, for seven consecutive days. Tests of spirometry, manovacuometry and videofluoroscopy were performed before and after respiratory exercise. Blind evaluators performed the videofluoroscopy analysis, with specific protocol (analysis of temporal, visuo-spatial and visuoperceptual variables). Statistics with Kappa Test, Shapiro-Wilk, Student's t test, Wilcoxon test and Anova test (significance of 5%). The study showed that male subjects had a larger laryngeal excursion. In addition, the greater the height of the subject, the greater the laryngeal excursion. The hyoid bone at rest and maximal elevation, pre-muscular respiratory exercise, was in a lowered position in relation to its position in the post exercise period. It is concluded that the laryngeal excursion is directly proportional to the height of the subjects. Respiratory muscle exercise with the respiratory inspiratory flow may influence the position of the hyoid bone.

**KEYWORDS:** Deglutition, Deglutition Disorders, Hyoid Bone, Kinovea, Methods, Breathing Exercises.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1	DEGLUTIÇÃO NORMAL.....	14
2.2	DISFAGIA.....	15
2.3	COMPLEXO HIOLARINGEO .....	17
2.4	EXCURSÃO LARÍNGEA E EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS .....	19
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
3.1	TIPO DE ESTUDO .....	21
3.2	LOCAL E PERÍODO DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....	21
3.3	POPULAÇÃO ALVO .....	21
3.4	SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	21
<b>3.4.1</b>	<b>Critérios de inclusão</b> .....	21
<b>3.4.2</b>	<b>Critérios de exclusão</b> .....	22
3.5	AMOSTRA.....	22
3.6	ASPECTOS ÉTICOS .....	22
3.7	RISCOS E BENEFÍCIOS .....	23
3.8	PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS .....	23
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	25
<b>4</b>	<b>ARTIGO DE PESQUISA 1 – DIFERENÇA DE MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA SEGUNDO O SEXO E A ALTURA.</b> .....	26
<b>5</b>	<b>ARTIGO DE PESQUISA 2 – EFEITO DO EXERCÍCIO MUSCULAR RESPIRATÓRIO SOBRE A EXCURSÃO LARÍNGEA</b> .....	48
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	64
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	66
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	73
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS</b> .....	75

## 1 APRESENTAÇÃO

A deglutição, considerada função vital, é um ato complexo que envolve ossos, músculos, nervos encefálicos e outros tecidos importantes. Seu principal objetivo é o transporte de alimentos, saliva e secreções da cavidade oral até o estômago, para satisfazer requisitos nutricionais (MARCHESAN, 2004; FURKIM, 2005).

Na biomecânica da deglutição ocorre o deslocamento do osso hióide, localizado abaixo da mandíbula, acima da cartilagem tireóidea e na altura do corpo da terceira vértebra cervical. O movimento ântero-superior desse osso, juntamente com a laringe e a faringe, auxilia na proteção das vias aéreas, contribuindo para o fechamento do vestíbulo laríngeo e o rebaixamento da epiglote, assim como na abertura do esfíncter esofágico superior (MOLFENTER, STEELE, 2014).

Ainda, a deglutição segura necessita da coordenação entre o sistema digestivo e o sistema respiratório, pois esses sistemas utilizam estruturas comuns. Durante a deglutição a respiração é interrompida, a fim de prevenir a aspiração laríngea, protegendo assim a via aérea, este processo é denominado apneia preventiva da deglutição, sendo retomada na fase expiratória da respiração (DOZIER *et al.*, 2006; COSTA, LEMME, 2010).

Uma vez que ocorra qualquer alteração no processo da deglutição, impedindo o correto transporte do bolo alimentar da boca ao estômago, denomina-se disfagia, um sintoma de uma doença de base (SANTINI, 2004). Dentre as manifestações clínicas relacionadas a essa alteração observa-se a dificuldade de mastigação, regurgitação nasal, tosse durante as refeições, engasgos, dor ao deglutir e sensação de alimento parado na garganta. Além disso, a disfagia pode não apresentar manifestações, ocorrendo de forma silenciosa (PADOVANI *et al.*, 2007; SANTINI, 2004; HAMMOND, 2008).

A reabilitação em disfagia visa proteger a via aérea para reduzir os riscos de aspiração laringotraqueal, manutenção do aporte nutricional e, sempre que possível, deve-se considerar a reintrodução da alimentação por via oral. Esse tratamento pode ser realizado com a utilização de diversas estratégias terapêuticas que podem incluir, por exemplo, exercícios de mobilidade orofaciais e vocais, integração

sensitivo-motora e manobras de deglutição (FURKIM SACCO; SILVA 2007; RODRIGUES *et al.*, 2015).

Outrossim, diferentes métodos terapêuticos também vêm sendo empregados para esse fim, tal como o exercício muscular respiratório (WHEELER, CHIARA, SAPIENZA, 2007; WHEELER-HEGLAND, ROSENBEK, SAPIENZ, 2008; TROCHE *et al.*, 2010; LACIUGA *et al.*, 2014; MACHADO *et al.*, 2015). Acredita-se que, a mobilidade do complexo hiolaríngeo, após esse exercício, possa resultar na diminuição do tempo de transição faríngea do bolo alimentar, aumentando assim a eficiência da deglutição e reduzindo penetração laríngea e aspiração laringotraqueal (TROCHE *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2015).

Dentre as formas de realizar os exercícios supracitados, destacam-se a utilização dos Incentivadores Respiratórios (IR), aparelhos portáteis, de fácil manuseio e baixo custo que proporcionam feedback visual do alcance do fluxo ou volume desejado ((RENAULT *et al.*, 2009; LUNARDI *et al.*, 2014). Esses equipamentos apresentam benefícios descritos na função da respiração, auxiliando na re-expansão pulmonar, aumento da permeabilidade das vias aéreas e fortalecimento dos músculos respiratórios aperfeiçoando assim, o trabalho mecânico da ventilação pulmonar e a oxigenação arterial (ROMANINI *et al.*, 2007).

Tendo em vista que, a elevação laríngea é fundamental para a proteção das vias aéreas e o uso de IR a fluxo pode trazer benefícios para este mecanismo, pois se espera melhora na mobilidade do complexo hiolaríngeo após a utilização desse equipamento (TROCHE *et al.*, 2010; MACHADO *et al.*, 2015). Dessa forma, torna-se fundamental conhecer os efeitos dos IR na biomecânica da deglutição de indivíduos normais.

Diante do exposto, justifica-se a importância desta pesquisa, considerando que até o momento não foram encontrados estudos sobre este assunto. Além disto, considera-se o tema relevante para os fonoaudiólogos que trabalham na área de Disfagia e utilizam os IR de modo empírico, pois não há ainda estudos com evidências científicas na literatura da área.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar o efeito do exercício muscular respiratório por meio de incentivador a fluxo na excursão laríngea de indivíduos normais.

Esta dissertação está constituída por cinco capítulos, sendo o primeiro a apresentação, composta por revisão de literatura e os matérias e métodos. No segundo capítulo encontra-se um artigo original, que teve como objetivo identificar diferenças de medidas de excursão laríngea segundo o sexo a altura dos sujeitos. No terceiro capítulo encontra-se o segundo artigo original de pesquisa que buscou verificar o efeito do exercício muscular respiratório sobre a excursão laríngea. Os dois artigos originais de pesquisa serão enviados para as revistas científicas *CoDAS* e *Dysphagia*, respectivamente, sendo apresentados nas normas das respectivas revistas. Por fim, no quarto capítulo, são condensadas as discussões sobre os resultados da pesquisa como um todo e, no quinto capítulo, são elencadas as conclusões gerais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 DEGLUTIÇÃO NORMAL**

A deglutição é um processo neuromuscular dinâmico e complexo que tem a função de transportar o bolo alimentar da cavidade oral para o estômago e assegurar a proteção do trato respiratório contra a aspiração e, por essa razão, pode ser afetada por diversas doenças neurológicas e sistêmicas (MACEDO-FILHO, GOMES, FURKIM, 2000; MARCHESAN, 2004). Participam desse processo estruturas rígidas compostas por ossos como o hioide, o esfenoide, a mandíbula e as vértebras cervicais, além de músculos, tecidos e nervos cranianos (MARCHESAN, 2004).

Baseada nas características anatômicas e funcionais, a função de deglutição é dividida em quatro fases, a preparatória e oral propriamente dita, as quais são voluntárias e as demais, faríngea e esofágica que são involuntárias. Esta divisão pode ser considerada para fins didáticos, pois se sabe que o processo da deglutição ocorre de forma contínua (MACEDO-FILHO, GOMES, FURKIM, 2000; MARCHESAN, 2004).

A fase preparatória oral é caracterizada pela captação do alimento, pela função de mastigação nas três fases: incisão, trituração e pulverização, sendo que a mistura de tudo com a saliva irá formar o bolo alimentar na consistência adequada para que o mesmo seja posicionado entre a língua e palato duro para posterior condução às regiões faríngea e esofágica. Para que essa fase aconteça da maneira correta, os lábios, as bochechas e a língua exercem funções importantes auxiliando o vedamento da região anterior, prevenindo o escape de alimento, e lateralizando o alimento para formação do bolo alimentar (MARCHESAN, 2004; JOTZ, DORNELLES, 2010).

A fase oral propriamente dita ocorre a partir da centralização do bolo alimentar na região da língua quando o mesmo é propulsionado para a região da faringe. Na fase faríngea ocorre o desencadeamento do disparo de deglutição e juntamente a isso, acontece uma série de mecanismos que possuem a finalidade de proteger a via aérea contra a entrada de alimentos. Ocorre a elevação do palato mole e fechamento do esfíncter velofaríngeo, a elevação e a anteriorização da laringe, a adução das pregas vocais associada à aproximação horizontal das aritenoides, a adução das pregas vestibulares e o abaixamento da epiglote, o qual auxilia o direcionamento do bolo até o esfíncter esofágico superior (MARCHESAN, 2004; JOTZ, DORNELLES, 2010).

Já a fase esofágica consiste numa onda peristáltica automática. Esta ocorre quando o alimento passa da hipofaringe para o esôfago através da abertura do esfíncter esofágico superior, corpo do esôfago e esfíncter esofágico inferior e chega ao estômago (MARCHESAN, 2004; JOTZ, DORNELLES, 2010).

## 2.2 DISFAGIA

A disfagia caracteriza-se por qualquer dificuldade durante uma das fases da deglutição, que impeça a efetiva condução do bolo alimentar da cavidade oral até o estômago (SANTINI, 2004). Essa alteração se manifesta como um sintoma de uma doença de base, que pode ser de origem neurogênica ou mecânica, podendo acarretar importantes prejuízos à nutrição, hidratação e ao estado clínico dos sujeitos (SILVÉRIO, HERNANDEZ e GONÇALVES, 2010; NUNES *et al.*, 2011).

Esse sintoma afeta a eficiência e a segurança da alimentação, podendo trazer limitações funcionais e complicações importantes, como aspiração traqueal do

alimento à via aérea inferior, quadros de pneumonia e desnutrição. Esse distúrbio, independentemente da gravidade, pode desencadear modificações na qualidade de vida (PORTAS *et al.*, 2011; GASPAR *et al.*, 2015).

As manifestações clínicas podem estar relacionadas a alguns sinais e sintomas visíveis, tais como a dificuldade de mastigação, dificuldade em iniciar a deglutição, regurgitação nasal, tosse e/ou engasgo durante as refeições e sensação de alimento parado na garganta. Ainda, sua ocorrência pode ser silenciosa, quando ocorre sem que estes sinais sejam percebidos. Como consequência desta alteração pode ocorrer perda de peso gradual, desnutrição, desidratação e complicações pulmonares que podem levar ao óbito do paciente (PADOVANI *et al.*, 2007; SANTINI, 2004; HAMMOND, 2008).

A disfagia orofaríngea neurogênica ocorre quando qualquer doença ou trauma neurológico compromete uma ou mais fases da deglutição, causando um risco clínico nutricional e comprometimento laringotraqueal por aspiração, podendo culminar em broncopneumonia aspirativa (GONGALVES; CÉSAR, 2010, ABDULMASSIH *et al.*, 2009).

A disfagia orofaríngea neurogênica ocorre quando qualquer doença ou trauma neurológico compromete uma ou mais fases da deglutição, causando um risco clínico nutricional e comprometimento laringotraqueal por aspiração, podendo culminar em broncopneumonia aspirativa, o que é observado na rotina das avaliações do fonoaudiólogo no ambiente hospitalar (ABDULMASSIH *et al.*, 2009; GONCALVES, CÉSAR, 2010).

As disfagias neurogênicas estão relacionadas a alterações do sistema nervoso central ou periférico e podem manifestar-se como sequelas de um AVC, traumatismo cranioencefálico, doenças degenerativas, paralisia cerebral, entre outros (VALE-PRODOMO, CARRARA DE ANGELIS, BARROS, 2010).

Para Santini (2004), as disfunções neurológicas podem afetar a ação muscular que é responsável pelo transporte do bolo alimentar da boca até o esôfago, sendo que a maioria dos pacientes portadores de disfagia neurogênica apresentam alterações na fase oral e/ou faríngea.

É importante ressaltar que qualquer circunstância que afete o centro da deglutição no tronco cerebral ou os nervos que modulam este processo, pode causar esse tipo de disfagia (SOUZA et al., 2003).

São associados à disfagia orofaríngea neurogênica sintomas como: dificuldade em iniciar a deglutição, tosse, redução no reflexo de tosse, engasgos (vale ressaltar que a aspiração e/ou a penetração podem ocorrer sem sinais aparentes), disartria, dentre outros (BAZZOLI et al., 2004).

A deglutição pode ser prejudicada devido a processos mecânicos que dificultam a passagem do bolo, fraqueza das estruturas musculares, e também pode ser afetada por uma disfunção da rede neuronal que coordena e controla a deglutição (FILHO, GOMES, FURKIM, 2000; SOUZA et al., 2003).

As disfagias mecânicas podem ocorrer como consequência do câncer e de seus tratamentos e também devido a infecções e traumas.

Dentre as causas mais comuns de disfagia mecânica encontram-se os traumas de face e as anomalias e neoplasias de cabeça e pescoço (SANTORO et al., 2003), além dos comprometimentos respiratórios (SILVÉRIO, HERNANDEZ e GONÇALVES, 2010).

A reabilitação da deglutição, por sua vez, pode ser realizada com a utilização de diversas estratégias terapêuticas. O objetivo central da reabilitação é restaurar a deglutição fisiológica e minimizar os sinais e sintomas de disfagia, e podem incluir, por exemplo, exercícios de mobilidade, integração sensitivo-motora e manobras de deglutição (RODRIGUES *et al.*, 2015).

### 2.3 COMPLEXO HIOLARINGEO

O complexo hiolaringeo é formado pelo hióide, osso em formato de letra U, localizado na parte anterior do pescoço e a laringe, estrutura formada por cartilagens, músculos e ligamentos.

Este sistema, determinado pelo disparo da deglutição, se eleva e anterioriza auxiliando na proteção das vias aéreas e colaborando para o fechamento do vestíbulo laríngeo e o rebaixamento da epiglote (LOGEMANN et al., 1992).

Além disso, durante este movimento, ocorre a abertura do esfíncter esofágico superior (JACOB et al., 1989; PEARSON et al., 2012;). Segundo Nascimento et al. (2015), para reduzir resíduos faríngeos e riscos de aspiração traqueal, o movimento do complexo hiolaringeo necessita de uma duração maior do que da abertura do EES.

Shaw e Martino (2013) afirmam que a contração do músculo tiro-hióideo, traciona superiormente a laringe em direção ao osso hióide. Concomitantemente ocorre o direcionamento ântero-superior do osso hióide através da contração da musculatura supra-hióidea.

O adequado deslocamento deste complexo é fundamental para o processo de deglutição, sendo que a sua excursão caracteriza o início da fase faríngea, pois se relaciona com a posição do bolo alimentar na faringe (KENDALL et al. 2000; DANIELS, FOUNDAS 2001; MARTIN-HARRIS et al.2005; STEPHEN et al. 2005; MARTIN-HARRIS et al. 2007; PALMER et al. 2007; ZU, YANG, PERLMAN 2011).

A redução na movimentação do complexo hiolaringeo é considerada como um dos sinais clínicos de risco para aspiração laringotraqueal (ACHEM, DEVAULT, 2005; BARDAN, 2006).

Kuhl et al., (2003) verificaram que sujeitos com alterações na deglutição apresentam significativa redução na elevação da laringe quando comparados com sujeitos sem alterações na deglutição.

Em estudo com 20 pacientes com câncer de laringe tratados com radioterapia/ radioquimioterapia, a redução da elevação laríngea foi uma das principais alterações encontrada na fase faríngea (PORTAS et al., 2011), indo ao encontro de estudo anterior de Pauloski et al. (2006).

Assim, a redução na excursão do complexo hiolaríngeio reduz a proteção de vias aéreas durante a deglutição, podendo resultar em resíduos de alimentos após a deglutição, interferir nas fases subsequentes da deglutição e ocasionar quadros de aspiração (FORONI et al., 2010; PORTAS et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2015).

## 2.4 EXCURSÃO LARÍNGEA E EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS

Na fisiologia normal do sistema respiratório, a fim de realizar a troca gasosa, utilizam-se algumas estruturas comuns ao trato digestivo. Faz-se necessário que no momento da deglutição ocorra uma série de mecanismos sincronizados para que o transporte do bolo alimentar não seja desviado em direção à via aérea inferior e, por essa razão, ocorre uma apneia da respiração. Ocorre uma pausa na respiração antes do início da elevação laríngea, geralmente associada à expiração (DOZIER *et al.*, 2006; VALIM *et al.*, 2007; ÍSOLA, 2004; GROSS *et al.*, 2009; COSTA, LEMME, 2010).

A incoordenação desses mecanismos está relacionada à presença de penetração laríngea que consiste na entrada de secreção, alimento ou líquido acima do nível das pregas vocais ou aspiração laringotraqueal, a qual se define pela entrada de qualquer substância abaixo do nível das pregas vocais, podendo evoluir para pneumonia aspirativa (ROSENBEK *et al.*, 1996; DOZIER *et al.*, 2006; VALIM *et al.*, 2007; ÍSOLA, 2004; HAMMOND, 2008; CHAVES *et al.*, 2012).

O adequado deslocamento do osso hioide é fundamental para o processo de deglutição e o início da elevação deste osso parece caracterizar o início da fase faríngea, pois está relacionado com a posição do bolo alimentar na faringe (KENDALL *et al.* 2000; DANIELS, FOUNDAS 2001; MARTIN-HARRIS *et al.* 2005; STEPHEN *et al.* 2005; MARTIN-HARRIS *et al.* 2007; PALMER *et al.* 2007; ZU, YANG, PERLMAN 2011). Estudo recente verificou maior duração da movimentação do osso hioide e do trânsito oro-faríngeo em sujeitos jovens em comparação com o grupo mais velho sugerindo uma adaptação ao processo de envelhecimento para manter uma deglutição segura (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

O movimento do osso hioide tem sido um importante marcador na análise da deglutição. Durante o movimento ântero-superior deste osso, deve ocorrer a abertura do esfíncter esofágico superior, sendo que o movimento do primeiro deve ter uma duração maior do que o segundo, evitando, assim, resíduos faríngeos e risco de aspiração (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Os exercícios com IR são uma forma simples e segura de realizar exercícios respiratórios visando à melhora dos volumes pulmonares e prevenção de complicações respiratórias em crianças, adultos e idosos (LUNARDI *et al.*, 2014).

Troche et al (2010) realizaram estudo no qual demonstraram a importância do exercício muscular respiratório, por meio do uso de incentivadores expiratórios para reabilitação da disfagia em pacientes parkisonianos. Constatou-se que houve melhora na função da deglutição, atribuída à melhora da função do complexo hiolaringeo, resultando em uma maior proteção das vias aéreas durante a deglutição.

Entre os estudos com IR, pode-se destacar o IR a fluxo Respirom®, que enfatiza a inspiração profunda até a capacidade pulmonar total, fornecendo feedback visual (RENAULT et al, 2009; LUNARDI et al, 2014). Este tipo de IR facilita a inspiração profunda, pois mensura altos volumes inspirados e previne a hipoventilação pulmonar (AZEREDO, 2000; COSTA, 1999; ROMANINI *et al.*, 2007). Porém, mesmo sendo um equipamento usado para exercício inspiratório existe a possibilidade de ser utilizado no treinamento da expiração com fins de melhora da força muscular expiratória, capacidades pulmonares e fluxos expiratórios (ROSA *et al.*, 2013).

Com este tipo de exercício é possível evidenciar a movimentação do osso hióide, que tem um papel importantíssimo na motricidade orofacial através das estruturas contráteis nele inseridas (DELJO *et al.*, 2012). Tais estruturas podem apresentar melhora na sua mobilidade e na função do complexo hiolaringeo a partir do exercício respiratório aplicado por incentivadores (TROCHE *et al.*, 2010).

No momento da deglutição o osso hióide e a laringe se posicionam anteriormente, em relação ao momento de repouso. Quando atinge a posição de anteriorização e elevação, a laringe é protegida pela base da língua (YAMADA *et al.*, 2004).

Neste contexto, a redução no movimento do complexo hio-laringeo, se torna um sinal clínico do risco de aspiração (ACHEM, DEVAULT, 2005; BARDAN *et al.*, 2006). Estudos apontam que sujeitos com alterações na deglutição apresentam significativa redução na elevação da laringe quando comparados com sujeitos sem alterações na deglutição (KUHL *et al.*, 2003).

Em estudo com 20 pacientes com câncer de laringe tratados com radioterapia/ radioquimioterapia, a redução da elevação laríngea foi uma das

principais alterações encontrada na fase faríngea (PORTAS *et al.*, 2011), assim como em estudo de Pauloski *et al.* (2006) que identificou impacto significativo na capacidade de engolir após o tratamento radioterápico e quimioterápico para câncer de cabeça e pescoço.

Alterações na fase faríngea da deglutição foram encontradas em pacientes com tosse crônica além de apresentarem risco aspirativo devido à presença de modificações no padrão respiratório, o que pode interferir na coordenação entre a respiração e a deglutição, importante para a proteção da via aérea inferior (DROZDZ *et al.*, 2012). Assim, a redução na excursão laríngea reduz a proteção de vias aéreas durante a deglutição, podendo resultar em resíduos de alimentos após a deglutição, interferir nas fases subseqüentes da deglutição e ocasionar quadros de aspiração (FORONI *et al.*, 2010; PORTAS *et al.*, 2011).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE ESTUDO**

Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal.

#### **3.2 LOCAL E PERÍODO DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa realizou-se no Laboratório de Disfagia e no serviço de Radiologia do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM/UFMS), no período de Julho de 2015 a Janeiro de 2016.

#### **3.3 POPULAÇÃO ALVO**

Adultos jovens, com idades entre 18 e 30 anos.

#### **3.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA**

##### **3.4.1 Critérios de inclusão**

Foram incluídos os indivíduos de ambos os sexos; sem diagnóstico prévio de doença respiratória, sintomas de resfriado e/ou afecções respiratórias no momento da avaliação; sem queixas de alterações na deglutição; que aceitaram participar da pesquisa mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A); estáveis clinicamente; não fumantes ou ex-tabagistas há, no

mínimo três meses e livres de infecção pulmonar no momento de iniciar a avaliação e o exercício respiratório.

### **3.4.2 Critérios de exclusão**

Foram excluídos os sujeitos que no período do estudo apresentaram alteração respiratória, que os impossibilitaram de completar o exercício respiratório; que não concluíram o exercício respiratório domiciliar no tempo e repetições recomendadas; que desistiram de realizar o exercício; ou desejaram se retirar da pesquisa.

## **3.5 AMOSTRA**

A amostra foi não probabilística e intencional de modo que todos os sujeitos disponíveis e voluntários foram incluídos, desde que preenchessem os critérios de inclusão. Tal fato se justifica pelas diversas variáveis que este trabalho se propôs a estudar, não sendo possível realizar um cálculo estatístico específico que contemplasse todas as variáveis, além da ausência de estudos semelhantes na literatura. Estimou-se, inicialmente, uma amostra de 50 indivíduos.

Por fim, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra deste estudo foi formada por 29 sujeitos, de ambos os sexos (oito homens e 21 mulheres) com idades entre 21 e 30 anos (média de  $21,06 \pm 3,29$  anos), e houve 9 exclusões devido aos sujeitos não completarem os exercícios.

## **3.6 ASPECTOS ÉTICOS**

A pesquisa obedeceu ao que determina o Conselho Nacional de Saúde na resolução 466/12, a qual aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Este projeto faz parte do projeto guarda-chuva, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob registro número 23676813.8.0000.5346, intitulado “Investigação das alterações fonoaudiológicas e a respectiva intervenção relacionada aos aspectos de deglutição, linguagem e cognição na internação e seguimento ambulatorial no HUSM”

Aos integrantes da amostra foi apresentado o TCLE, com o objetivo de informar sobre os riscos e benefícios que os mesmos teriam ao participarem da

presente pesquisa, bem como sobre a preservação de sua identidade, sendo o mesmo apresentado em duas vias, uma para o pesquisador e a outra para o usuário.

Os dados foram armazenados pela pesquisadora orientadora no Laboratório de Disfagia do Departamento de Fonoaudiologia e HUSM, sendo que a reprodução e utilização dos dados é de inteira responsabilidade dos pesquisadores, de acordo com os termos do TCLE e Termo de Confidencialidade (Apêndice B).

### 3.7 RISCOS E BENEFÍCIOS

Os benefícios para os voluntários da pesquisa foram diretos, pelo exercício muscular respiratório, e indiretos, através do desenho de novas estratégias terapêuticas que venham a beneficiar pacientes disfágicos. Durante a avaliação videofluoroscópica poderia haver desconforto pelo sabor do contraste de bário que foi utilizado, a fim de possibilitar a visualização do alimento pelo trato gastrointestinal. Para diminuir o desconforto pelo sabor do contraste de bário, aos contrastes que não tinham sabor, foram acrescentados pós de sucos com sabor de frutas. Durante este exame da deglutição (deglutograma) havia, ainda que eventual, o risco de aspiração. No entanto, tal risco foi minimizado ao máximo pela implementação de manobras de limpeza e proteção das vias aéreas, já previstas e implantadas na rotina do exame realizado no Serviço de Radiologia do HUSM.

### 3.8 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados deu-se através de:

Avaliação videofluoroscópica: foi realizada no setor de radiologia do HUSM e executada pelo técnico em radiologia e acompanhada por um fonoaudiólogo especialista (BARROS, SILVA, DE ANGELIS, 2010). O exame videofluoroscópico (VFD) foi realizado a fim de analisar a biomecânica da deglutição, utilizando a oferta de consistências pastosa e líquida em colher de 10ml.

As imagens do VFD foram geradas em um equipamento marca *Siemens*, modelo *Iconos R200*, no modo fluoroscopia com 30 quadros por segundos, já os vídeos gravados no software de captura *Zscan6*. Este software possui como principais características técnicas: imagem com matriz até 720x576; resolução da imagem de 32 Bits (32 milhões de cores); formato de imagem JPEG com 1440 dpi; sistema de vídeo NTSC, PAL, SECAM (todos standard); vídeo de até 720x576 com

imagens em tempo real (30 quadros por segundo (quadros/s) formato AVI e compressor divX podendo ser gravado em DVD e CD. O valor médio de dose gerado neste procedimento é de 0,14 mR/quadro (2,1 mR/s), essas medidas de dose foram realizadas em condições que reproduzem a técnica e o posicionamento do paciente, utilizando-se um simulador de 4 cm de alumínio e um eletrômetro marca *Radcal*, modelo 9010 com câmara de ionização específica para procedimentos em fluoroscopia de 60 cm<sup>3</sup>.

Durante a VFD, os sujeitos foram avaliados na posição sentada, com projeção lateral. O campo da imagem videofluoroscópica incluiu os lábios, cavidade oral, coluna cervical e esôfago cervical proximal.

Os dados coletados na VFD foram avaliados por três fonoaudiólogos avaliadores cegados quanto aos objetivos da investigação, não autores da pesquisa e com experiência em análise de VFD, utilizando variáveis visuoespaciais.

As variáveis visuoespaciais analisadas foram posição do osso hióide em repouso e elevação máxima, durante a deglutição. Através destes dados foi determinada a excursão laríngea pré e pós exercício muscular respiratório. Para tal utilizou-se o software de análise de imagens *Kinovea 0.8.15*.

O programa *Kinovea* é um analisador de vídeos, gratuito e *open source*, amplamente utilizado para avaliar e corrigir determinadas técnicas desportivas e análise da biomecânica do movimento humano.

Através deste software foram marcados pontos no processo mastóide, osso hióide e processo alveolar da maxila superior traçando assim um triângulo entre eles. A angulação resultante da intersecção dos três pontos no processo mastóide foi utilizada para calcular o repouso e a elevação máxima do osso hióide.

O exercício respiratório foi realizado em domicílio, com orientações prévias fornecidas por um fisioterapeuta, através de incentivador respiratório a fluxo Respirom®, por um período de sete dias consecutivos. Para o treino inspiratório todos os participantes deveriam realizar três séries de dez repetições diárias, partindo da Capacidade Residual Funcional (CRF) até atingir a Capacidade Inspiratória (CI) e sustentar as esferas por período de cinco a oito segundos (YSAYAMA et al, 2008). Já para o treino expiratório, a utilização do Respirom® deu-

se de forma invertida. Cada participante foi orientado a realizar três séries de dez repetições diárias, partindo da CI até atingir a CRF, com um minuto de descanso entre cada série (ROSA *et al.*, 2013). Foram realizados contatos diários a fim de reforçar a importância da realização do exercício.

### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram analisados pelo programa computacional Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 21.

Para a avaliação da concordância entre os avaliadores, foi aplicado o Teste Kappa. Enquanto que a distribuição dos dados foi analisada pelo teste Shapiro-Wilk.

Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão e percentagem, considerando-se estatisticamente significativo valores de  $p < 0,05$ .

#### 4 ARTIGO DE PESQUISA 1 – DIFERENÇA DE MEDIDAS DE EXCURSÃO LARÍNGEA SEGUNDO O SEXO E A ALTURA.

##### MEASURES OF LARYNGEAL EXCURSION ACCORDING TO SEX AND HEIGHT.

### RESUMO

**Objetivo:** Identificar diferenças de medidas de excursão laríngea segundo o sexo e a altura dos sujeitos. **Métodos:** Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal. Foram avaliados 29 sujeitos, de ambos os sexos através do exame de videofluoroscopia da deglutição. A partir dos dados coletados foram analisadas as variáveis visuoespaciais posição do osso hióide em repouso e elevação máxima, durante a deglutição por meio de software de análise de imagens Kinovea. **Resultados:** A diferença da excursão laríngea em sujeitos do sexo masculino e feminino demonstrou-se estatisticamente significativa ( $p=0,001$ ). Os dados, estatisticamente significantes ( $p=0,03$ ), demonstram que quanto maior a altura do sujeito maior a excursão laríngea. **Conclusão:** A excursão laríngea é diretamente proporcional a altura dos sujeitos, demonstrando que essa variável deve ser considerada quando realizadas pesquisas relacionadas à movimentação do osso hióide.

**Descritores:** Deglutição, Disfagia, Hioide, Videofluoroscopia, Kinovea, Métodos.

### ABSTRACT

**Purpose:** Identify differences in laryngeal excursion measures according to gender and height of subjects. **Methods:** Prospective and longitudinal study. Twenty-nine subjects of both genders were assessed by videofluoroscopy examination of swallowing. It was analyzed visuospatial variables position of the hyoid bone at rest

and maximum elevation, during swallowing using Kinovea image analysis software.

**Results:** The difference in laryngeal excursion in male and female subjects was statistically significant ( $p = 0.001$ ). The data demonstrated that the individual's height is proportional to the laryngeal excursion, being this statistically significant ( $p=0,03$ ).

**Conclusion:** The laryngeal excursion is directly proportional to the height of the subjects, demonstrating that this variable should be considered when conducting research related to the movement of the hyoid bone.

**Keywords:** Deglutition, Deglutition Disorders, Hyoid Bone, Kinovea, Methods.

## INTRODUÇÃO

Na biomecânica da deglutição ocorre o deslocamento do osso hióide, localizado abaixo da mandíbula, acima da cartilagem tireóidea e na altura do corpo da terceira vértebra cervical. O movimento ântero-superior desse osso, juntamente com a laringe e a faringe, auxilia na proteção das vias aéreas, contribuindo para o fechamento do vestíbulo laríngeo e o rebaixamento da epiglote<sup>(1-3)</sup>.

A contração do músculo tiro-hióideo traciona superiormente a laringe em direção ao osso hióide e concomitantemente ocorre o direcionamento ântero-superior do osso hióide através da contração da musculatura supra-hióidea<sup>(4)</sup>. O adequado deslocamento do complexo hiolaringeo é fundamental para o processo de deglutição, sendo que a sua excursão caracteriza o início da fase faríngea, pois se relaciona com a posição do bolo alimentar na faringe<sup>(5-11)</sup>.

A redução da elevação laríngea é considerada uma das principais alterações encontradas na fase<sup>(12-13)</sup>. Quando essa não ocorre de forma adequada é considerada como um dos sinais clínicos de risco para formação de resíduos faríngeos e aspiração laringotraqueal<sup>(14-16)</sup>.

Diversos estudos vêm investigando a biomecânica da deglutição, através de variadas ferramentas, como o Ultrassom (US) que frequentemente é utilizado, na literatura, para verificar movimentação do osso hióide<sup>(2,17-20)</sup>. Porém, na prática clínica, a utilização deste método ainda não é comum entre fonoaudiólogos.

De encontro a este método, outras formas de analisar a movimentação do complexo hiolaringeo são comumente testadas em recentes pesquisas<sup>(21-23)</sup>. Entre

esses o uso da videofluoroscopia da deglutição (VFL), técnica de imagem radiográfica que permite a visualização dinâmica em tempo real da deglutição, vem se mostrando uma alternativa para este objetivo, pois permite a extração de medições temporais e visuoespaciais para posterior análise<sup>(21-25)</sup>.

Entretanto, não há ainda consenso sobre a interpretação destas medidas, dependendo muitas vezes do julgamento perceptivo por parte do avaliador, sendo assim de baixa confiabilidade<sup>(22)</sup>. Por isso, são necessárias opções confiáveis para avaliação da biomecânica da deglutição, como por exemplo, o uso de softwares de análise de imagens, pois estes auxiliam a obtenção de medidas quantitativas confiáveis.

Frente ao exposto, o software analisador de vídeos *Kinovea*, gratuito, *open source* e traduzido para 18 idiomas (incluindo o Português), vem sendo utilizado no meio esportivo para analisar a biomecânica do movimento e fazer análise postural<sup>(26-29)</sup>. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi identificar diferenças de medidas de excursão laríngea segundo o sexo e a altura dos sujeitos utilizando este software.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, seguindo a Resolução 466/2012, sob registro 23676813.8.0000.5346. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), consentindo sua participação.

Foram incluídos, adultos jovens, com idades entre 18 e 30 anos, de ambos os sexos; sem diagnóstico prévio de doença respiratória, sintomas de resfriado e/ou afecções respiratórias no momento da avaliação; sem queixas de alterações na deglutição; que aceitaram participar da pesquisa e concordaram mediante assinatura do TCLE; estáveis clinicamente; não fumantes ou ex-tabagistas há, no mínimo três meses; livres de infecção pulmonar no momento de iniciar a avaliação e o exercício respiratório.

Foram excluídos os sujeitos que no período do estudo apresentaram doença respiratória, que os impossibilitaram de completar o exercício respiratório; que não concluíram o exercício respiratório domiciliar no tempo e repetições recomendadas; ou os que desejaram se retirar da pesquisa.

Por fim, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra deste estudo foi formada por 29 sujeitos, de ambos os sexos (oito homens e 21 mulheres), com idades entre 21 e 30 anos (média de  $21,06 \pm 3,29$  anos).

A fim de analisar a biomecânica da deglutição, utilizou-se o exame de videofluoroscopia da deglutição (VFD) através da oferta de consistência pastosa em colher de 10ml.

As imagens da VFD foram geradas em um equipamento marca Siemens, modelo Iconos R200, no modo fluoroscopia com 30 quadros por segundos, já os vídeos foram gravados no software de captura Zscan6. Este software possui como principais características técnicas: imagem com matriz até 720x576; resolução da imagem de 32 Bits (32 milhões de cores); formato de imagem JPEG com 1440 dpi; sistema de vídeo NTSC, PAL, SECAM (todos standard); vídeo de até 720x576 com imagens em tempo real (30 quadros por segundo (quadros/s) formato AVI e compressor divX podendo ser gravado em DVD e CD. O valor médio de dose gerado neste procedimento é de 0,14 mR/quadro (2,1 mR/s). Essas medidas de dose foram realizadas em condições que reproduzem a técnica e o posicionamento do paciente, utilizando-se um simulador de 4 cm de alumínio e um eletrômetro marca Radcal, modelo 9010 com câmara de ionização específica para procedimentos em fluoroscopia de 60 cm<sup>3</sup>.

Durante a VFD, os sujeitos foram avaliados na posição sentada, com projeção lateral. O campo da imagem videofluoroscópica incluiu os lábios, cavidade oral, coluna cervical e esôfago cervical proximal.

Os dados coletados na VFD foram avaliados por três fonoaudiólogos avaliadores cegados quanto aos objetivos da investigação, não autores da pesquisa e com experiência em análise de VFD, utilizando variáveis visuoespaciais<sup>(24)</sup>.

As variáveis visuoespaciais analisadas foram posição do osso hióide em repouso e elevação máxima, durante a deglutição. Através destes dados foi determinada a excursão laríngea. Para tal utilizou-se o software de análise de imagens *Kinovea* 0.8.15.

O programa *Kinovea* é um analisador de vídeos, gratuito e open source, amplamente utilizado para avaliar e corrigir determinadas técnicas desportivas e

análise da biomecânica do movimento humano. Através deste software foram marcados pontos no processo mastóide, osso hióide e processo alveolar da maxila superior traçando assim um triângulo entre eles, sendo analisado frame a frame. A angulação resultante da intersecção dos três pontos no processo mastóide foi utilizada para calcular o repouso e a elevação máxima laríngea, considerando como marcador a posição do osso hióide. A diferença entre a posição do osso hióide na máxima elevação laríngea e em repouso foi considerada como excursão laríngea.

Os dados foram analisados pelo programa computacional Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 21. Para a avaliação da concordância entre os avaliadores, foi aplicado o Teste Kappa. Enquanto que a distribuição dos dados foi analisada pelo teste Shapiro-Wilk. Os resultados estão expressos em média±desvio padrão e percentagem, considerando-se, estatisticamente significativo, valores de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A amostra deste estudo foi formada por 29 sujeitos, de ambos os sexos (oito homens e 21 mulheres), com idades entre 21 e 30 anos (média de  $21,06 \pm 3,29$  anos).

Na análise entre os avaliadores observou-se que, na análise da posição laríngea em Repouso, a concordância foi moderada, enquanto que na posição de Elevação Máxima laríngea, apresentou concordância fraca entre os avaliadores. Os índices de concordância estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Análise de concordância entre os avaliadores em relação às variáveis Posição Laríngea em Repouso e Elevação Máxima Laríngea**

Variáveis	Kappa	<i>p</i>
Repouso	0,57	<0,001*
Elevação Máxima	0,32	<0,001*

\* Valores significantes.

A média de altura sujeitos do estudo foi de  $1,70 \pm 0,07$ m, sendo no sexo masculino  $1,76 \pm 0,06$ m e no sexo feminino  $1,67 \pm 0,06$ m. Para análise dos dados os participantes foram estratificados em três grupos de altura, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2–Estratificação conforme altura dos sujeitos.**

Grupos	Número de sujeitos
1,60-1,69	16 (55,2%)

<b>1,70-1,79</b>	8 (27,6%)
<b>1,80-1,89</b>	5 (17,2%)

Na Tabela 3 estão apresentados os valores referentes à medida de excursão laríngea, conforme o sexo. A diferença da excursão laríngea em sujeitos do sexo masculino e feminino demonstrou-se estatisticamente significativa ( $p=0,001$ ).

**Tabela 3. Diferenças de medidas da excursão laríngea, segundo o sexo dos sujeitos.**

	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>	<b><math>p^{++}</math></b>
<b>Excursão laríngea<sup>+</sup></b>	8,75±2,60 <sup>0</sup>	4,19±2,27 <sup>0</sup>	0,001*

<sup>+</sup> Posição de repouso até a Elevação máxima; <sup>++</sup> Teste t de Student; \* Valores significantes.

A Tabela 4 apresenta as diferenças de medidas de excursão laríngea, segundo a estratificação da altura dos sujeitos. Os dados, estatisticamente significantes ( $p=0,03$ ), demonstram que quanto maior a altura do sujeito maior foi a excursão laríngea.

**Tabela 4. Diferenças de medidas de excursão laríngea, segundo a estratificação da altura dos sujeitos.**

	<b>1,60-1,69</b>	<b>1,70-1,79</b>	<b>1,80-1,89</b>	<b><math>p^{++}</math></b>
<b>Excursão laríngea<sup>+</sup></b>	4,31±2,93	6±1,92	8,20±3,7	0,03*

<sup>+</sup> Posição de repouso até a Elevação máxima; <sup>++</sup> Teste ANOVA; \* Valores significantes.

Através do teste de Bonferroni (post hoc) realizou-se a comparação individual de cada estrato de altura, segundo a excursão laríngea, onde se observou resultado estatisticamente significativo quando comparado o estrato de 1,60-1,69 com o estrato de 1,80-1,89, conforme demonstra a Tabela 5.

**Tabela 5. Comparação individual de cada estrato de altura, segundo a excursão laríngea.**

<b>Alturas</b>	<b>1,60-1,69<sup>+</sup></b>	<b>1,70-1,79<sup>+</sup></b>	<b>1,80-1,89<sup>+</sup></b>
<b>1,60-1,69</b>	-	0,54	0,03*
<b>1,70-1,79</b>	0,54	-	0,55
<b>1,80-1,89</b>	0,03*	0,55	-

<sup>+</sup> *post hoc* de Bonferroni; \* Valores significantes.

## DISCUSSÃO

Diversos estudos se propuseram a verificar a posição do osso hióide durante a deglutição utilizando variados métodos de análise, porém estes dependem, muitas vezes, do julgamento perceptivo por parte do avaliador, oferecendo baixa confiabilidade<sup>(17-18,22-23,30)</sup>. Assim, não existe consenso na literatura sobre a melhor forma de realização desta medida<sup>(22)</sup>.

Através do método de US, Yabunaka *et al.* (2011) verificaram a trajetória do osso hióide em indivíduos saudáveis identificando quatro etapas de movimentação: elevação após a deglutição; anteriorização; elevação máxima (fase temporária); retorno a posição de repouso. Em outro estudo utilizando US Hsiao *et al.* (2012) analisou o deslocamento do osso hióide durante a deglutição de pacientes pós Acidente Vascular Cerebral (AVC) verificando a redução em sujeitos que faziam uso de sonda de alimentação.

Em contrapartida a VFD, técnica padrão ouro para avaliação da deglutição, é o exame complementar comumente utilizado pelos fonoaudiólogos. Assim, pesquisas tiveram como objetivo comparar o US com a VFD, demonstrando que os dois métodos possuem boa correlação na avaliação<sup>(18,31-32)</sup>.

Molfenter, Steele (2011) realizaram revisão de literatura verificando a variabilidade de estudos realizados que descreviam o movimento do osso hióide e da laringe, utilizando o exame de VFD. Observou-se que a variação, na literatura, da excursão anterior do hióide foi de 7,6mm a 18,0mm, enquanto a excursão superior foi 5,8mm a 25,0mm.

Steele et al (2011) utilizaram, a partir de capturas de VFD, o software de análise de imagens *VisualStudio* a fim de verificar se a elevação e anteriorização do complexo hiolaríngeo esteve correlacionada com penetração/aspiração ou resíduos faríngeos. Os autores concluíram que a redução no deslocamento anterior do osso hióide está associada ao aumento de resíduos faríngeos, penetração laríngea e aspiração traqueal.

O software ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD), foi a ferramenta escolhida por Stokely et al (2015) para avaliar a influência da força de constrição faríngea na presença de resíduos faríngeos, em indivíduos saudáveis. Esse trabalho demonstrou relação entre as variáveis testadas, sendo que quanto maior a força da constrição faríngea menor a presença de resíduos faríngeos, pós deglutição.

Contudo, no presente trabalho utilizou-se uma ferramenta diferente para identificar a posição do osso hióide, o software gratuito *Kinovea* por permitir mensurar tempos e distâncias com a possibilidade de seguir automaticamente pontos determinando trajetórias. Desse modo, este software proporcionou determinar o deslocamento laríngeo em graus, através da angulação resultante dos pontos processo mastóide, osso hioide e processo alveolar da maxila superior.

O público alvo da presente pesquisa foi composta por 29 sujeitos, 21 do sexo feminino, o que pode ser uma limitação desta pesquisa já que se entende a necessidade de parear o número de sujeitos por sexo, em um próximo estudo. Steele et al (2011) estudaram a biomecânica da deglutição em 28 sujeitos, 13 do sexo feminino, porém a amostra foi composta por adultos idosos indo de encontro a atual pesquisa em que se avaliou adultos jovens.

A partir do *Kinovea*, pôde-se observar que a excursão laríngea quando analisada em função da variável sexo, apresentou resultados estatisticamente significantes, demonstrando que sujeitos do sexo masculino possuem maior excursão laríngea quando relacionado ao sexo feminino. Este dado foi ao encontro da pesquisa de Molfenter, Steele (2014) na qual, analisando 20 sujeitos jovens, verificou-se que participantes do sexo masculino apresentam maior excursão do osso hióide. Entretanto, os autores sugerem que esta variável pode ser controlada usando uma escala vertebral anatômica, proposta ao final do referido estudo.

No presente estudo, observou-se que os sujeitos mais altos apresentam maior excursão laríngea durante a deglutição. Ainda, em relação a este dado, verificou-se que os sujeitos mais altos (1,80-1,89), apresentam diferença estatisticamente significativa, quando comparados isoladamente ao grupo de sujeitos mais baixos (1,60-1,69). Isto demonstra que, quando estudada a movimentação do osso hióide, deve-se levar em consideração a altura dos participantes.

Por fim, nota-se que na análise entre os avaliadores a concordância foi moderada, para a posição Repouso da laringe, e concordância fraca para a posição Elevação Máxima laríngea. Acreditamos que, este fato se da, entre outros fatores, pela dificuldade de medição das variáveis visuoespaciais. Molfenter, Steele (2011) realizaram meta-análise de 13 estudos sobre medidas quantitativas de excursão hióide em sujeitos saudáveis verificando variação significativa nesta medida. Além disso, verifica-se que durante a elevação do osso hióide, no momento em que este atinge a máxima elevação é sobreposto pelo ramo inferior da mandíbula, dificultando a sua visualização.

## CONCLUSÃO

A biomecânica da deglutição é um ato complexo e que merece mais estudos, pois se sabe que alterações em seu funcionamento podem levar à aspiração laringotraqueal. Neste estudo, observou-se que a excursão laríngea é diretamente proporcional a altura dos sujeitos, demonstrando que essa variável deve ser considerada quando realizadas pesquisas relacionadas à movimentação do osso hióide.

## REFERÊNCIAS

1. KUHL, V.; EICKE, B. M.; DIETERICH, M.; URBAN, P. P. Sonographic analysis of laryngeal elevation during swallowing. **J Neurol.** v. 250, n. 3, p. 333-7, 2003.
2. LYNCH, C. da S.; CHAMMAS, M. C.; MANSUR, L. L.; CERRI, G. G. Biomecânica ultra-sonográfica da deglutição: estudo preliminar. **Radiol Bras.** v. 41, n. 4, p 241-4, 2008.
3. PRODOMO, L. P. V. Caracterização videofluoroscópica da fase faríngea da deglutição [dissertation]. **Fundação Antonio Prudente:** São Paulo; 2010.
4. SHAW, S. M.; MARTINO, R. The normal swallow: muscular and neurophysiological control. **Otolaryngol Clin North Am.** v. 46, n. 6, p 937-56, 2013.
5. KENDALL, K. A.; MCKENZIE, S.; LEONARD, R. J.; GONÇALVES, M. I.; WALKER, A. Timing of events in normal swallowing: a videofluoroscopic study. **Dysphagia.** v. 15, n. 2, p. 74-83, 2000.
6. DANIELS, S. K.; FOUNDAS, A. L. Swallowing physiology of sequential straw drinking. **Dysphagia.** v. 16, n. 3, p. 176-82, 2001.
7. MARTIN-HARRIS, B.; MICHEL, Y.; CASTELL, D. O. Physiologic model of oropharyngeal swallowing revisited. **Otolaryngol Head Neck Surg.** v. 133, n. 2, p. 234-40, 2005.
8. STEPHEN, J. R.; TAVES, D. H.; SMITH, R. C.; MARTIN, R. E. Bolus location at the initiation of the pharyngeal stage of swallowing in healthy older adults. **Dysphagia.** v. 20, n. 4, 266-72, 2005.
9. MARTIN-HARRIS, B.; BRODSKY, M. B.; MICHEL, Y.; LEE, F. S.; WALTERS, B. Delayed initiation of the pharyngeal swallow: normal variability in adult swallows. **J Speech Lang Hear Res.** v. 50, n. 3, p. 585-94, 2007.
10. PALMER, J. B.; HIEMAE, K. M.; MATSUO, K.; HAISHIMA, H. Volitional control of food transport and bolus formation during feeding. **Physiol Behav.** v. 91, n. 1, p. 66-70, 2007.
11. ZU, Y.; YANG, Z.; PERLMAN, A. L. Hyoid displacement in post-treatment cancer patients: preliminary findings. **J Speech Lang Hear Res.** v. 54, n. 3, p. 813-20, 2011.
12. PAULOSKI, B.R.; *et al.* Relationship between swallow motility disorders on videofluorography and oral intake in patients treated for head and neck cancer with radiotherapy with or without chemotherapy. **Head Neck.** v. 28, n. 12, p.1069-76, 2006.
13. PORTAS, J.; *et al.* Deglutição após tratamento não cirúrgico (radioterápico/ radioquimioterápico) do câncer de laringe. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 77, n. 1, p. 96-101, 2011.
14. ACHEM, S. R.; DEVAULT, R. K. Dysphagia in aging. **J Clin Gastroenterol.** v. 39, n. 5, p. 357-71, 2005.
15. BARDAN, E.; KERN, M.; ARNDORFER, R. C.; HOFMANN, C.; SHAKER, R. Effect of aging on bolus kinematics during the pharyngeal phase of swallowing. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.** v. 290, n. 3, p. 458-65, 2006.
16. NASCIMENTO, W.V.; SANTOS, C.M.; CASSIANI, R.A.; DANTAS, R.O. Influence of age on swallows of a highly viscous liquid bolus. **Arq Gastroenterol.** v. 52, n.1, p. 32-36, 2015.

17. YABUNAKA, K., *et al.* Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle movement during swallowing: a study on healthy adults of various ages. **Radiol Phys Technol.** v. 5, n. 1, p 34-9, 2012.
18. HSIAO, M.Y., CHANG, Y.C., CHEN, W.S., CHANG, H.Y., WANG, T.G. Application of ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia in stroke patients. **Ultrasound Med Biol.** v. 38, n. 9, p 1522-8, 2012.
19. MACRAE, P, R.; DOELTGEN, S. H.; JONES, R. D.; HUCKABEE, M. L. Intra- and inter-rater reliability for analysis of hyoid displacement measured with sonography. **J Clin Ultrasound.** v. 40, n. 2, p. 74-8, 2012.
20. STEELE, C., SASSE, C., BRESSMANN, T. Tongue-pressure and hyoid movement timing in healthy liquid swallowing. **Int J Lang Commun Disord.** v. 47, n. 1, p. 77-83, 2012.
21. STEELE, C.M., BAILEY, G.L., CHAU, T., MOLFENTER, S.M., OSHALLA, M., WAITO, A.A., ZORATTO, D.C.B.H. The relationship between hyoid and laryngeal displacement and swallowing impairment. **Clinical Otolaryngology.** v. 36, n. 1, p. 30-6, 2011.
22. MOLFENTER, S. M.; STEELE, C. M. Use of an anatomical scalar to control for sex-based size differences in measures of hyoid excursion during swallowing. **J Speech Lang Hear Res.** v. 57, n. 3, p. 768-78, 2014.
23. STOKELY, S.L., PELADEAU-PIGEON, M., LEIGH, C., MOLFENTER, S.M. STEELE, C. M. The relationship between pharyngeal constriction and post-swallow residue. **Dysphagia.** v. 30, n. 3, p 349-56, 2015.
24. BAIJENS, L. W.; SPEYER, R.; PASSOS, V. L.; PILZ, W.; ROODENBURG, N.; CLAVE, P. Swallowing in Parkinson Patients versus Healthy Controls: Reliability of Measurements in Videofluoroscopy. **Gastroenterol Res Pract.** 2011.
25. MACHADO, J. R. S. *et al.* Efeitos do exercício muscular respiratório na biomecânica da deglutição de indivíduos normais. **Rev. CEFAC.** v. 17, n. 6, p. 1909-15, 2015.
26. APOLINÁRIO, M.; OLIVEIRA, T. A. C.; FERREIRA, L.; BASSO, L.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado crawl. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.** v. 26, n. 1, 149–59, 2012.
27. REBOLLEDO-URIBE, J. P.; PINCHEIRA BARBÉ, P. A.; BITTNER SCHMIDT, V.; FRUGONE ZAMBRA, R. E. Inclinación del plano oclusal en niños entre nueve y diez años de edad con asimetría postural: estudio en el plano frontal / Occlusal plane inclination in children between 9 and 10 years old with postural asymmetry: study on the frontal plane. **Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq.** v. 24, n. 1, p. 76-83, 2012.
28. BAUDE, M, HUTIN, E., GRACIES, J. M. A Bidimensional System of Facial Movement Analysis Conception and Reliability in Adults. **BioMed Research International.** v. 2015, n. 1, p. 1-8, 2015.
29. MORAL-MUÑOZ, J. A.; ESTEBAN-MORENO, B.; ARROYO-MORALES, M.; COBO, M. J.; HERRERA-VIDEIRA, E. Agreement between face-to-face and free software video analysis for assessing hamstring flexibility in adolescents. **J. Strength Cond. Res.** v. 29, n. 9, p. 2661-5, 2015.
30. MOLFENTER, S.M., STEELE, C.M.. Physiological variability in the deglutition literature: Hyoid and laryngeal kinematics. **Dysphagia.** v. 26, n. 1, p 67–74, 2011.

31. KOMORI, M.; HYODO, M.; GYO, K. A swallowing evaluation with simultaneous videoendoscopy, ultrasonography and videofluorography in healthy controls. **J Otorhinolaryngol Relat Spec.** v. 70, n. 6, p 393-8, 2008.
32. HUANG, Y. L.; HSIEH, S. F.; CHANG, Y. C.; CHEN, H. C.; WANG, T. G. Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients. **Ultrasound Med Biol.** v. 35, n. 7, p 1103-8, 2009.

## TABELAS

**Tabela 1.** Análise de concordância entre os avaliadores em relação às variáveis Posição Laríngea em Repouso e Elevação Máxima Laríngea

Variáveis	Kappa	<i>p</i>
Repouso	0,57	<0,001
Elevação Máxima	0,32	<0,001

**Tabela 2.** Estratificação conforme altura dos sujeitos.

Grupos	Número de sujeitos
1,60-1,69	16 (55,2%)
1,70-1,79	8 (27,6%)
1,80-1,89	5 (17,2%)

**Tabela 3.** Diferenças de medidas, em graus, da excursão laríngea, segundo o sexo dos sujeitos.

	Homens	Mulheres	$p^{**}$
Excursão laríngea <sup>+</sup>	8,75±2,60°	4,19±2,27°	0,001

<sup>+</sup> Posição de repouso até a Elevação máxima; <sup>\*\*</sup> Teste t de Student.

**Tabela 4.** Diferenças de medidas, em graus, de excursão laríngea, segundo a estratificação da altura dos sujeitos.

	1,60-1,69	1,70-1,79	1,80-1,89	<i>p</i> <sup>++</sup>
Excursão laríngea <sup>+</sup>	4,31±2,93	6±1,92	8,20±3,7	0,03

<sup>+</sup> Posição de repouso até a Elevação máxima; <sup>++</sup> Teste ANOVA.

**Tabela 5.** Comparação individual de cada estrato de altura, segundo a excursão laringea, em graus.

Alturas	1,60-1,69 <sup>+</sup>	1,70-1,79 <sup>+</sup>	1,80-1,89 <sup>+</sup>
1,60-1,69	-	0,54	0,03
1,70-1,79	0,54	-	0,55
1,80-1,89	0,03	0,55	-

<sup>+</sup> *post hoc* de Bonferroni.

## 5 ARTIGO DE PESQUISA 2 – EFEITO DO EXERCÍCIO MUSCULAR RESPIRATÓRIO SOBRE A EXCURSÃO LARÍNGEA

### RESUMO

O objetivo foi verificar o efeito do exercício muscular respiratório sobre a excursão laríngea. Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal onde se avaliou 29 sujeitos, de ambos os sexos, que realizaram exercício muscular respiratório através de Incentivador Respiratório a fluxo, por um período de sete dias consecutivos. A partir dos dados coletados no exame de videofluoroscopia da deglutição analisou-se as variáveis visuoespaciais, posição do osso hióide em repouso e elevação máxima durante a deglutição, por meio do software de análise de imagens Kinovea. Através destes dados foi determinada a excursão laríngea pré e pós exercício muscular respiratório. Verificou-se diferença estatisticamente significativa em relação ao pré e pós exercício muscular respiratório, em repouso ( $p=0,0001$ ) e elevação máxima ( $p=0,0001$ ). Os dados sugerem que a redução na angulação pós exercício se deve a um melhor posicionamento do osso hióide, em repouso, e uma maior elevação laríngea. O exercício muscular respiratório com Incentivador Respiratório a fluxo demonstrou influenciar a posição do osso hióide, melhorando a elevação laríngea, resultando em benefícios para a deglutição. Esta alteração foi verificada tanto na posição de repouso, quanto na máxima elevação laríngea durante a deglutição.

**Palavras-chave:** Deglutição, Disfagia, Hioide, Videofluoroscopia, Kinovea, Incentivador Respiratório, Métodos.

### ABSTRACT

The objective of the study was to verify the effect of respiratory muscle exercise on a laryngeal excursion. It is a prospective and longitudinal study in which 29 subjects, of both sexes, who underwent respiratory muscle exercise

through Respiratory Incentivator were evaluated for a period of seven consecutive days. From the data collected in the swallowing videofluoroscopy examination the visuo-spatial variables, position of the hyoid bone at rest and maximum elevation during swallowing were analyzed using the Kinovea image analysis software. Through these data the laryngeal excursion was determined before and after respiratory muscle exercise. There was a statistically significant difference in relation to pre and post respiratory muscle exercise, at rest and at maximum elevation. The data suggest that the reduction in post-exercise angulation is due to a better positioning of the hyoid bone at rest and a higher laryngeal elevation. Respiratory muscle exercise with Respiratory Flow Incentivator has been shown to influence the position of the hyoid bone, improving laryngeal elevation, resulting in benefits for swallowing. This change was verified both in the resting position and in the maximum laryngeal elevation during swallowing.

**Keywords:** Deglutition, Deglutition Disorders, Hyoid Bone, Kinovea, Methods, Breathing Exercises.

## INTRODUÇÃO

A deglutição, processo neuromuscular dinâmico e complexo, tem a função de transportar o bolo alimentar da cavidade oral para o estômago assegurando a proteção do trato respiratório contra a aspiração [1-2]. Participam desse processo estruturas rígidas compostas por ossos como o hióide, o esfenoide, a mandíbula e as vértebras cervicais, além de músculos, tecidos e nervos cranianos [2].

O complexo hiolaringeo é formado pelo hióide, localizado na parte anterior do pescoço e a laringe, estrutura formada por cartilagens, músculos e ligamentos. Este sistema, determinado pelo disparo da deglutição, se eleva e

anterioriza auxiliando na proteção das vias aéreas e colaborando para o fechamento do vestíbulo laríngeo e o rebaixamento da epiglote [3-5].

O correto deslocamento deste complexo, além de caracterizar o início da fase faríngea, apresenta importante função para a deglutição, uma vez que estudos vêm demonstrando que sujeitos com alterações na deglutição apresentam significativa redução na elevação da laringe quando comparados com sujeitos sem alterações na deglutição [3,5-7]. Além disso, qualquer redução na movimentação é considerada como um dos sinais clínicos de risco para aspiração laringotraqueal, pois diminui a proteção das vias aéreas e pode resultar em resíduos faríngeos após a deglutição [8-12].

Ainda, durante a movimentação deste complexo, ocorre a abertura do esfíncter esofágico superior (EES) [13-14]. Sendo que, para evitar resíduos faríngeos e riscos de aspiração traqueal, o movimento do complexo hiolaringeo necessita de uma duração maior do que da abertura deste esfíncter [12]

Outro fator que pode levar a alterações na fase faríngea da deglutição e na proteção da via aérea inferior, resultando em risco aspirativo, é a incoordenação entre a respiração e deglutição [15]. Essas modificações no padrão respiratório podem afetar a coordenação muscular no trajeto faríngeo da deglutição, sendo necessário para o correto funcionamento deste sistema, dentre outros fatores, a potência muscular [16].

Os incentivadores respiratórios (IR) apresentam benefícios descritos na função da respiração, auxiliam na reexpansão pulmonar, no aumento da permeabilidade das vias aéreas e fortalecimento dos músculos respiratórios.

Além disso, aperfeiçoam o trabalho mecânico da ventilação pulmonar e a oxigenação arterial [17].

Estudos vêm demonstrando que o exercício muscular de força expiratória é capaz de reduzir penetração e aspiração em pessoas com doença de Parkinson visto que aumenta a atividade elétrica na musculatura submandibular a qual tem importante papel no movimento do complexo hiolaríngeo durante a deglutição [18]. Acredita-se que, a mobilidade do complexo hiolaríngeo, após o exercício muscular respiratório, possa resultar na diminuição do tempo de transição faríngea do bolo alimentar, aumentando assim a eficiência da deglutição [19].

A elevação laríngea é fundamental para a proteção das vias aéreas, assim, o uso de IR a fluxo pode trazer benefícios para este mecanismo, pois se espera maior mobilidade do complexo hiolaríngeo após a utilização dos mesmos. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito do exercício muscular respiratório sobre a excursão laríngea.

## **MÉTODOS**

Trata-se de um estudo prospectivo e longitudinal, previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, seguindo a Resolução 466/2012, sob registro 23676813.8.0000.5346. Todos os participantes assinaram o Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), consentindo participação na pesquisa.

Foram incluídos, adultos jovens, com idades entre 18 e 30 anos, de ambos os sexos; sem diagnóstico prévio de doença respiratória, sintomas de resfriado e/ou afecções respiratórias no momento da avaliação; sem queixas de alterações na deglutição; que aceitaram participar da pesquisa e concordaram mediante assinatura do TCLE; estáveis clinicamente; não fumantes ou ex-tabagistas há, no mínimo três meses; livres de infecção pulmonar no momento de iniciar a avaliação e o exercício respiratório.

Foram excluídos os sujeitos que no período do estudo apresentaram doença respiratória, que os impossibilitaram de completar o exercício respiratório; que não concluíram o exercício respiratório domiciliar no tempo e repetições recomendadas; ou os que desejaram se retirar da pesquisa.

Por fim, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra deste estudo foi formada por 29 sujeitos, de ambos os sexos (oito homens e 21 mulheres), com idades entre 21 e 30 anos (média de  $21,06 \pm 3,29$  anos).

A fim de analisar a biomecânica da deglutição, utilizou-se o exame de videofluoroscopia da deglutição (VFD) através da oferta de consistência pastosa em colher de 10ml.

As imagens da VFD foram geradas em um equipamento marca Siemens, modelo Iconos R200, no modo fluoroscopia com 30 quadros por segundos, já os vídeos gravados no software de captura Zscan6. Este software possui como principais características técnicas: imagem com matriz

até 720x576; resolução da imagem de 32 Bits (32 milhões de cores); formato de imagem JPEG com 1440 dpi; sistema de vídeo NTSC, PAL, SECAM (todos standard); vídeo de até 720x576 com imagens em tempo real (30 quadros por segundo (quadros/s) formato AVI e compressor divX podendo ser gravado em DVD e CD. O valor médio de dose gerado neste procedimento é de 0,14 mR/quadro (2,1 mR/s), essas medidas de dose foram realizadas em condições que reproduzem a técnica e o posicionamento do paciente, utilizando-se um simulador de 4 cm de alumínio e um eletrômetro marca Radcal, modelo 9010 com câmara de ionização específica para procedimentos em fluoroscopia de 60 cm<sup>3</sup>.

Durante a VFD, os sujeitos foram avaliados na posição sentada, com projeção lateral. O campo da imagem videofluoroscópica incluiu os lábios, cavidade oral, coluna cervical e esôfago cervical proximal.

Os dados coletados na VFD foram avaliados por três fonoaudiólogos avaliadores cegados quanto aos objetivos da investigação, não autores da pesquisa e com experiência em análise de VFD, utilizando variáveis visuoespaciais.

As variáveis visuoespaciais analisadas foram posição do osso hióide em repouso e elevação máxima, durante a deglutição. Através destes dados foi determinada a excursão laríngea pré e pós exercício muscular respiratório. Para tal utilizou-se o software de análise de imagens *Kinovea* 0.8.15.

O programa *Kinovea* é um analisador de vídeos, gratuito e open source, amplamente utilizado para avaliar e corrigir determinadas técnicas desportivas e análise da biomecânica do movimento humano.

Através deste software foram marcados pontos no processo mastóide, osso hióide e processo alveolar da maxila superior traçando assim um triângulo entre eles. A angulação resultante da intersecção dos três pontos no processo mastóide foi utilizada para calcular o repouso e a elevação máxima laríngea, considerando como marcador a posição do osso hióide.

O exercício respiratório foi realizado em domicílio, com orientações prévias fornecidas por um fisioterapeuta, através de incentivador respiratório a fluxo Respirom®, por um período de sete dias consecutivos. Para o treino inspiratório todos os participantes deveriam realizar três séries de dez repetições diárias, partindo da Capacidade Residual Funcional (CRF) até atingir a Capacidade Inspiratória (CI) e sustentar as esferas por período de cinco a oito segundos [20]. Já para o treino expiratório, a utilização do Respirom® deu-se de forma invertida. Cada participante foi orientado a realizar três séries de dez repetições diárias, partindo da CI até atingir a CRF, com um minuto de descanso entre cada série [21]. Foram realizados contatos diários a fim de reforçar a importância da realização do exercício.

Os dados foram analisados pelo programa computacional Statistical Package for Social Science (SPSS) versão 21.

Para a avaliação da concordância entre os avaliadores, foi aplicado o Teste Kappa. Enquanto que a distribuição dos dados foi analisada pelo teste Shapiro-Wilk.

Os resultados estão expressos em média±desvio padrão e percentagem, considerando-se, estatisticamente significativo, valores de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A amostra deste estudo foi formada por 29 sujeitos, de ambos os sexos (oito homens e 21 mulheres), com idades entre 21 e 30 anos (média de  $21,06 \pm 3,29$  anos).

Na análise entre os avaliadores observou-se que, na análise da posição laríngea em Repouso, a concordância foi moderada, enquanto que na posição de Elevação Máxima laríngea, apresentou concordância fraca entre os avaliadores. Os índices de concordância estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Análise de concordância entre os avaliadores em relação às variáveis Posição Laríngea em Repouso e Elevação Máxima Laríngea**

Variáveis		Kappa	<i>p</i>
Repouso	Pré	0,57	<0,001
	Pós	0,52	<0,001
Elevação Máxima	Pré	0,32	<0,001
	Pós	0,24	<0,001

Na Tabela 2 estão apresentados os valores referentes à posição laríngea analisada pré e pós exercício muscular respiratório.

**Tabela 2. Variação da posição laríngea, em graus, pré e pós-exercício muscular respiratório.**

Posição laríngea	Exercício muscular respiratório		<i>p</i>
	Pré M(DP)	Pós M(DP)	
Repouso	37,79±2,75	34,41±2,82	≤0,001*
Elevação máxima	32,34±2,00	29,96±2,41	≤0,001**

\* Teste t de Student; \*\* Teste de Wilcoxon.

Observa-se que, tanto em repouso como em elevação máxima, pré exercício muscular respiratório, o osso hióide apresentava-se em uma posição rebaixada em relação a sua posição no pós exercício. Verificou-se assim, diferença estatisticamente significativa em relação ao pré e pós exercício muscular respiratório, em repouso ( $p=0,0001$ ) e elevação máxima ( $p=0,0001$ ).

**Tabela 3. Diferença entre excursão laríngea pré e pós exercício muscular respiratório.**

Pré M(DP)	Pós M(DP)	<i>p</i> *
5,45±3,10	4,86±2,29	≤ 0,1

\* Teste t de Student.

A diferença média, pré e pós exercício muscular respiratório, entre a excursão laríngea (repouso até a máxima elevação laríngea) está demonstrada na Tabela 3. Ainda que os valores não tenham sido estatisticamente significantes sugerem que a redução na angulação pós exercício se deve a um melhor posicionamento do osso hióide, em repouso, e uma maior elevação laríngea.

## DISCUSSÃO

O deslocamento do complexo hiolaríngeo, eliciado pelo disparo da deglutição, caracteriza o início da fase faríngea e determina a abertura do EES [7,12,14]. Este deslocamento, definido pela elevação e anteriorização laríngea, auxilia na proteção das vias aéreas, colabora para o fechamento do vestíbulo laríngeo e o rebaixamento da epiglote, sendo considerado como um sinal clínico de aspiração laringotraqueal [8-9].

Steele et al (2011) verificaram a correlação entre elevação e anteriorização do complexo hiolaríngeo com penetração/aspiração ou resíduos faríngeos. Para tal, avaliaram 28 sujeitos observando que a redução no movimento anterior da laringe está associada ao aumento de resíduos faríngeos e ao risco de penetração laríngea e aspiração traqueal. Ainda, sugerem que as medidas de deslocamento do complexo hiolaríngeo devem ser corrigidas, levando-se em consideração a altura dos sujeitos.

Assim, após identificar que a excursão do osso hióide depende da altura do sujeito, Molfenter, Steele (2014) desenvolveram uma escala anatômica para controlar as diferenças relacionadas ao sexo. Essa escala, desenvolvida para utilização com o software ImageJ, foi expressa em milímetros, utilizando a posição das vértebras C2 e C4 (medido a partir do canto inferior anterior de cada vértebra). Os autores concluíram que, se realizado este controle nas medições entre sujeitos, não serão observadas diferenças sexuais na excursão do osso hióide.

Neste estudo, a partir do software escolhido para analisar as imagens de VFD, os dados foram expressos em ângulo. Observa-se que, a angulação resultante, da triangulação dos pontos marcados no processo mastóide, osso hióide e processo alveolar da maxila superior é inversamente proporcional à posição do osso hióide. Sendo assim, quanto maior o ângulo, mais rebaixado estará o osso hióide.

Na fisiologia do sistema digestivo, afim de que o transporte do bolo alimentar não seja desviado em direção à via aérea inferior é necessário que, no momento da deglutição, ocorra uma série de mecanismos sincronizados. Entre esses, observa-se a apneia da deglutição, interrupção do fluxo aéreo antes do início da elevação laríngea, associada à expiração [22-26].

Quando ocorre incoordenação nesse mecanismo, poderá ocorrer entrada de secreção, alimento ou líquido nas vias aéreas, o que caracteriza aspiração laringotraqueal, que pode resultar em pneumonia aspirativa [22-24,27-29]. DROZDZ, et al (2012) após avaliarem pacientes com tosse crônica verificaram que modificações no padrão respiratório, podem interferir na coordenação entre a respiração e deglutição, levando a riscos aspirativos.

Em face disso, esse estudo observou que após realizar o exercício muscular respiratório, conforme proposto por fisioterapeuta, verificou-se diferença estatisticamente significativa na posição do osso hióide em repouso ( $p=0,0001$ ) e elevação máxima ( $p=0,0001$ ). Este dado indica que o exercício com IR a fluxo possibilitou melhor posicionamento do osso hióide, o que pode resultar em uma melhora na eficiência da deglutição.

Machado et al (2015) avaliaram, em sujeitos previamente hígidos, tempo de transição faríngea (TTF), número de deglutições, resíduo em valécula, resíduo em seios piriformes, penetração e aspiração, pós treino muscular respiratório utilizando o IR a fluxo, com metodologia semelhante a esta pesquisa. Os autores verificaram redução no TTF e nos resíduos em seios piriformes pós exercício. Ainda, como limitação do estudo citaram impossibilidade de verificar variáveis espaciais, como o movimento do osso hióide.

Troche et al (2010) demonstraram a importância do exercício muscular respiratório, por meio do uso de IR para reabilitação da disfagia em pacientes parkinsonianos. Indo ao encontro deste estudo, constatou-se melhora na deglutição, atribuída ao aperfeiçoamento do complexo hiolaringeo, resultando em uma maior proteção das vias aéreas durante a deglutição.

Outros estudos com treinamento muscular expiratório (TME) exclusivo vêm demonstrando melhora o movimento vertical do osso hióide, devido à ativação da musculatura submentoniana, resultando em melhor elevação laríngea [30-32]. Além disso, Pitts et al (2009) referem que a melhora da movimentação desse osso favorece a coordenação muscular das estruturas relacionadas à deglutição.

A partir disto, parece que a elevação da posição do osso hióide, em repouso e em elevação máxima, pós exercício muscular respiratório com o Respirom® deve-se ao fortalecimento da musculatura supra e infra-hióidea. Sendo que, qualquer alteração na força desta musculatura pode caracterizar risco potencial para penetração e ou aspiração laringotraqueal [33].

## CONCLUSÃO

O exercício muscular respiratório com incentivador respiratório a fluxo demonstrou influenciar a posição do osso hióide, melhorando a elevação laríngea, resultando em benefícios para a deglutição. Esta alteração foi verificada tanto na posição de repouso, quanto na máxima elevação laríngea durante a deglutição.

Poucos estudos na literatura utilizaram incentivador respiratório a fluxo para identificar seus efeitos na deglutição ou no tratamento das disfagias. Este fato limitou o aprofundamento teórico e a discussão do presente estudo. Dessa forma, sugerem-se mais estudos abordando o uso de IR relacionado à biomecânica da deglutição, tanto em sujeitos normais como em casos patológicos

## REFERÊNCIAS

1. MACEDO FILHO, E.; GOMES, G. F.; FURKIM, A. M. **Manual de cuidados do paciente com disfagia**. São Paulo. p. 17-21, 2000.
2. MARCHESAN, I. Q. Deglutição-normalidade. In: FURKIN, A. M.; SANTINI, C. S. **Disfagias orofaríngeas**. 2ª ed. Carapicuíba: Pró-Fono. p. 3-18, 2004.
3. KUHL, V.; EICKE, B. M.; DIETERICH, M.; URBAN, P. P. Sonographic analysis of laryngeal elevation during swallowing. **J Neurol**. v. 250, n. 3, p. 333-7, 2003.
4. LYNCH, C. da S.; CHAMMAS, M. C.; MANSUR, L. L.; CERRI, G. G. Biomecânica ultra-sonográfica da deglutição: estudo preliminar. **Radiol Bras**. v. 41, n. 4, p 241-4, 2008.
5. PRODOMO, L. P. V. Caracterização videofluoroscópica da fase faríngea da deglutição [dissertation]. **Fundação Antonio Prudente**: São Paulo; 2010.
6. PALMER, J. B.; HIIEMAE, K. M.; MATSUO, K.; HAISHIMA, H. Volitional control of food transport and bolus formation during feeding. **Physiol Behav**. v. 91, n. 1, p. 66-70, 2007.
7. ZU, Y.; YANG, Z.; PERLMAN, A. L. Hyoid displacement in post-treatment câncer patients: preliminary findings. **J Speech Lang Hear Res**. v. 54, n. 3, p. 813-20, 2011.
8. ACHEM, S. R.; DEVAULT, R. K. Dysphagia in aging. **J Clin Gastroenterol**. v. 39, n. 5, p. 357-71, 2005.
9. BARDAN, E.; KERN, M.; ARNDORFER, R. C.; HOFMANN, C.; SHAKER, R. Effect of aging on bolus kinematics during the pharyngeal phase of swallowing. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol**. v. 290, n. 3, p. 458-65, 2006.
10. FORONI, P.M.; *et al.* Disfagia orofaríngea em crianças com síndrome Cornélio de Lange. **Rev CEFAC**. 2010, v.12, n.5, p. 803-10, 2010.
11. PORTAS, J.; *et al.* Deglutição após tratamento não cirúrgico (radioterápico/ radioquimioterápico) do câncer de laringe. **Braz J Otorhinolaryngol**. v. 77, n. 1, p. 96-101, 2011.
12. NASCIMENTO, W.V.; SANTOS, C.M.; CASSIANI, R.A.; DANTAS, R.O. Influence of age on swallows of a highly viscous liquid bolus. **Arq Gastroenterol**. v. 52, n.1, p. 32-36, 2015.
13. JACOB, P., KAHRILAS, P. J., LOGEMANN, J. A., SHAH, V., HA, T. Upper esophageal sphincter opening and modulation during swallowing. **Gastroenterology**. v. 97 n. 1, p 1469–78, 1989.
14. PEARSON, W. G., HINDSON, D. F., LANGMORE, S. E., ZUMWALT, A. C. Evaluating swallowing muscles essential for hyolaryngeal elevation by using muscle functional magnetic resonance imaging. **Int J Radiation Oncol Biol Phys**. v. 85, n. 3, p 735-40, 2013.
15. DROZDZ, D.R.C.; *et al.* Análise da fase faríngea da deglutição em portadores de tosse crônica. **International Archives of Otorhinolaryngology**. v. 16, n. 4, p. 502-508, 2012.

16. FREGOSI, R. F.; LUDLOW, C. L. Activation of upper airway muscles during breathing and swallowing. **J Appl Physiol.** v. 116, n. 3, p. 291-301, 2014.
17. ROMANINI, W.; MULLER, A. P.; CARVALHO, K. A. T.; OLANDOSKI, M.; FARIA-NETO, J. R.; MENDES, F. L.; *et al.*. Os efeitos da pressão positiva intermitente e do incentivador respiratório no pós-operatório de revascularização miocárdica. **Arq Bras Cardiol.** v. 89, n. 2, p. 105-10, 2007.
18. TROCHE, M. S.; OKAUN, M. S.; ROSENBEK, J. C.; MUSSON, N.; FERNANDEZ, H. H.; RODRIGUEZ, R.; *et al.*. Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST. **Neurology.** v. 75, n. 21, p. 1912-9, 2010.
19. MACHADO, J. R. S. *et al.* Efeitos do exercício muscular respiratório na biomecânica da deglutição de indivíduos normais. **Rev. CEFAC.** v. 17, n. 6, p. 1909-15, 2015.
20. YSAYAMA, L.; LOPES, L. R.; SILVA, A. M. O.; ANDREOLLO, N. A. A influência do treinamento muscular respiratório pré-operatório na recuperação de pacientes submetidos à esofagectomia. **Arq Bras Cir Dig.** v. 21, n. 2, p. 61-4, 2008.
21. ROSA, R.; SANTOS, G. K.; SIQUEIRA, A. B.; TONELOTO, M. G. C. Inspirômetro de incentivo invertido como exercitador da musculatura respiratória em indivíduos saudáveis. **Rev Intellectus.** v. 25, p. 177-97, 2013.
22. DOZIER, T. S.; BRODSKY, M. B.; MICHEL, Y.; WALTERS, B. C.; MARTIN-HARRIS, B. Coordination of swallowing and respiration in normal sequential cup swallows. **Laryngoscope.** v. 116, n. 8, p. 1489-93, 2006.
23. VALIM, M. A.; SANTOS, R. S.; MACEDO FILHO, E. D.; ABDULMASSIH, E. M. S.; SERRATO, M. R. F. A relação entre o tempo máximo de fonação, frequência fundamental e a proteção de vias aéreas inferiores no paciente com disfagia neurogênica. **Int Arch Otorhinolaryngol.** v.11, n.3, p. 260-266, 2007.
24. ÍSOLA, A. M. Complicações do sistema respiratório do paciente disfágico. In: FURKIM, A. M.; SANTINI, C. R. Q. S. **Disfagias orofaríngeas.** 2ª ed. Carapicuíba: Pró-Fono. p. 157-70, 2004.
25. GROSS, R. D.; ATWOOD, C. W.; ROSS, S. B.; OLSZEWSKI, J. W.; EICHHORN, K. A. The coordination of breathing and swallowing in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 179. p. 559–565, 2009.
26. COSTA, M.M.B.; LEMME, E.M.O. Coordination of respiration and swallowing: functional pattern and relevance of vocal folds closure. **Arq Gastroenterol.** v. 47, n. 1, p. 42-48, 2010.
27. ROSENBEK, J.; ROBBINS, J. A.; ROECKER, E. B.; COYLE, J.; WOOD, J. A Penetration-Aspiration Scale. **Dysphagia.** v. 11, n. 2, p. 93-98, 1996.
28. HAMMOND, C. S. Cough and aspiration of food and liquids due to oral pharyngeal dysphagia. **Lung.** v. 186, Suppl 1, p. S35–S40, 2008.
29. CHAVES, R. D.; CARVALHO, C. R. F.; CUKIER, A.; STELMACH, R.; ANDRADE, C. R. F. Indicadores de disfagia na doença pulmonar obstrutiva crônica. In: ANDRADE, C. R. F.; LIMONGI, S. C. O. **Disfagia: prática baseada em evidências.** São Paulo: Savier. p. 151-66, 2012.

30. WHEELER, K.M., CHIARA, T., SAPIENZA, C.M. Surface electromyographic activity of the submental muscles during swallow and expiratory pressure threshold training tasks. **Dysphagia**. v. 22, n. 1, p 108-16, 2007.
31. WHEELER-HEGLAND, K.M., ROSENBEK, J.C., SAPIENZA, C.M. SumentalsEMG and hyoid movement during Mendelsohn maneuver, effortful swallow, and expiratory muscle strength training. **J Speech, Language, and Hearing Research**. v. 51, n. 1, p 1072-87, 2008.
32. LACIUGA, H., ROSENBEK, J.C., DAVENPORT, P.W., SAPIENZA, C.M. Functional outcomes associated with expiratory muscle strength training: narrative review. **Journal of Rehabilitation Research and Development**. v. 51, n. 4, p 535-46, 2014.
33. PILZ, W., *et al.* Swallowing assessment in myotonic dystrophy type 1 using fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES). **Neuromuscul Disord**. v. 24, n. 12, p 1054-62, 2014.

## 6 DISCUSSÃO

Não existe na literatura consenso sobre a forma mais confiável de medições relacionadas à biomecânica da deglutição. Diversos métodos de análise são apresentados na literatura, porém dependentes do julgamento perceptivo por parte do avaliador, o que oferece baixa confiabilidade (YABUNAKA *et al.* 2011; MOLFENTER, STEELE, 2011; HSIAO *et al.*, 2012; MOLFENTER, STEELE, 2014; STOKELY *et al.* 2015).

Molfenter, Steele (2011) realizaram revisão de literatura verificando a variabilidade de estudos realizados que descreviam o movimento do osso hióide e da laringe. Observou-se que a variação, na literatura, da excursão anterior do hióide foi de 7,6mm a 18,0mm, enquanto a excursão superior foi 5,8mm a 25,0mm.

Um dos métodos utilizados para avaliar o deslocamento do osso hióide é o Ultrassom (US). Através deste método Yabunaka *et al.* (2011) verificaram a trajetória do osso hióide em indivíduos saudáveis identificando quatro etapas de movimentação. Hsiao *et al.* (2012), analisaram o deslocamento do osso hióide durante a deglutição de pacientes pós Acidente Vascular Cerebral (AVC) utilizando esta mesma ferramenta. Entretanto, um dos limitadores dos trabalhos com US é a sua baixa aplicabilidade clínica.

De outra forma, a videofluoroscopia da deglutição (VFD) é uma técnica de fácil acesso, pois é o exame complementar considerado padrão ouro para avaliação da deglutição. Por isso, pesquisas comparando os métodos US e VFD foram realizadas e demonstraram boa correlação na avaliação da movimentação do osso hióide (KOMORI *et al.*, 2008; HUANG *et al.*, 2009; HSIAO *et al.*, 2012).

Assim, Steele *et al.* (2011) a partir de capturas de VFD e com auxílio de software de análise de imagens verificaram a correlação entre elevação e anteriorização do complexo hiolaríngeo com penetração/aspiração ou resíduos faríngeos. Esta pesquisa demonstrou que o aumento de resíduos faríngeos,

penetração laríngea e aspiração traqueal estão relacionadas à redução no deslocamento anterior do osso hióide.

Outro estudo que utilizou software para analisar capturas da VFD foi de Stokely et al (2015) onde avaliaram o impacto da força de constrição faríngea na presença de resíduos faríngeos. Os autores verificaram relação entre as variáveis testadas, observando que quanto maior a força da constrição faríngea menor a presença de resíduos faríngeos.

No presente estudo, a ferramenta utilizada para identificar a posição do osso hióide foi software *Kinovea*. Este analisador de imagens e vídeos proporcionou determinar o deslocamento laríngeo em graus, através da angulação resultante dos pontos processo mastóide, osso hióide e processo alveolar da maxila superior.

Steele et al (2011) estudaram a biomecânica da deglutição em 28 sujeitos, 13 do sexo feminino, com a amostra composta por adultos idosos. De encontro a isso, nesta pesquisa o público alvo foi composto, exclusivamente, por adultos jovens, entretanto, uma limitação de nosso estudo foi o fato da amostra, composta por 29 sujeitos, não ter sido pareada, uma vez que 21 sujeitos eram do sexo feminino.

Outro dado analisado neste estudo foi a excursão laríngea em função do sexo dos sujeitos. Esta variável demonstrou que sujeitos do sexo masculino possuem maior excursão laríngea quando relacionado ao sexo feminino. Isto foi ao encontro da pesquisa de Molfenter, Steele (2014), entretanto, os autores sugerem que esta variável pode ser controlada usando uma escala vertebral anatômica proposta no estudo.

Nesta pesquisa, ratificou-se que os sujeitos mais altos apresentam maior excursão laríngea durante a deglutição. Ainda, em relação a este dado, verificou-se que os sujeitos mais altos (1,80-1,89), apresentam diferença estatisticamente significativa, quando comparados isoladamente ao grupo de sujeitos mais baixos (1,60-1,69), demonstrando que, quando estudada a movimentação do osso hióide, deve-se levar em consideração a altura dos sujeitos.

## 7 CONCLUSÃO

A excursão laríngea, observada através da movimentação do osso hióide, é diretamente proporcional a altura dos sujeitos, sugerindo que este dado deve ser considerado nas pesquisas relacionadas à biomecânica da deglutição. Além disso, a utilização do incentivador respiratório a fluxo para exercício muscular respiratório demonstrou influenciar positivamente a excursão laríngea, resultando em benefícios para a deglutição. Esta alteração foi verificada, durante a deglutição, na posição de repouso e na máxima elevação laríngea.

O software *Kinovea* se mostrou uma ferramenta adequada para análise da biomecânica da deglutição, pois permitiu determinar a trajetória de deslocamento do osso hióide, possibilitando identificar a elevação laríngea. Porém, recomenda-se que mais pesquisas na Fonoaudiologia sejam feitas utilizando este software para análise da biomecânica da deglutição.

Por fim, na literatura, há carência de estudos verificando a influencia do incentivador respiratório a fluxo na deglutição ou no tratamento das disfagias. Dessa forma, sugerem-se, também mais estudos abordando o uso de IR relacionado à biomecânica da deglutição, tanto em sujeitos normais como em casos patológicos.

## REFERÊNCIAS

- ACHEM, S. R.; DEVAULT, R. K. Dysphagia in aging. **J Clin Gastroenterol.** v. 39, n. 5, p. 357-71, 2005.
- APOLINÁRIO, M.; OLIVEIRA, T. A. C.; FERREIRA, L.; BASSO, L.; CORRÊA, U. C.; FREUDENHEIM, A. Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado crawl. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.** v. 26, n. 1, 149–59, 2012.
- AZEREDO, A. C. **Fisioterapia respiratória do hospital geral.** Rio de Janeiro: Manole. 2000.
- BAIJENS, L. W.; SPEYER, R.; PASSOS, V. L.; PILZ, W.; ROODENBURG, N.; CLAVE, P. Swallowing in Parkinson Patients versus Healthy Controls: Reliability of Measurements in Videofluoroscopy. **Gastroenterol Res Pract.** 2011.
- BARDAN, E.; KERN, M.; ARNDORFER, R. C.; HOFMANN, C.; SHAKER, R. Effect of aging on bolus kinematics during the pharyngeal phase of swallowing. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.** v. 290, n. 3, p. 458-65, 2006.
- BAUDE, M, HUTIN, E., GRACIES, J. M. A Bidimensional System of Facial Movement Analysis Conception and Reliability in Adults. **BioMed Research International.** v. 2015, n. 1, p. 1-8, 2015.
- BARROS, A. P. B.; SILVA, S. A. C.; DE ANGELIS, E. C. Videofluoroscopia da deglutição orofaríngea. In: JOTZ, G. P.; CARRARA-DE ANGELIS, E.; BARROS, A. P. B. **Tratado de deglutição e disfagia: no adulto e na criança.** Rio de Janeiro: Revinter. p. 84-88, 2010.
- BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and Sex. **Am Rev Respir Dis.** v. 99, p. 696-702, 1969.
- CHAVES, R. D.; CARVALHO, C. R. F.; CUKIER, A.; STELMACH, R.; ANDRADE, C. R. F. Indicadores de disfagia na doença pulmonar obstrutiva crônica. In: ANDRADE, C. R. F.; LIMONGI, S. C. O. **Disfagia: prática baseada em evidências.** São Paulo: Savier. p. 151-66, 2012.
- COSTA, D. **Fisioterapia Respiratória Básica.** São Paulo: Atheneu. 1999.
- COSTA, M.M.B.; LEMME, E.M.O. Coordination of respiration and swallowing: functional pattern and relevance of vocal folds closure. **Arq Gastroenterol.** v. 47, n. 1, p. 42-48, 2010.
- DANIELS, S. K.; FOUNDAS, A. L. Swallowing physiology of sequential straw drinking. **Dysphagia.** v. 16, n. 3, p. 176-82, 2001.

DELJO, E.; FILIPOVIC, M.; BABACIC, R.; GRABUS, J. Correlation analysis of the hyoid bone position in relation to the cranial base, mandible and cervical part of vertebra with particular reference to bimaxillary relations / teleroentgenogram analysis. **Acta Inform Med.** v. 20, n. 1, p. 25-31, 2012.

DOZIER, T. S.; BRODSKY, M. B.; MICHEL, Y.; WALTERS, B. C.; MARTIN-HARRIS, B. Coordination of swallowing and respiration in normal sequential cup swallows. **Laryngoscope.** v. 116, n. 8, p. 1489-93, 2006.

DROZDZ, D.R.C.; *et al.* Análise da fase faríngea da deglutição em portadores de tosse crônica. **International Archives of Otorhinolaryngology.** v. 16, n. 4, p. 502-508, 2012.

FORONI, P.M.; *et al.* Disfagia orofaríngea em crianças com síndrome Cornélica de Lange. **Rev CEFAC.** 2010, v.12, n.5, p. 803-10, 2010.

FREGOSI, R. F.; LUDLOW, C. L. Activation of upper airway muscles during breathing and swallowing. **J Appl Physiol.** v. 116, n. 3, p. 291-301, 2014.

FURKIM, A. M. Disfagia Orofaríngea Neurogênica. In: MARCHESAN, I. Q. **Fundamentos em Fonoaudiologia. Aspectos Clínicos da Motricidade Oral.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 121-31, 2005.

GASPAR, M.R.F.; *et al.* Avaliação da qualidade de vida em pacientes com disfagia neurogênica. **Rev CEFAC.** v. 17, n. 6, p. 1939-1945, 2015.

GROSS, R. D.; ATWOOD, C. W.; ROSS, S. B.; OLSZEWSKI, J. W.; EICHHORN, K. A. The coordination of breathing and swallowing in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 179. p. 559–565, 2009.

HAMMOND, C. S. Cough and aspiration of food and liquids due to oral pharyngeal dysphagia. **Lung.** v. 186, Suppl 1, p. S35–S40, 2008.

HSIAO, M.Y., CHANG, Y.C., CHEN, W.S., CHANG, H.Y., WANG, T.G. Application of ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia in stroke patients. **Ultrasound Med Biol.** v. 38, n. 9, p 1522-8, 2012.

HUANG, Y. L.; HSIEH, S. F.; CHANG, Y. C.; CHEN, H. C.; WANG, T. G. Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients. **Ultrasound Med Biol.** v. 35, n. 7, p 1103-8, 2009.

ÍSOLA, A. M. Complicações do sistema respiratório do paciente disfágico. In: FURKIM, A. M.; SANTINI, C. R. Q. S. **Disfagias orofaríngeas.** 2ª ed. Carapicuíba: Pró-Fono. p. 157-70, 2004.

JACOB, P., KAHRILAS, P. J., LOGEMANN, J. A., SHAH, V., HA, T. Upper esophageal sphincter opening and modulation during swallowing. **Gastroenterology.** v. 97 n. 1, p 1469–78, 1989.

- JOTZ, G. P.; DORNELLES, S. Fisiologia da Deglutição. In: JOTZ, G. P.; CARRARA-DE ANGELIS, E.; BARROS, A. P. B. **Tratado de deglutição e disfagia: no adulto e na criança**. Rio de Janeiro: Revinter, p. 16-9, 2010.
- KENDALL, K. A.; MCKENZIE, S.; LEONARD, R. J.; GONÇALVES, M. I.; WALKER, A. Timing of events in normal swallowing: a videofluoroscopic study. **Dysphagia**. v. 15, n. 2, p. 74-83, 2000.
- KOMORI, M.; HYODO, M.; GYO, K. A swallowing evaluation with simultaneous videoendoscopy, ultrasonography and videofluorography in healthy controls. **J Otorhinolaryngol Relat Spec**. v. 70, n. 6, p 393-8, 2008.
- KUHL, V.; EICKE, B. M.; DIETERICH, M.; URBAN, P. P. Sonographic analysis of laryngeal elevation during swallowing. **J Neurol**. v. 250, n. 3, p. 333-7, 2003.
- LUNARDI, A. C.; PORRAS, D. C.; BARBOSA, R.; PAISANI, D. M.; SILVA, C. M.; TANAKA, C.; CARVALHO, C. Effect of volume-oriented versus flow-oriented incentive spirometry on chest wall volumes, inspiratory muscle activity, and thoracoabdominal synchrony in the elderly. **RespirCare**. v. 59, n. 3, p. 420-6, 2014.
- LYNCH, C. da S.; CHAMMAS, M. C.; MANSUR, L. L.; CERRI, G. G. Biomecânica ultra-sonográfica da deglutição: estudo preliminar. **Radiol Bras**. v. 41, n. 4, p 241-4, 2008.
- MACEDO FILHO, E.; GOMES, G. F.; FURKIM, A. M. **Manual de cuidados do paciente com disfagia**. São Paulo. p. 17-21, 2000.
- MACHADO, J. R. S. *et al*. Efeitos do exercício muscular respiratório na biomecânica da deglutição de indivíduos normais. **Rev. CEFAC**. v. 17, n. 6, p. 1909-15, 2015.
- MACRAE, P, R.; DOELTGEN, S. H.; JONES, R. D.; HUCKABEE, M. L. Intra- and inter-rater reliability for analysis of hyoid displacement measured with sonography. **J Clin Ultrasound**. v. 40, n. 2, p. 74-8, 2012.
- MARCHESAN, I. Q. Deglutição-normalidade. In: FURKIN, A. M.; SANTINI, C. S. **Disfagias orofaríngeas**. 2ª ed. Carapicuíba: Pró-Fono. p. 3-18, 2004.
- MARTIN-HARRIS, B.; MICHEL, Y.; CASTELL, D. O. Physiologic model of oropharyngeal swallowing revisited. **Otolaryngol Head Neck Surg**. v. 133, n. 2, p. 234-40, 2005.
- MARTIN-HARRIS, B.; BRODSKY, M. B.; MICHEL, Y.; LEE, F. S.; WALTERS, B. Delayed initiation of the pharyngeal swallow: normal variability in adult swallows. **J Speech Lang Hear Res**. v. 50, n. 3, p. 585-94, 2007.
- MOLFENTER, S.M., STEELE, C.M.. Physiological variability in the deglutition literature: Hyoid and laryngeal kinematics. **Dysphagia**. v. 26, n. 1, p 67–74, 2011.

MOLFENTER, S. M.; STEELE, C. M. Use of an anatomical scalar to control for sex-based size differences in measures of hyoid excursion during swallowing. **J Speech Lang Hear Res.** v. 57, n. 3, p. 768-78, 2014.

MORAL-MUÑOZ, J. A.; ESTEBAN-MORENO, B.; ARROYO-MORALES, M.; COBO, M. J.; HERRERA-VIDEIRA, E. Agreement between face-to-face and free software video analysis for assessing hamstring flexibility in adolescents. **J Strength Cond. Res.** v. 29, n. 9, p. 2661-5, 2015.

NASCIMENTO, W.V.; SANTOS, C.M.; CASSIANI, R.A.; DANTAS, R.O. Influence of age on swallows of a highly viscous liquid bolus. **Arq Gastroenterol.** v. 52, n.1, p. 32-36, 2015.

PADOVANI, A. R.; MORAES, D. P.; MANGILI, L. D.; ANDRADE, C. R. F. Protocolo Fonoaudiológico de Avaliação do Risco para Disfagia (PARD). **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v. 12, n. 3, p. 199-205, 2007.

PALMER, J. B.; HIEMAE, K. M.; MATSUO, K.; HAISHIMA, H. Volitional control of food transport and bolus formation during feeding. **Physiol Behav.** v. 91, n. 1, p. 66-70, 2007.

PAULOSKI, B.R.; *et al.* Relationship between swallow motility disorders on videofluorography and oral intake in patients treated for head and neck cancer with radiotherapy with or without chemotherapy. **Head Neck.** v. 28, n. 12, p.1069-76, 2006.

PEARSON, W. G., HINDSON, D. F., LANGMORE, S. E., ZUMWALT, A. C. Evaluating swallowing muscles essential for hyolaryngeal elevation by using muscle functional magnetic resonance imaging. **Int J Radiation Oncol Biol Phys.** v. 85, n. 3, p 735-40, 2013.

PEREIRA, C. A. C.; NEDER, J. A. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. **J Pneumol.** v. 28, Suppl 3, 2002.

PESSOA, I. M. B. S.; HOURI NETO, M.; MONTEMEZZO, D.; SILVA, L. A. M.; ANDRADE, A. D. D; PARREIRA, V. F. Equações de predição para a força muscular respiratória segundo diretrizes internacionais e brasileiras. **Brazilian Journal of Physical Therapy.** v. 18, n. 5, p. 410-8, 2014.

PORTAS, J.; *et al.* Deglutição após tratamento não cirúrgico (radioterápico/radioquimioterápico) do câncer de laringe. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 77, n. 1, p. 96-101, 2011.

PRODOMO, L. P. V. Caracterização videofluoroscópica da fase faríngea da deglutição [dissertation]. **Fundação Antonio Prudente:** São Paulo; 2010.

REBOLLEDO-URIBE, J. P.; PINCHEIRA BARBÉ, P. A.; BITTNER SCHMIDT, V.; FRUGONE ZAMBRA, R. E. Inclinación del plano oclusal en niños entre nueve y diez años de edad con asimetría postural: estudio en el plano frontal / Occlusal plane inclination in children between 9 and 10 years old with postural

asymmetry: study on the frontal plane. **Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq.** v. 24, n. 1, p. 76-83, 2012.

RENAULT, J.; COSTA-VAL, R.; ROSSETTI, M. B.; HOURI NETO, M. A. Comparação entre Exercícios de Respiração Profunda e Espirometria de Incentivo no Pós – Operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio. **Rev Bras Cir Cardiovasc.** v. 24, n. 2, p. 165-72, 2009.

RODRIGUES, K.A.; *et al.* Reabilitação da deglutição em pacientes traqueostomizados disfágicos sob ventilação mecânica em unidades de terapia intensiva: um estudo de factibilidade. **Rev Bras Ter Intensiva.** v. 27, n. 1, p. 64-71, 2015 .

ROMANINI, W.; MULLER, A. P.; CARVALHO, K. A. T.; OLANDOSKI, M.; FARIA-NETO, J. R.; MENDES, F. L.; *et al.* Os efeitos da pressão positiva intermitente e do incentivador respiratório no pós-operatório de revascularização miocárdica. **ArqBrasCardiol.** v. 89, n. 2, p. 105-10, 2007.

ROSA, R.; SANTOS, G. K.; SIQUEIRA, A. B.; TONELOTO, M. G. C. Inspirômetro de incentivo invertido como exercitador da musculatura respiratória em indivíduos saudáveis. **Rev Intellectus.** v. 25, p. 177-97, 2013.

ROSENBEK, J.; ROBBINS, J. A.; ROECKER, E. B.; COYLE, J.; WOOD, J. A Penetration-Aspiration Scale. **Dysphagia.** v. 11, n. 2, p. 93-98, 1996.

SANTINI, C. S. Disfagia neurogênica. In: FURKIM, A. M.; SANTINI, C. S. **Disfagias orofaríngeas.** 2ª ed. Carapicuíba: Pró-Fono. p. 19-34, 2004.

SHAW, S. M.; MARTINO, R. The normal swallow: muscular and neurophysiological control. **Otolaryngol Clin North Am.** v. 46, n. 6, p 937-56, 2013.

STEELE, C.M., BAILEY, G.L., CHAU, T., MOLFENTER, S.M., OSHALLA, M., WAITO, A.A., ZORATTO, D.C.B.H. The relationship between hyoid and laryngeal displacement and swallowing impairment. **Clinical Otolaryngology.** v. 36, n. 1, p. 30-6, 2011.

STEELE, C., SASSE, C., BRESSMANN, T. Tongue-pressure and hyoid movement timing in healthy liquid swallowing. **Int J Lang Commun Disord.** v. 47, n. 1, p. 77-83, 2012.

STEPHEN, J. R.; TAVES, D. H.; SMITH, R. C.; MARTIN, R. E. Bolus location at the initiation of the pharyngeal stage of swallowing in healthy older adults. **Dysphagia.** v. 20, n. 4, 266-72, 2005.

STOKELY, S.L., PELADEAU-PIGEON, M., LEIGH, C., MOLFENTER, S.M. STEELE, C. M. The relationship between pharyngeal constriction and post-swallow residue. **Dysphagia.** v. 30, n. 3, p 349-56, 2015.

TROCHE, M. S.; OKAUN, M. S.; ROSENBEK, J. C.; MUSSON, N.; FERNANDEZ, H. H.; RODRIGUEZ, R.; *et al.* Aspiration and swallowing in

Parkinson disease and rehabilitation with EMST. **Neurology**. v. 75, n. 21, p. 1912-9, 2010.

VALIM, M. A.; SANTOS, R. S.; MACEDO FILHO, E. D.; ABDULMASSIH, E. M. S.; SERRATO, M. R. F. A relação entre o tempo máximo de fonação, frequência fundamental e a proteção de vias aéreas inferiores no paciente com disfagia neurogênica. **Int Arch Otorhinolaryngol**. v.11, n.3, p. 260-266, 2007.

YAMADA, E. K.; SIQUEIRA, K. O.; XEREZ, D.; KOCH, H. A.; COSTA, M. M. The influence of oral and pharyngeal phases on the swallowing dynamic. **Arq Gastroenterol**. v. 41, n. 1, p. 18-23, 2004.

YABUNAKA, K., *et al.* Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle movement during swallowing: a study on healthy adults of various ages. **Radiol Phys Technol**. v. 5, n. 1, p 34-9, 2012.

YSAYAMA, L.; LOPES, L. R.; SILVA, A. M. O.; ANDREOLLO, N. A. A influência do treinamento muscular respiratório pré-operatório na recuperação de pacientes submetidos à esofagectomia. **Arq Bras Cir Dig**. v. 21, n. 2, p. 61-4, 2008.

ZU, Y.; YANG, Z.; PERLMAN, A. L. Hyoid displacement in post-treatment câncer patients: preliminary findings. **J Speech Lang Hear Res**. v. 54, n. 3, p. 813-20, 2011.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA MULTIPROFISSIONAL  
INTEGRADA EM SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE**

Prezado(a) Sr (a):

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa **“Investigação das alterações fonoaudiológicas e a respectiva intervenção relacionada aos aspectos de deglutição, linguagem e cognição na internação e seguimento ambulatorial no HUSM”**, que terá suas avaliações realizadas no Serviço de Radiologia do HUSM/UFSM. Os pesquisadores garantem que serão esclarecidas todas as dúvidas acerca dos procedimentos e outros assuntos relacionados à pesquisa antes que você decida participar.

Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito.

O objetivo principal deste estudo é analisar o efeito do exercício muscular respiratório por meio de incentivador a fluxo na biomecânica da deglutição em indivíduos normais.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder às questões/perguntas propostas pelos pesquisadores, as quais abordarão informações sobre a sua saúde, deglutição e estado físico, além de realizar a sequência de exercícios respiratórios propostos pelos pesquisadores, de forma autônoma em seu domicílio. Salienta-se que esta pesquisa trará risco mínimo para você, pois poderá sentir um leve desconforto devido ao tempo disponibilizado para responder, aproximadamente 30 minutos e, além disso, ressalta-se que não haverá custo nem compensação financeira caso concorde em participar da pesquisa.

Das aferições a que será submetido nesta pesquisa, salientamos que somente a videofluoroscopia (deglutograma) pode trazer algum tipo de risco, através da emissão de Raios X e uso de contraste de bário. Porém estes riscos serão minimizados ao máximo pelas metodologias, rotinas de realização e controle de aplicação do exame e materiais utilizados pelo Serviço de Radiologia do HUSM. Sempre no intuito de manter a melhor qualidade e segurança possíveis a realização do exame, pois somente através da execução do mesmo é possível caracterizar a biomecânica da deglutição.

Espera-se com esta pesquisa, contribuir para a melhoria da qualidade de vida e ampliação do arsenal terapêutico para tratamento de indivíduos disfágicos, ampliando assim a qualidade da assistência prestada. Sua participação na pesquisa não resultará em danos físicos ou morais, entretanto, poderá sentir algum desconforto emocional ao responder o questionário.

As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores. Os participantes da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando seus resultados forem divulgados sob qualquer forma. Os dados coletados serão mantidos em arquivo confidencial, sob a responsabilidade dos pesquisadores por um período de cinco anos. Após este período, os dados serão destruídos.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu \_\_\_\_\_, concordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Santa Maria, ....de .....de 2015.

\_\_\_\_\_  
Assinatura

\_\_\_\_\_  
R.G.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria, ....de .....de 2015.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador - Fone: (55)32208541

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato:  
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP-UFSM Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria – 7º andar –  
Campus Universitário – 97105-900 – Santa Maria-RS - tel.: (55) 32209362

email: [comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br](mailto:comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br)

## APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE DE DADOS

**Título do projeto: “Investigação das alterações fonoaudiológicas e a respectiva intervenção relacionada aos aspectos de deglutição, linguagem e cognição na internação e seguimento ambulatorial no HUSM”.**

Pesquisadores responsáveis: Profa. Dra. Renata Mancopes (orientadora)/  
Diego Fernando Dorneles Bilheri (mestrando)

Instituição/Departamento: Programa de Pós-graduação em Distúrbios da  
Comunicação Humana

Telefone para contato: (55)32208541

Local da coleta de dados: Serviço de Fisioterapia e de Radiologia/HUSM/UFSM  
e Laboratório de Disfagia da UFSM.

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos pacientes cujos dados serão coletados no Serviço de Radiologia do HUSM, por meio da videofluoroscopia e provas de função e força pulmonar, a fim de verificar a interferência do exercício respiratório na biomecânica da deglutição.

Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no (a) sala número 1428 do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana por um período de 5 anos sob a responsabilidade da pesquisadora Profa Dra Renata Mancopes. Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em ...../...../....., com o número do CAAE .....

Santa Maria, .....de 2015.

---

Pesquisador responsável