



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS



JOSE ALFONSO VERGARA HERAZO

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO DE LÍNGUA E DEGLUTIÇÃO APÓS A
ESOFAGECTOMIA SUBTOTAL

*TONGUE PRESSURE AND SWALLOWING AFTER SUBTOTAL
ESOPHAGECTOMY*

CAMPINAS

2023

JOSE ALFONSO VERGARA HERAZO

AVALIAÇÃO DA PRESSÃO DE LÍNGUA E DEGLUTIÇÃO APÓS A
ESOFAGECTOMIA SUBTOTAL

*TONGUE PRESSURE AND SWALLOWING AFTER SUBTOTAL
ESOPHAGECTOMY*

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Dissertation presented to the Faculty of Medical Sciences of the State University of Campinas as part of the requirements for obtaining the title of Master in Sciences.

ORIENTADOR: PROF. DR. ALFIO JOSÉ TINCANI

ESTE TRABALHO CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO JOSE ALFONSO VERGARA HERAZO, E ORIENTADA PELO PROF. DR. ALFIO JOSÉ TINCANI.

CAMPINAS

2023

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

V586a Vergara Herazo, Jose Alfonso, 1997-
Avaliação da pressão de língua e deglutição após a esofagectomia subtotal de longo prazo / Jose Alfonso Vergara Herazo. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Alfio José Tincani.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Neoplasias esofágicas. 2. Esofagectomia. 3. Deglutição. 4. Transtornos de deglutição. I. Tincani, Alfio José, 1954-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Tongue pressue and swallowing after subtotal esophagectomy

Palavras-chave em inglês:

Esophageal neoplasms

Esophagectomy

Deglutition

Deglutition disorders

Área de concentração: Cirurgia Translacional

Titulação: Mestre em Ciências

Banca examinadora:

Alfio José Tincani [Orientador]

Márcio Lopes Miranda

Lica Arakawa-Sugueno

Data de defesa: 15-02-2023

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Cirurgia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-9922-9347>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0173470849251485>

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

NOME DO ALUNO: JOSE ALFONSO VERGARA HERAZO

ORIENTADOR: ALFIO JOSÉ TINCANI

MEMBROS TITULARES:

- 1. PROF. DR. ALFIO JOSÉ TINCANI - PRESIDENTE**
- 2. PROF. DR. MÁRCIO LOPES MIRANDA – MEMBRO TITULAR INTERNO**
- 3. PROFA. DRA. LICA ARAKAWA-SUGUENO – MEMBRO TITULAR EXTERNO**

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da FCM.

Data de Defesa: 15/02/2023

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, principalmente aos meus pais, **José Alfredo Vergara** e **Elizabeth Herazo** que se esforçaram para permitir que eu entrasse na faculdade pública e saísse da Colômbia para perseguir meus sonhos. Embora nossa relação nos últimos anos tenha sido marcada pela distância, eu só estou aqui porque eles me permitiram empreender este voo.

Aos meus avôs, **Faridys Álvarez, Hernan Vergara e María Contreras**. Vocês terão minha admiração por sempre.

Dedico também ao meu namorado e companheiro de todas as horas, **Felipe de Oliveira Pereira Carboneri**, que sempre, apesar dos desafios, me deu apoio e coragem para atingir as minhas metas.

Finalmente, dedico este trabalho a mim. Admiro meu esforço e perseverança constante. Se aventurar num lugar longe de casa, aprender um idioma novo (o português) e refazer a vida é, sem dúvidas, o maior desafio que já vivi.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais **José Alfredo Vergara** e **Elizabeth Herazo** e meus irmãos, **María José, Juan José e José David**. A inspiração que recebo de vocês é, para mim, uma fonte de força em todos os momentos.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aos meus amados primos e primas, que sempre conseguiram compensar a saudade através do carinho constante. Não há quilômetros de distância suficientes para nos distanciar.

Ao meu namorado, **Felipe**, pela paciência e compreensão inesgotável.

Ao meu orientador, o **Prof. Dr Alfio José Tincani**, por ter acreditado nas minhas ideias desde o começo. Ao **Prof. Dr. Nelson Adami Andreollo**, por ter facilitado esta pesquisa e ter dado o suporte necessário em temas que iam além dos assuntos cotidianos da fonoaudiologia.

Aos pacientes que disponibilizaram seu tempo e recursos para, de forma voluntária, contribuir à ciência brasileira por meio deste projeto. Este trabalho foi por e para todos eles.

Aos amigos que a UNICAMP me deu: **Adriana Bispo, Aline Junqueira, Ariza, Vítor, Vaneli Rosi, Kelen, Juliana Lopes de Moraes e Adriana Ponsoni**. Aos meus antigos colegas de moradia, especialmente ao **Rodrigo Gomes Pinto** e sua família, que me acolheram nos momentos de solidão durante a pandemia do COVID-19.

À Ana Cristina Baraçal Prado, pela ajuda na análise dos dados desta pesquisa.

À minha psicóloga, **Livia Andrade Benatti**, que tanto tem me ajudado a manter a vida em equilíbrio enquanto meus sonhos acadêmicos se tornam realidade.

À minha empresa Dysphagia Study Group - DSG, e à equipe de trabalho, **Eva Pérez e Isabella Mercado Meza**. Obrigado por apoiarem e entenderem meus momentos de ausência e exaustão, minha dedicação ao mestrado só foi possível pela sua ajuda diária.

A todos vocês, meu muitíssimo obrigado!

*“O orgulho não é exatamente por ser LGBT, mas sim por ter coragem de ser o
que somos em um mundo que tenta nos fazer desistir todos os dias”*

- Mayara Benatti

RESUMO

Introdução: Sabe-se que a diminuição da pressão de língua está relacionada ao desenvolvimento de pneumonia após a esofagectomia de curto prazo. Até então, a relação entre as pressões de língua e os eventos fisiológicos da deglutição após esofagectomia subtotal de longo prazo permanecem obscuras. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o risco para disfagia, as pressões de língua em tarefas de isometria máxima e de deglutição de saliva e correlacioná-las com os eventos fisiológicos da fase oral e faríngea da deglutição, em pacientes submetidos a esofagectomia subtotal com preservação do esfíncter esofágico superior no pós-cirúrgico tardio maior que cinco meses.

Métodos: Foi aplicado o questionário Eating Assessment Tool (EAT-10) para a avaliação do risco para disfagia. A pressão de língua foi mensurada usando o *Iowa Oral Performance Instrument* e incluiu a pressão isométrica máxima (P_{máx}) anterior e posterior da língua, assim como a pressão durante a deglutição de saliva (PDD). Adicionalmente, os pacientes foram submetidos a um estudo de videofluoroscopia. Os eventos fisiológicos da deglutição foram avaliados usando o *Modified Barium Swallow Impairment Profile* (MBSImP) e a *Penetration and Aspirations Scale* (PAS). Foi usado o teste t de Student para a análise estatística das relações de interesse entre as variáveis, com nível de significância de 5%.

Resultados: Dez sujeitos foram incluídos (8 homens, idade média $\pm$ DP = 58,9 $\pm$ 7,9 anos). O tempo de pós-operatório variou de 5 a 72 meses (média 29,6 m). O EAT-10 demonstrou que sete (77.8%) dos sujeitos, apresentavam risco para disfagia vários meses após a cirurgia. Os valores de pressão de língua foram altamente variáveis entre os participantes. Os valores em média foram: 46,1 kPa para a P_{máx} anterior (DP $\pm$ 19,7); 37,9 kPa para a P_{máx} posterior (DP $\pm$ 21,4) e

21,1 kPa para a PDD ($DP \pm 9,3$). A análise de correlação entre as pressões de língua e os eventos fisiológicos da deglutição (escores MBSImP e PAS) revelaram que os valores de P_{máx} anterior e posterior eram significativamente menores no grupo de pacientes com comprometimento da elevação laríngea, movimento da epiglote e pontuações anormais na escala PAS (aspiração silente). Dentro do grupo de pacientes com comprometimento da contração faríngea, a PDD era maior.

Conclusões: A pressão da língua está relacionada com os eventos fisiológicos indispensáveis para a segurança da deglutição na amostra estudada. Postulamos que a mensuração objetiva da pressão de língua, associada a avaliação instrumental da deglutição, seja realizada em pacientes com esofagectomia subtotal de longo prazo que apresentam risco para disfagia. Futuras pesquisas devem esclarecer se os exercícios de fortalecimento da musculatura lingual teriam o potencial de diminuir a aspiração e o risco de pneumonia nesta população.

Palavras chaves: Neoplasias Esofágicas; Esofagectomia; Deglutição; Transtornos de Deglutição.

ABSTRACT

Introduction: The relationship between reduced tongue pressure and pneumonia after short-term esophagectomy is known. However, the relationship among tongue pressures and the physiological events of swallowing after long-term subtotal esophagectomy remains unclear. The objective of this research was to evaluate the risk for dysphagia, tongue pressures in maximal isometric and saliva swallowing tasks and to correlate them with the physiological events of the oral and pharyngeal phase of swallowing, in patients submitted to subtotal esophagectomy with preservation of the upper esophageal sphincter in the late postoperative period less than five months.

Methods: Was applied the Eating Assessment Tool (EAT-10) questionnaire to assess the risk for dysphagia. Tongue pressure was measured using the Iowa Oral Performance Instrument, and included anterior and posterior maximum isometric pressure (maxP) of the tongue, as well as pressure during saliva swallowing (PSS). Additionally, we performed a videofluoroscopic swallowing study. The physiological swallowing events were scored using the Modified Barium Swallow Impairment Profile (MBSImP) and the Penetration and Aspirations Scale (PAS). Student's t test was used for the statistical analysis of the relationships of interest between the variables, with a significance level of 5%.

Results: Ten subjects were included (8 men, mean age $\pm$ SD = 58.9 ± 7.9 years). The postoperative time ranged from 5 to 72 months (mean 29.6 m). The EAT-10 demonstrated that seven (77.8%) of the subjects were at risk for dysphagia several months after surgery. Tongue pressure values were highly variable among participants. The mean values were: 46.1 kPa for the anterior maxP (SD $\pm$ 19.7); 37.9 kPa for posterior maxP (SD $\pm$ 21.4) and 21.1 kPa for PSS (SD $\pm$

9.3). Correlation analysis between tongue pressures and physiological swallowing events (MBSImP and PAS scores) revealed that anterior and posterior maxP values were significantly lower in the group of patients with impaired laryngeal elevation, epiglottic movement, and abnormal PAS scores. Within the group of patients with impaired pharyngeal contraction, PDD was higher.

Conclusions: Tongue pressure is related to physiological events essential for swallowing safety in the sample studied. We postulate that objective measurement of tongue pressure, associated with instrumental assessment of swallowing, should be performed in patients with long-term subtotal esophagectomy who are at risk for oropharyngeal dysphagia. Future research should clarify whether lingual muscle strengthening exercises have the potential to decrease aspiration and the risk of pneumonia in this population.

Key-words: Esophageal Neoplasms; Esophagectomy; Deglutition; Deglutition Disorders.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Processo de coleta de dados

Figura 2. O Iowa Oral Performance Instrument Pro 3.1 (IOPI Medical. Copyright _ 2020 IOPI . Medical LLC)

Figura 3. Posicionamento do bulbo na cavidade oral para avaliação da A) P_{máx} anterior e B) P_{máx} posterior (Imagem de IOPI Medical. Copyright _ 2020 IOPI . Medical LLC)

Figura 4. Visão videofluoroscópica no campo de visão: A) lateral e B) ântero-posterior (Imagens: Arquivo pessoal).

> Artigo

Figure 1. Statistical correlation between maximum anterior isometric pressure (MAIP) with laryngeal elevation and epiglottic movement during swallowing.

kPa = kilopascal

Figure 2. Statistical correlation between maximum posterior isometric pressure (MPIP) with epiglottic movement and PAS scores. kPa = kilopascal; PAS = Penetration and Aspiration Scale

Figure 3. Statistical correlation between lingual swallowing pressures (LSP) and pharyngeal contraction. kPa = kilopascal.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consistências preparadas para a avaliação videofluoroscópica

Tabela 2. Componentes fisiológicos da deglutição avaliados pelo MBSImP
(Martin-Harris et al., 2008).

> Artigo

Table 1. Patient demographics and descriptive data for EAT-10 classification

Table 2. Descriptive statistics for tongue pressure measurements

Table 3. Descriptive statistics of MBSImP components in the sample

Table 4. Statistical correlations among lingual pressure measures and physiological components of swallowing according to MBSImP

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DRGE - Doença do refluxo gastroesofágico

EAT-10 - *Eating Assessment Tool*

EES - Esfíncter esofágico superior

IOPI - *Iowa Oral Performance Instrument*

kPa - quilopascal

MBSimP - *Modified Barium Swallow Impairment Profile*

NLR - Nervo laríngeo recorrente

PAS - *Penetration Aspiration Scale*

PDD - Pressão de língua durante a deglutição de saliva

Pmáx - Pressão isométrica máxima de língua

TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido

TPO - Tempo de pós-operatório

VFD - Videofluoroscopia da deglutição

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Câncer de esôfago: Epidemiologia, fatores de risco, modalidades de tratamento e repercussões clínicas.....	18
1.2 Disfagia orofaríngea antes da esofagectomia	19
1.3 Pós-operatório: Prevalência e apresentação clínica da disfagia orofaríngea após a esofagectomia	21
2. OBJETIVOS	24
2.1 Objetivo Geral	24
2.2 Objetivos Específicos	24
3. MÉTODO	25
3.1 Desenho do estudo	25
3.2 Tamanho da amostra e seleção dos participantes da pesquisa	25
3.3 Critérios de inclusão	26
3.4 Critérios de exclusão	26
3.5 Instrumentos para coleta de dados	27
3.6 Procedimentos e coleta de dados	28
3.7 Processamento e análise de dados	36
3.8 Aspectos éticos	37
4. RESULTADOS	38
4.1 Artigo original	39
5. CONCLUSÕES	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
7. ANEXOS	73

Anexo 1: Protocolo de avaliação indireta da deglutição	13
Anexo 2: Eating Assesment Tool - EAT- 10. Versão brasileira	74
Anexo 3: Modified Barium Swallow Impairment Profile	75
Anexo 4: Penetration Aspiration Scale	78
Anexo 5: Parecer do Comitê de Ética	79
Anexo 6: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	80

1. INTRODUÇÃO

1.1 Câncer de esôfago: Epidemiologia, fatores de risco, modalidades de tratamento e repercussões clínicas

O câncer de esôfago é uma neoplasia altamente agressiva, sendo considerada a sexta causa de morte por câncer no mundo (1). O prognóstico para carcinoma de esôfago é ruim, com taxa de sobrevida de cinco anos em 19% dos casos e apenas 0,9% para carcinoma de esôfago avançado. Atualmente é um dos cânceres menos estudados e mais mortais no mundo, devido a sua natureza extremamente agressiva e baixa taxa de sobrevivência (2). Pacientes com doença do refluxo gastroesofágico (DRGE) grave de longa data e condições associadas, como esôfago de Barrett, têm maior risco para ocorrência de câncer de esôfago. Etilismo, tabagismo e obesidade também têm sido associados a um maior risco desse tipo de câncer (1,3).

O Instituto Nacional de Câncer (INCA) estima que no Brasil, serão reportados ao redor de 8.200 casos novos de câncer de esôfago em homens e 2.790 em mulheres entre 2023 e 2025. Esses valores correspondem a um risco estimado de 7,76 casos novos a cada 100 mil homens e 2,49 para cada 100 mil mulheres, ocupando a quinta e a 13ª posição entre os tipos de câncer mais frequentes em homens e mulheres, respectivamente (4).

Os métodos tradicionais de tratamento de neoplasias malignas são radioterapia, quimioterapia e cirurgia (2,5). A esofagectomia para câncer de esôfago representa um fator de alto risco de complicações pós-operatórias (2). Os pacientes que necessitam desta abordagem cirúrgica devem ser encaminhados para centros de alta complexidade, com vias de atendimento estabelecidas ou programas de recuperação aprimorados para melhorar os resultados (2).

Recentemente, com os avanços no campo da videocirurgia e a cirurgia minimamente invasiva, melhores equipamentos permitiram que a esofagectomia passasse a ser realizada por videotoracoscopia e laparotomia com cervicotomia à esquerda. Assim, procede-se à construção do tubo gástrico que é transposto até a região cervical, via mediastino posterior, e é realizada a anastomose esôfago-gástrica cervical (6–9).

As principais complicações pós-operatórias incluem sintomas gastrointestinais (como o refluxo), fístula anastomótica, estenoses, danos ao nervo laríngeo recorrente (NLR), disfagia, sarcopenia, complicações pulmonares e pneumonia (7,10–12). Os relatórios até o momento indicam que a paralisia do NLR está intimamente relacionada a disfagia pós-operatória (10). A esofagectomia também reduz a qualidade de vida, incluindo os aspectos relacionados com a deglutição e a alimentação (13).

1.2 Disfagia orofaríngea antes da esofagectomia

Estudos clínicos e experimentais relataram a presença de mecanismos reflexos originados no esôfago que modulam o esfíncter esofágico superior e o funcionamento da faringe (14,15). Isso sugere que alterações relacionadas ao carcinoma do esôfago podem alterar a resposta ou manifestação de reflexos do mecanismo esofagofaríngeo (15–17). Embora os mecanismos que levam à disfagia orofaríngea pré-operatória ainda sejam pouco compreendidos (10,17), há evidência crescente sugerindo que as alterações na deglutição não são causadas apenas pela obstrução esofágica, mas sim por um conjunto de anormalidades motoras e nervosas que contribuem para a disfunção orofaríngea (10,17).

Embora a prevalência da disfagia pré-esofagectomia seja pouco estudada, diversas pesquisas têm reportado alterações neste período (16,18,19). Martin et al., (16) descobriram que as deficiências da deglutição pré-operatória variam dentre os pacientes, indicando que todos os pacientes experimentaram, no mínimo, comprometimentos leves da deglutição orofaríngea (16). As principais alterações podem incluir dificuldades na fase oral preparatória, má formação do bolo alimentar, início tardio da deglutição, diminuição da onda de propulsão lingual, movimentos repetitivos da língua, resíduo oral e faríngeo (16,19), resíduos no vestíbulo laríngeo e diminuição da excursão do osso hióide (18,19).

Recentemente, a pressão de língua pré e pós esofagectomia foi explorada em dois estudos (20,21). No estudo de Yokoi et al, a média de pressão lingual foi 35.6 quilopascals (kPa), com diminuição significativa após a cirurgia. Embora os autores tenham centrado seus esforços em discutir as mudanças entre os valores de pressão de língua pré e pós cirurgia, observamos que estes valores descritos por Yokoi et al. estão abaixo dos 40 kPa. Apesar da literatura sobre os valores normativos de pressão de língua ser mista (22,23), uma medida <40 kPa (300 mmHg) tem sido tradicionalmente considerada como reduzida (22–27) e pode estar associada a maior risco de aspiração (24,26). Os argumentos expostos acima podem auxiliar na compreensão da fisiopatologia dos déficits da deglutição nesta população, e sugerem a possibilidade de que haja uma redução da pressão de língua no estágio pré-esofagectomia, que contribui para problemas orais e faríngeos.

1.3 Pós-operatório: Prevalência e apresentação clínica da disfagia orofaríngea após a esofagectomia

A esofagectomia para câncer de esôfago é altamente invasiva e tem alto risco de complicações pós-operatórias, incluindo danos ao nervo laríngeo recorrente, disfagia e pneumonia (10). As alterações da deglutição após a esofagectomia transtorácica são semelhantes às apresentadas após a esofagectomia transhiatal (10). O pensamento de que a remoção do tumor facilitará a passagem do bolo e eliminará a disfagia não é aplicável a todos os pacientes (10,17,28).

A segurança (proteção das vias aéreas) e eficiência (passagem do bolo sem deixar resíduos) da deglutição podem estar alteradas. A prevalência da aspiração pode variar até 81% e os resíduos faríngeos podem estar presentes entre 20 e 100% dos casos (10).

As alterações da fase oral da deglutição observadas no pré-operatório podem continuar presentes após a remoção do tumor (16). A diminuição da pressão de língua após a esofagectomia foi recentemente documentada (20,21), e, embora esteja associada ao aumento da pneumonia pós-operatória (21), não é claro se esta diminuição de pressão lingual pode contribuir para as alterações fisiológicas nos componentes da fase oral e faríngea da deglutição, dado que as pesquisas previas se limitaram a avaliar o risco de aspiração com métodos clínicos e instrumentais, mas não foi realizada uma análise dos componentes fisiológicos das diferentes fases da deglutição.

A fase faríngea também pode ser alterada após a cirurgia. Os principais déficits incluem a redução da contração faríngea, atraso no início da deglutição (45%), diminuição na abertura do esfíncter esofágico superior (EES), paralisia das pregas vocais (12% - 76%) e redução do movimento superior e anterior do osso hióide e da

laringe, que resulta em aspiração (12% - 76%) ou aspiração silente (14%), resíduo faríngeo no seio piriforme (22%) e nas valéculas (62,5%) (10,16,17,29). A pneumonia aspirativa está presente em 5 - 25% dos pacientes esofagectomizados (10) e está associada com o aumento da mortalidade no pós-operatório imediato (30).

A aspiração após a esofagectomia tem sido historicamente atribuída à lesão do NLR e a paralisia de prega vocal. Yuen et al., (29) investigaram os fatores associados à gravidade da disfagia, penetração e aspiração em 29 pacientes esofagectomizados (>6 meses de pós operatório), os quais não apresentavam comprometimento do nervo laríngeo e nem paralisia das pregas vocais. As características da deglutição que se associaram a maior risco de penetração/aspiração foram o escape oral posterior, resíduos em valéculas e seios piriformes (29). Estes achados mostraram que a paralisia do NLR e a imobilidade das pregas vocais não são o único mecanismo que contribui para a aspiração após a esofagectomia, uma vez que a aspiração continuou sendo observada nesta coorte de pacientes que excluiu aqueles com paralisia de pregas vocais (29).

A presença da aspiração não é suficiente, mas sim obrigatória para que a pneumonia aspirativa esteja presente (31,32). As infecções pulmonares são mais frequentes nos esofagectomizados que apresentaram aspiração durante o exame de videofluoroscopia da deglutição (VFD) (13,2%) do que em pacientes que não aspiraram (0%) (33).

As taxas de pneumonia associadas à diminuição da pressão lingual no pós-operatório (21) nos permitem inferir que a pressão de língua poderia estar associada aos mecanismos fisiológicos que protegem as vias aéreas durante a deglutição em pacientes com esofagectomia, indicando, assim, que a diminuição da pressão de língua pode contribuir para que alguns déficits da deglutição levem à

penetração/aspiração (24–27,34). No entanto, permanece incerta a contribuição da disfunção da pressão de língua para a disfagia em pacientes com esofagectomia. Falta entender como a capacidade de geração de pressão lingual está relacionada aos déficits da deglutição observados; além disso, a literatura atual só avaliou a pressão lingual nas duas semanas após a cirurgia. Desta forma, saber como a pressão lingual pode estar correlacionada com alterações da deglutição a longo prazo é um assunto que permanece obscuro.

O objetivo deste estudo foi preencher essas lacunas na literatura, examinando a pressão de língua (pressão máxima e de deglutição) e fisiologia da deglutição em indivíduos com esofagectomia subtotal tardia (maior que cinco meses).

Foi hipotetizado que a capacidade de geração de pressão lingual em esofagectomizados está relacionada com alguns déficits dos componentes da deglutição, principalmente aqueles relacionados à proteção das vias aéreas. A compreensão destes fatores facilitará a prática clínica e permitirá estabelecer programas de reabilitação adequados que possam minimizar o risco de aspiração e o desenvolvimento de pneumonia aspirativa. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que busca estabelecer o impacto das pressões de língua na biomecânica da deglutição após a esofagectomia de longo prazo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a pressão de língua e a sua relação com os componentes da fase oral e faríngea da deglutição em pacientes submetidos a esofagectomia subtotal com preservação do EES no pós-cirúrgico tardio maior que cinco meses.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o impacto da esofagectomia subtotal no risco para disfagia auto-relatado pelos pacientes;
- Avaliar os valores de pressão lingual nas suas diferentes formas (pressão máxima anterior, pressão máxima posterior e pressão durante a deglutição de saliva) em pacientes com esofagectomia subtotal;
- Descrever os achados de videofluoroscopia relacionados à fase oral e faríngea da deglutição;
- Avaliar se há relação entre a capacidade de geração de pressão de língua e os eventos fisiológicos da deglutição, especificamente aqueles relacionados à proteção das vias aéreas, incluindo a elevação laríngea, inversão epiglótica, fechamento do vestíbulo laríngeo e penetração/aspiração após a esofagectomia subtotal.

3. MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal descritivo, com coleta de dados prospectivos em pacientes submetidos a esofagectomia subtotal.

3.2 Tamanho da amostra e seleção dos participantes da pesquisa

Foram convocados para participar da pesquisa os pacientes que haviam sido submetidos a esofagectomia subtotal entre janeiro de 2015 e janeiro de 2021, especificamente, aqueles que faziam acompanhamento no ambulatório de gastrocirurgia do Gastrocentro-Unicamp.

Antes do recrutamento, os prontuários foram revisados com finalidade de identificar os potenciais participantes (de acordo com comorbidades e a história clínica previamente documentada). Depois desta primeira filtragem, o pesquisador entrou em contato com os sujeitos eleitos via telefone, informando sobre os objetivos da pesquisa e a possibilidade de participação e, assim, os sujeitos interessados em participar foram agendados para a coleta de dados nas instalações do Gastrocentro-Unicamp.

A revisão inicial de prontuários incluiu 43 pacientes, dos quais 18 não tinham o potencial de participação requerido, dado o histórico clínico e cirúrgico (ex., presença de metástase, esofagectomia total, esofagojejuno anastomose, gastrectomia, esôfago de Barret, cirurgia por megaesôfago, câncer de pulmão ou presença de doenças pulmonares, neurológicas). Seis sujeitos haviam falecido. A partir deste quadro, o pesquisador entrou em contato com os 19 restantes; o contato telefônico não foi efetivo com seis sujeitos (ex. por mudanças no número de telefone, número de telefone errado ou não atendeu a ligação). Um paciente não manifestou

interesse em participar da coleta de dados. Desta forma, foram agendados para a coleta de dados 12 participantes. Após a avaliação fonoaudiológica foram excluídos dois sujeitos: uma paciente do sexo feminino, com histórico psiquiátrico e possível disfagia psicogênica em investigação pela equipe multiprofissional, e um sujeito do sexo masculino, que durante a avaliação fonoaudiológica apresentou sinais de neoplasia oral e deformidade anatômica em região epiglótica durante a videofluoroscopia, as avaliações médicas posteriores revelaram a presença de câncer em cavidade oral, oro faríngeo e laríngeo. Finalmente, dez sujeitos foram incluídos na análise final.

3.3 Critérios de inclusão

- Pacientes de ambos os sexos e faixas etárias variadas (>18 anos);
- Ter sido submetido a esofagectomia subtotal (via videotoracoscopia) com esofagogastroplastia por carcinoma epidermóide na porção média ou inferior do esôfago há mais de cinco meses;
- Qualquer estágio do tumor;
- Estar se alimentando exclusivamente por via oral;
- Ter recebido o tratamento radio-quimioterápico usado como protocolo no ambulatório de Gastrocirurgia da UNICAMP para os casos de esofagectomia subtotal, que inclui radioterapia (doses entre 4.500 e 5.000 cGy) e quimioterapia (duas a seis sessões);
- Ter concordado em participar da pesquisa e assinar o TCLE.

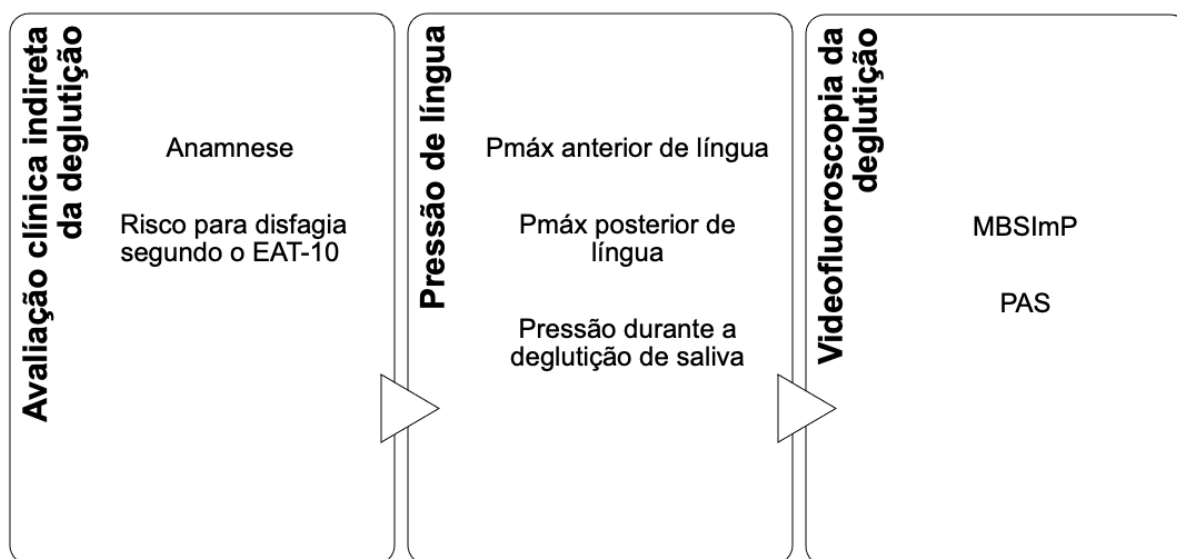
3.4 Critérios de exclusão

- Ter histórico de estenose ou linfadenectomia cervical prévia;

- Estar se alimentando total ou parcialmente por sondas nasoenterais, gastrostomia ou jejunostomia;
- Ter manifestado internação recente;
- Histórico de câncer na região da cabeça e pescoço;
- Ter sido submetido a outras cirurgias gástricas, além da esofagectomia subtotal com com esofagogastroplastia;
- Apresentar histórico de recidiva ou metástase em outras regiões do aparelho digestivo ou da região de cabeça e pescoço;
- Ter história prévia de alergia ao reagente utilizado (sulfato de bário).
- Ser traqueostomizado;
- Apresentar diagnóstico atual ou prévio de doenças neurológicas, psiquiátricas, assim como traumas na região da face e pescoço.

3.5 Instrumentos para coleta de dados

A coleta de dados foi constituída por três fases (Figura 1), começando pela aplicação de um protocolo de avaliação indireta da deglutição (ver anexo 1) e o protocolo *Eating Assessment Tool - EAT-10* para detecção do risco para disfagia (35) validado para o português brasileiro (36) (Anexo 2). A capacidade de geração de pressão lingual foi avaliada com o *Iowa Oral Performance Instrument (IOPI)*. Para a avaliação instrumental, foi usada VFD, a análise da VFD incluiu o uso do *Modified Barium Swallow Impairment Profile - MBSimP* (37) (Ver anexo 3) e a *Penetration Aspiration Scale - PAS* (38) (Ver anexo 4).



EAT = Eating Assessment Tool. Pmáx = Pressão máxima. MBSImP = Modified Barium Swallow Impairment Profile. PAS = Penetration Aspiration Scale.

Figura 1. Processo de coleta de dados

3.6 Procedimentos e coleta de dados

a) Avaliação clínica indireta da deglutição

A anamnese foi realizada com a finalidade de verificar se o paciente cumpria todos os critérios de elegibilidade para a pesquisa. Os dados demográficos (idade, sexo), tempo pós-cirurgia e queixas atuais de deglutição foram coletados.

O EAT-10 é um instrumento autoadministrado para detectar o risco de disfagia orofaríngea (35). O protocolo consiste em dez afirmações que o paciente classifica em uma escala de 0 a 4, sendo 0 = nenhum problema e 4 = problema grave. Uma pontuação de 3 ou mais é considerada anormal. Este instrumento atualmente está traduzido e validado para o português brasileiro (36).

b) Avaliação da capacidade de geração de pressão lingual

A mensuração da pressão da língua foi feita usando o IOPI Pro (Modelo 3.1) (Figura 2), um aparelho que contém um circuito de PVC (de 11,3 cm de comprimento)

conectado a um bulbo siliconado sensível a pressão. A unidade de medida utilizada foi a kPa. Para ter certeza da acurácia das medidas, a calibração do aparelho era checada quinzenalmente, conforme orientado pelo fabricante. Foi usado um bulbo por participante.



Figura 2. O *Iowa Oral Performance Instrument Pro 3.1* (IOPI Medical. Copyright _ 2020 IOPI . Medical LLC)

- Pressão máxima anterior e posterior

Para avaliar a pressão de língua dos participantes, seguimos os métodos utilizadas em outros estudos que usaram o mesmo instrumento (22,39). Para a avaliação da pressão isométrica máxima ($P_{\text{máx}}$) anterior, o bulbo foi posicionado na língua, logo após o rebordo alveolar (Figura 3 A). Os participantes eram instruídos a descansar os dentes incisivos suavemente sobre o tubo do bulbo, sem mordê-lo. A $P_{\text{máx}}$ posterior foi avaliada com a extremidade distal do bulbo posicionada na borda posterior do palato duro (22) (Figura 3 B). Todos os participantes toleraram a posição do bulbo na região posterior, sem ativação do reflexo nauseoso.

Para a avaliação de cada região, o examinador instruiu os participantes para que empurrassem a língua contra o bulbo fazendo o máximo de esforço. Durante a tarefa, os participantes eram incentivados verbalmente para que o desempenho máximo fosse alcançado (por exemplo, “Vai, vai!”). Um modelo visual da tarefa foi fornecido pelo examinador para todos os participantes usando as imagens da Figura 3. Essa tarefa foi realizada cinco vezes para cada região (anterior e posterior), cada uma das tentativas teve um tempo de contração de dois a três segundos e os participantes descansavam 90 segundos entre cada tentativa para evitar a fadigabilidade de desempenho (22). O valor da média da $P_{\text{máx}}$ era calculado baseado na soma das três medições mais próximas entre si (tentativas com menos de 10% de diferença uma da outra), dividido por três (tentativa 1 + tentativa 2 + tentativa 3 / 3).

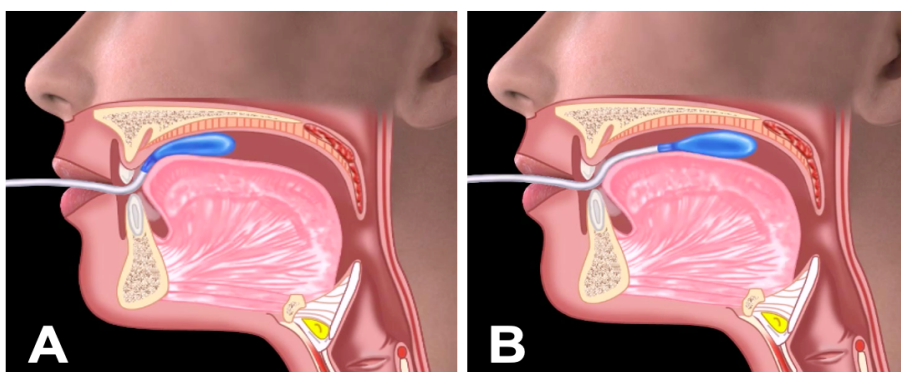


Figura 3. Posicionamento do bulbo na cavidade oral para avaliação da A) $P_{\text{máx}}$ anterior e B) $P_{\text{máx}}$ posterior (Imagem de IOPI Medical. Copyright _ 2020 IOPI . Medical LLC)

a) Pressão de língua durante a deglutição de saliva

Para a avaliação da pressão durante a deglutição (PDD), os participantes deviam acumular saliva na cavidade oral durante 60 segundos e, na sequência, o bulbo era colocado na posição anterior da língua e o examinador dava a instrução de engolir a saliva de forma habitual, sem fazer esforço máximo (40–42). Essa tarefa foi

realizada cinco vezes, com descansos de 60 segundos entre cada tentativa. O valor da média da PDD foi calculado baseado na soma das três medições mais próximas entre si (tentativas com menos de 10% de diferença uma da outra), dividido por três (tentativa 1 + tentativa 2 + tentativa 3 / 3).

c) Avaliação videofluoroscópica da deglutição

A VFD é um exame dinâmico de raio x que usa um agente de contraste (como o sulfato de bário) para avaliar o passo do bolo alimentar da boca até o estômago (43). Atualmente, a VFD é considerada um exame *gold standard* para avaliação da biomecânica da deglutição e da penetração/aspiração (43). As avaliações de VFD foram realizadas na sala de radiologia do Gastrocentro-UNICAMP, utilizando o equipamento Shimadzu Lexa Vision de radiação contínua, acoplado ao monitor Shimadzu (120Kv e 800mA). O software Pinnacle Studio Video Editing permitiu capturas digitais a 30 frames por segundo, conforme os padrões de qualidade recomendados internacionalmente (44).

Para avaliação dinâmica da deglutição foi utilizado o Bariogel® em diferentes consistências e concentrações (Tabela 1), conforme a ordem e número de bolos indicado pelo protocolo de avaliação do MBSImP (Anexo 3).

Tabela 1. Consistências preparadas para a avaliação videofluoroscópica

Consistência	Receita de preparo	Concentração do bário diluído
Líquido fino	70 mL de água + 30 mL de Bariogel ®	30 %
Líquido néctar	50 mL de água + 50 mL de Bariogel ®	50 %
Mel	Bariogel ® puro	100 %
Pudim	Bariogel ® puro + 1 colher de chá de espessante Thick & Easy® à base de amido de milho	100 %
Sólido	Meia bolacha de maizena embebido em 3 mL de sulfato de bário	100%

Durante a VFD, o participante era inicialmente posicionado no plano lateral (de perfil), sentado, com um campo de visualização mostrando os lábios anteriormente, cavidade nasal superiormente, coluna cérvico-espinhal posteriormente e todo o segmento faringoesofágico inferiormente (43) (Figura 4 A). Nessa posição, eram ofertadas as consistências líquido fino e líquido néctar em volumes crescentes, incluindo: 5 mL, um gole único (auto-regulado) no copo e três goles contínuos (auto-regulados). Em seguida, a consistência mel (5 mL na colher), pudim (5 mL na colher) e sólido (½ de bolacha em 3mL de sulfato de bário) foram ofertadas.

Uma vez avaliada a deglutição no plano lateral, o paciente era posicionado em pé e posicionado na visão ântero-posterior, com um campo de visualização mostrando as paredes da faringe lateralmente, a nasofaringe superiormente e o esôfago cervical inferiormente (43) (Figura 4 B). Nessa posição, foi avaliada a consistência néctar (um gole único no copo) e pudim (5 mL na colher). Para fins de segurança, a exposição total do participante à radiação não ultrapassou cinco minutos.

Para posterior análise, as gravações digitais eram arquivadas com a identificação do paciente (nome e número de prontuário) na nuvem do Google-Drive. Finalizado o exame, o examinador fornecia informações ao paciente sobre o estado da deglutição (conforme o observado na VFD), orientações sobre modificações de dieta e ajustes posturais para uma alimentação segura eram fornecidos quando necessário.

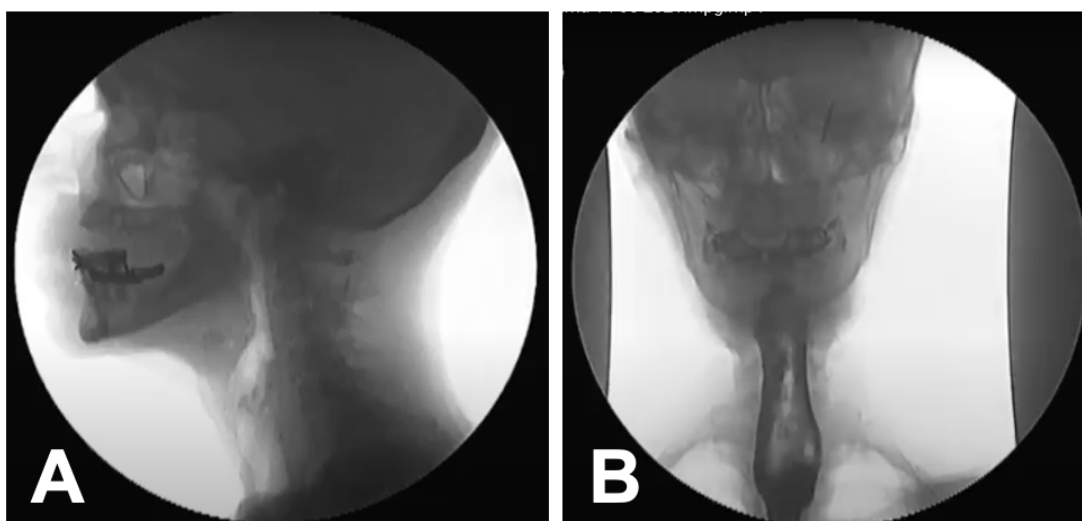


Figura 4. Visão videofluoroscópica no campo de visão: A) lateral e B) ântero-posterior (Imagens: Arquivo pessoal).

- Modified Barium Swallow Impairment Profile (MBSImP)

A análise dos eventos fisiológicos da deglutição foi realizada usando o MBSImP, traduzido e adaptado para o português brasileiro (45). Para esta finalidade, uma fonoaudióloga treinada e certificada no MBSImP foi convocada. Esta avaliadora tinha conhecimento do tipo de cirurgia que os pacientes tinham realizado, assim como da hipótese deste estudo. Contudo, ela não tinha acesso à história clínica, resultados da avaliação indireta da deglutição, pontuações do EAT-10 e nem das medidas de pressão de língua.

O protocolo MBSImP é constituído por 17 componentes fisiológicos das fases da deglutição (Tabela 2). Considerando que os participantes desta pesquisa tinham feito remoção do esôfago e nossas perguntas de pesquisa estavam centradas na análise da fase oral e faríngea da deglutição, foi excluído o componente 17 (clareamento esofágico). Assim, a análise final incluiu os componentes 1-16. Cada componente do MBSImP é avaliado em uma subescala com pontuações que podem variar de 0-4, 0- 3 ou 0-2 (Ver anexo 3), as pontuações baixas dessa subescala representam ausência de alterações e, no outro extremo, as pontuações altas indicam disfunção da deglutição (46). As pontuações dos componentes do MBSImP foram tratadas como normal (escore = 0) ou alterado (escore ≥ 1), com exceção do componente 6 (Iniciação da fase faríngea da deglutição) no qual o score considerado prejudicado foi 4; e nos componentes 1 (fechamento labial), 5 (resíduo oral), 15 (retração da base da língua) e 16 (resíduo faríngeo), nos quais o escore considerado prejudicado foi ≥ 2 . Para esses quatro componentes, uma pontuação de 1 é considerada normal (47).

Tabela 2. Componentes fisiológicos da deglutição avaliados pelo MBSImP (Martin-Harris et al., 2008)

Componente	Descrição
Componente 1	Vedamento labial
Componente 2	Controle lingual do bolo alimentar
Componente 3	Preparação / mastigação do bolo
Componente 4	Transporte do bolo/movimento lingual
Componente 5	Resíduo oral

Componente 6	Início da fase faríngea da deglutição
Componente 7	Elevação do palato mole
Componente 8	Elevação laríngea
Componente 9	Excursão anterior do hióide
Componente 10	Movimento epiglótico
Componente 11	Fechamento do vestíbulo laríngeo
Componente 12	Onda de limpeza faríngea
Componente 13	Contração faríngea
Componente 14	Abertura do segmento faringo-esofágico (SFE)
Componente 15	Retração da base de língua (BL)
Componente 16	Resíduo faríngeo
Componente 17	Clareamento esofágico em posição ortostática*

*Componente não avaliado na amostra

- Penetration Aspiration Scale (PAS)

A PAS é uma escala de oito pontos que permite classificar a ausência ou presença, assim como a gravidade da penetração/aspiração observada em um estudo de VFD (38), e é amplamente utilizada na pesquisa e na prática clínica em disfagia (48). Basicamente, a PAS permite classificar quando o alimento é penetrado (entra na laringe até o nível da prega vocal) ou aspirado (que passa além da prega vocal) (Anexo 4). As pontuações da PAS foram tratados como normal (escore = 1 ou 2) versus anormal (escore = 3+) (49).

3.7 Processamento e análise de dados

Os dados foram tabulados usando o Microsoft Excel (Microsoft Windows 11). Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico R. A análise descritiva da amostra, para as variáveis numéricas, é apresentada em média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo. Para as variáveis categóricas, são utilizados gráficos e tabelas de frequência.

Para o estudo de relação entre variáveis, foram realizadas análises descritiva e inferencial através de testes estatísticos. As variáveis categóricas incluíram os resultados do EAT (com risco - sem risco), os componentes do MBSImP (normal - anormal) e a escala PAS (normal - anormal). As variáveis numéricas incluíram as medidas de pressão de língua. Os estudos de relação realizados foram:

Componentes do MBSImP (categórica) x P_{máx} anterior

Componentes do MBSImP (categórica) x P_{máx} posterior

Componentes do MBSImP (categórica) x PDD

PAS x P_{máx} anterior

PAS x P_{máx} posterior

PAS x PDD

Dependendo da natureza da variável (numérica ou categórica), o método da análise estatística é distinto. Dado que as variáveis numéricas apresentaram distribuição Normal, foi usado o Teste t de Student (50) com nível de significância de 5%.

3.8 Aspectos éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas sob o Parecer 3.847.683 (Anexo 5), e foi baseado na Declaração de Helsinque (51) e na Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (52).

A identidade dos participantes não foi revelada em nenhum momento ao longo do tratamento dos dados e nem na escrita do artigo científico. Os participantes tinham conhecimento sobre os objetivos do estudo e completa liberdade para escolher não fazer parte da coleta. O pesquisador deu ênfase em que a participação não era obrigatória, e por tanto, caso não concordassem em participar, seu atendimento na instituição não seria comprometido.

Todos os sujeitos que participaram assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) conforme o Anexo 6. O pesquisador informou aos participantes sobre a possibilidade de interromper a coleta de dados a qualquer momento, caso eles desejassem. Após a assinatura do TCLE, os participantes receberam uma cópia, assinada pelo pesquisador responsável.

4. RESULTADOS

4.1 Artigo original: O presente manuscrito corresponde aos resultados desta pesquisa e está em processo de submissão para publicação.

Short Title: Swallowing After Subtotal Esophagectomy

Title: The Relationship Between Tongue Pressure and Swallowing After Subtotal Esophagectomy: A Long-term, Cross-sectional Study

Authors and affiliations: Jose Vergara ¹; Heather M. Starmer ²; Nelson Adami Andreollo ³; Anna Miles ⁴; Ana Cristina Colavite Baraçal-Prado ⁵; Aline Aparecida Junqueira ⁶; Alfio José Tincani ¹

¹ Department of Surgery, Head and Neck Surgery, University of Campinas, Campinas, SP, Brazil

² Division of Head and Neck Surgery, Department of Otolaryngology—Head & Neck Surgery, Stanford University, Palo Alto, CA

³ Division of Gastrointestinal Surgery, Department of Surgery, School of Medical Sciences, State University of Campinas, Campinas, SP, Brazil

⁴ Department of Speech Science, School of Psychology, University of Auckland, Auckland, New Zealand

⁵ Department of Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery, University of Campinas, Campinas, SP, Brazil.

⁶ School of Medical Sciences, University of Campinas, Campinas, SP, Brazil.

Corresponding Author: Jose Vergara. Department of Surgery, Head and Neck Surgery, University of Campinas, Brazil. R. Tessália Vieira de Camargo, 126, Campinas, SP 13083-887, Brazil. josevergaraherazo12@gmail.com, +55 19991473751

DECLARATION OF CONFLICTS OF INTEREST

The authors do not have a conflict of interest

FUNDING AND SUPPORT

Funding for this study was provided by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Brazil), awarded to Jose Vergara.

ABSTRACT

Purpose: The factors related to oropharyngeal dysphagia following esophagectomy remain unclear. This study aimed to assess patient perception of dysphagia, maximum anterior isometric pressure (MAIP), maximum posterior isometric pressure (MPIP), and lingual swallowing pressure (LSP), and to study their correlation with the physiological components of the oral and pharyngeal phases of swallowing in patients following long-term subtotal esophagectomy.

Methods: Patient perception of dysphagia was assessed using the self-reported Eating Assessment Tool (EAT-10). MAIP, MPIP, and LSP were measured using the Iowa Oral Performance Instrument. Videofluoroscopy was used to assess the physiologic components of swallowing with the Modified Barium Swallow Impairment Profile (MBSImp) and the Penetration and Aspiration Scale (PAS). The relationships between self-reported symptoms, tongue pressures, and videofluoroscopic biomechanics were explored.

Results: Ten patients were included in the study. The mean postoperative time was 29.6 months (range, 5.0–72 months). Seven (77.8%) patients had elevated EAT-10 scores (>3). The MAIP values were significantly lower in patients with impaired laryngeal elevation and impaired epiglottic movement. The MPIP values were significantly lower in patients with impaired epiglottic movement and abnormal PAS scores. The LSP was higher among patients with impaired pharyngeal contraction.

Conclusion: Oropharyngeal dysphagia is present in patients after subtotal esophagectomy. Tongue pressure is related to physiologic components important for swallowing safety following long-term subtotal esophagectomy.

KEY-WORDS: Esophageal Neoplasms; Esophagectomy; Deglutition; Deglutition Disorders; Tongue Pressure.

INTRODUCTION

Dysphagia frequently occurs after esophagectomy. The prevalence of aspiration ranges from 0% to 81%, and pharyngeal residue may be present in 20% to 100% of patients following esophagectomy (Kaneoka et al., 2018). In addition to the impact of esophagectomy on quality of life, including swallowing-related domains (Taioli et al., 2017), dysphagia also increases the risk of pneumonia (Kaneoka et al., 2018). Prior studies have demonstrated that up to 25% of patients develop pulmonary complications such as aspiration pneumonia after esophagectomy (Okumura et al., 2016; Yasuda et al., 2013).

Aspiration after esophagectomy has historically been attributed to recurrent laryngeal nerve (RLN) injury and vocal fold paralysis (Kaneoka et al., 2018). However, aspiration is also observed in patients undergoing esophagectomy without vocal fold paralysis and RLN involvement (Kojima et al., 2022; Yuen et al., 2019). Suggesting that RLN paralysis and vocal fold immobility do not appear to be the only mechanisms contributing to aspiration after esophagectomy.

Tongue strength is fundamental for bolus transport during swallowing. Decreased tongue strength is considered a risk factor contributing to deficits in the safety and efficiency of swallowing (Butler et al., 2011; McKenna et al., 2017; Steele & Cichero, 2014). Recent studies have shown that tongue pressure was reduced after esophagectomy, and that decreased tongue pressure was associated with an increased risk of aspiration and pneumonia (Kojima et al., 2022; Yokoi et al., 2019). This suggests that decreased tongue strength may be related to the physiologic components responsible for airway protection in patients after esophagectomy; therefore, decreased tongue strength may contribute to swallowing deficits leading to

penetration/aspiration (Butler et al., 2011; Fei et al., 2013; Smaoui et al., 2020; Steele & Cichero, 2014).

Studies on the relationship between tongue strength and swallowing physiology after esophagectomy are limited. To the best of our knowledge, only two studies have evaluated tongue pressure generation in the short-term postoperative period (two weeks post surgery) (Kojima et al., 2022; Yokoi et al., 2019); however, these studies did not assess the physiological components of swallowing and/or tongue pressures during saliva swallowing tasks. Consequently, the impacts of tongue pressures on swallowing function and safety after esophagectomy are largely unknown.

The objective of this study was to address the gaps in the current literature by exploring swallowing after long-term subtotal esophagectomy, including patient perception of dysphagia, videofluoroscopic swallowing studies (VFSS) and tongue pressure generation capacity during maximum isometric tasks and saliva swallow tasks. We also explored whether tongue pressure was related to physiologic components of swallowing.

METHODS

Study Design

This was a single-center, cross-sectional, descriptive, prospective cohort study. This study was approved by the ethics committee of the Faculty of Medical Sciences, State University of Campinas, Brazil (Protocol number 3.847.683). Informed consent was obtained from all the participants.

Inclusion and Exclusion Criteria

This study included consecutive recruitment of adults with a history of squamous cell carcinoma in the middle and/or lower esophagus, who had been treated

with minimally invasive esophagectomy (using video-thoracoscopy) more than five months in the past. Patients are recruited from March 2021 to July 2022. Esophagectomy with gastric traction was performed in all patients with cervical esophagogastric anastomosis. Based on the standard of care at our institution, all patients received treatment with radiotherapy (doses between 4,500 and 5,000 Gy) and chemotherapy (two to six sessions). Given that the patients underwent surgical resection of the middle and/or lower esophagus, the upper esophageal sphincter (UES) was preserved. There were no restrictions regarding tumor stage.

Patients with a history of severe esophageal stenosis, cervical lymphadenectomy, recent hospitalization, head and neck cancer, and recurrence and/or metastasis in other regions of the digestive tract or head and neck were excluded. Patients who had undergone previous surgeries of the digestive tract besides subtotal esophagectomy, those who had been tracheostomized, and those diagnosed with pulmonary or neurological diseases were also excluded.

Data Collection

Data related to age, sex, postoperative time, and self-reported swallowing symptoms were collected in a single session. The Eating Assessment Tool (EAT-10) was used to assess the self-reported dysphagia complaints (Belafsky et al., 2008; Gonçalves et al., 2013). EAT-10 >3 was considered abnormal (Belafsky et al., 2008; Gonçalves et al., 2013). Tongue pressure and swallowing were assessed in the same session.

Assessment of Tongue Pressure Generation Capacity

Tongue pressure was measured using the Iowa Oral Performance Instrument (IOPI), a intraoral manometer that has a pressure-sensitive silicone bulb with

kilopascals (kPa) as the measurement unit. During the assessment of the maximum anterior isometric pressure (MAIP), the bulb was positioned on the tongue, just behind the alveolar ridge (Clark, 2012; Clark & Solomon, 2012). The maximum posterior isometric pressure (MPIP) was assessed with the bulb positioned at the junction of the hard and soft palates (Clark & Solomon, 2012). To assess the MAIP and MPIP, the examiner instructed the participants to push the tongue against the bulb using max effort. The lingual swallowing pressure (LSP) was assessed with the bulb placed in the anterior portion of the tongue, and the examiner gave the instruction to swallow saliva in the usual way, without exerting maximal effort (Gingrich et al., 2012; Peladeau-Pigeon & Steele, 2017). Each task was performed five times, and participants rested for 90 seconds in between each attempt to avoid performance fatigue (Clark & Solomon, 2012). The mean MAIP, MPIP, and LSP were calculated based on the sum of the three measurements closest to each other and divided by three.

Videofluoroscopic Swallowing Study (VFSS)

The VFSS was performed in a radiology room by a speech language pathologist (SLP), using Shimadzu Lexa Vision continuous radiation equipment, coupled to a Shimadzu monitor (120 kV and 800 mA). The Pinnacle Studio Video Editing software allowed digital captures at 30 frames/s, according to the recommended quality standards (Péladeau-Pigeon & Steele, 2013).

The VFSS was conducted as per Modified Barium Swallow Impairment Profile (MBSImP) protocol. During the VFSS, the participant was initially positioned in the lateral plane and IDDSI Level 0 thin liquid barium (concentration 30% v/v) and IDDSI Level 2 mildly thick liquid barium (concentration 50% v/v) were offered in increasing volumes (Bariogel®, Cristália, Brazil), including 5 mL single sip (self-regulated) and

three continuous sips (self-regulated). Then, IDDSI Level 3 moderately thick liquid barium (5 mL, concentration 100% v/v), IDDSI Level 4 extremely thick barium (5 mL, concentration 100% v/v), and IDDSI Level 7 solid (half of a wet wafer with 3 mL of barium sulfate at concentration 100% v/v) were offered (Martin-Harris et al., 2008). “Thick & Easy” corn starch-based thickening agent (Fresenius Brazil) was used to prepare the thickened liquids. After assessing swallowing in a lateral position, the patient was positioned standing up for visualization of the anteroposterior plane and was offered a sip (self-regulated) of IDDSI Level 2 mildly thick liquid barium and 5 mL of IDDSI Level 4 extremely thick barium (Martin-Harris et al., 2008). For safety purposes, the total radiation exposure of the participant did not exceed 5 min.

Scoring and Outcome Measures

The VFSS results were analyzed by a SLP skilled in instrumental assessment certified by the MBSImP (Martin-Harris et al., 2008). The MBSImP is a standardized, evidence-based tool that includes the assessment of 17 physiologic components of swallowing. Since the participants in this research had undergone esophageal removal, and our research questions were focused on the analysis of the oral and pharyngeal phases of swallowing; component 17 (esophageal clearance) was excluded. The evaluator knew that the patients had a history of esophageal cancer and surgical treatment but was unaware of the EAT-10 scores and the tongue pressure measurements. Penetration and aspiration were analyzed using the Penetration and Aspiration Scale (PAS) (Rosenbek et al., 1996). This scale classifies the occurrence of contrast entry into the airways, considering the anatomical depth and the patient’s response to eliminate the material from the larynx or trachea, with 0 = no penetration/aspiration and 8 = aspiration below the level of the vocal folds with no response. Specifically, we report the worst PAS score across all evaluated swallows.

Statistical analysis

All analyses were performed using the statistical software R. An initial analysis descriptively characterized the participants according to age, sex, and postoperative time. EAT-10 scores were dichotomized as "no dysphagia" (total EAT-10 score <2) or "with dysphagia" (total EAT-10 score ≥ 3) (Belafsky et al., 2008). Descriptive analyses of the numerical variables of interest (MAIP, MPIP, and LSP) were summarized using mean, standard deviation (SD), minimum (min), and maximum values. MBSImP and PAS scores were treated as binary categorical variables; specifically, MBSImP component scores were treated as normal (score = 0) or impaired (score ≥ 1), except for component 6 (Initiation of the pharyngeal swallow) in which impairment was considered for a score of 4, given that initiation of the pharyngeal swallow in valleculae and pyriform sinuses is considered normal. Additionally, in the components 1 (lip closure), 5 (oral residue), 15 (tongue base retraction) and 16 (pharyngeal residue) a score ≥ 2 was considered as impairment, as considered in previous research (Martin-Harris et al., 2008, 2015). PAS scores were dichotomized as normal (PAS <3) or abnormal (PAS ≥ 3). The association between tongue pressure (MAIP, MPIP, and LSP) and physiologic components of swallowing (MBSImP and PAS) was assessed. Student's t-test was adopted with a significance level of 5% ($p \leq 0.05$).

RESULTS

Ten patients met the inclusion criteria for this study (mean age $\pm$ SD = 58.9 ± 7.9 years). The study group consisted of eight men and two women with a mean of 29.6 months following esophagectomy (range, 5.0 to 72 months). The sample characteristics are described in Table 1.

A participant with low education was not able to answer the EAT-10 questionnaire, so, only nine participants answered the EAT-10 questionnaire, and the mean score was 6.22 (min: 0, max: 17). Seven patients (77.8%) reported dysphagia (Table 1).

Tongue Pressure Generation Capacity

Table 2 presents the mean, SD, min, and max values for MAIP, MPIP, and LSP. MAIP and MPIP were collected from all patients; However, the LSP was obtained in only eight subjects, this is because the objective of exploring tongue pressure in saliva swallowing tasks was added after starting data collection, when participants 2 and 4 had already been evaluated; therefore, LSP values were missing for these two patients. Participants 5 and 8 demonstrated higher pressure values on the LSP tasks than on the MAIP and MPIP tasks. This atypical finding could be related to difficulties in understanding the task, which may have persisted even though the examiner provided a visual model and verbally encouraged them to achieve maximal performance.

Descriptive Analysis of Videofluoroscopic Findings

Descriptive analysis of the MBSImP scores is available in Table 3. All patients demonstrated impaired oropharyngeal swallowing on at least three components (range 3-12 components). The main oral phase findings included impaired bolus preparation/mastication (90%), impaired bolus transport/lingual motion (80%), and impaired tongue control during bolus hold (60%). Pharyngeal phase findings included pharyngeal residue (100%), impaired laryngeal elevation (60%), impaired pharyngeal contraction (44.4%), and impaired epiglottic movement (20%). The component pharyngeal contraction AP/view was not assessed in one patient due to the overlapping and opacity of the mandible in the anteroposterior videofluoroscopy

image. Two patients were scored as having abnormal PAS scores of 8, the remainder had normal PAS scores.

Correlations Between Tongue Pressure Measurements and Swallowing

The results of the correlation analysis are provided in Table 4. The results indicate a statistically significant correlation between MAIP and laryngeal elevation ($p=0.017$) and epiglottic movement ($p=0.001$). Similarly, there was a significant correlation between MPIP and epiglottic movement ($p=0.001$) as well as PAS scores ($p=0.052$) (Figure 2). LSP was significantly correlated with pharyngeal contraction ($p=0.033$).

The box plots depicted in Figures 1, 2, and 3 enable a better understanding of the correlation between the variables showing a statistically significant relationship. MAIP values were lower in patients with impaired laryngeal elevation and impaired epiglottic movement (Figure 1), and MPIP values were lower in patients with impaired epiglottic movement and abnormal PAS scores (Figure 2). Finally, higher LSP values were present in patients with impaired pharyngeal contraction (Figure 3).

DISCUSSION

The aim of this study to assess the patient perception of dysphagia and tongue pressure, as well as to study the correlation between tongue pressure measurements and physiologic components of swallowing in a cohort of patients >5 months post subtotal esophagectomy. In this small sample, most patients were men (8/80%), which was expected given that esophageal cancer is more common in men (Sung et al., 2021). Among the patients assessed, seven (77.8%) had self-reported dysphagia complaints. The positive results of the EAT-10, a questionnaire that assesses the patient's perception of swallowing, demonstrates that self-perception tools have

potential use in follow-up screening of concern in the long-term postoperative period. This was the first study to apply the EAT-10 in patients who had undergone esophagectomy, so it is important to highlight that the EAT-10 has not yet been validated in this population. Future studies should determine whether the cut-off values used in heterogeneous patient samples can also predict the risk for dysphagia in patients after esophageal surgery.

The tongue pressure findings (especially the SD, min, and max values) show that tongue pressures varied greatly between the patients. The lack of a larger sample size and a comparison to healthy adults matched for age and sex means no definitive conclusions can be drawn about the impact of long-term esophagectomy on tongue pressure measurements.

Few studies have assessed swallowing physiology in the long-term. Unlike Yuen et al. and Koh et al. (Koh et al., 2004; Yuen et al., 2019) our study showed greater changes in the oral phase of swallowing (including oral residue and impaired tongue control during bolus hold); this difference may be influenced by several factors, such as sample size, tools for interpretation of VFSS, adopted surgical methods, and postoperative timescale.

Regarding the pharyngeal phase of swallowing, the VFSS revealed that some alterations typically described in the short-term postoperative period (Kaneoka et al., 2018; Martin et al., 2001) also persist several months after surgery. These changes may include reduced laryngeal elevation, impaired pharyngeal contraction, decreased epiglottic movement, and the presence of pharyngeal residue after swallowing. Yuen et al. (Yuen et al., 2019) also observed high rates of pharyngeal residue that were associated with aspiration (Yuen et al., 2019). The aspiration rate observed in this study (20%) was slightly reduced compared to the findings of Yuen et al. (31%);

however, differences in sample size between the two studies may account for this mild difference.

The MAIP and MPIP values demonstrated a significant correlation with laryngeal elevation, epiglottis movement, and PAS scores. To the best of our knowledge, this was the first study to document the relationship between isometric tongue pressure and these physiologic components important for swallowing safety following long-term subtotal esophagectomy. It is known that reduced laryngeal elevation and impaired epiglottic movement are common deficits after esophagectomy (Easterling et al., 2000; Kaneoka et al., 2018; Martin et al., 2001; Yuen et al., 2019); however, whether tongue pressure contributes to these impairments has remained unknown thus far.

Laryngeal elevation and epiglottic movement are mechanisms required to protect the airway during swallowing. The relationship between MAIP and laryngeal elevation has a physiological explanation. The suprahyoid (anterior belly of the digastric, geniohyoid, and mylohyoid) and intrinsic muscles of the tongue contribute to tongue pressure measurements (Palmer et al., 2008). These muscle groups are also essential for the superior and anterior movement of the hyolaryngeal complex, including laryngeal elevation (Pearson Jr. et al., 2019). This is the reason that laryngeal elevation is impaired in patients with decreased tongue pressure. In addition, tongue strength is also essential for epiglottic movement (Vose & Humbert, 2019). During the pharyngeal phase of swallowing, the tongue pushes the epiglottis and inverts it horizontally, facilitating the laryngeal vestibule closure (Vose & Humbert, 2019). Therefore, the relationship between MAIP, MPIP and impaired epiglottic movement can be explained.

Although the present study did not assess aspiration pneumonia after esophagectomy, the results demonstrating a relationship between tongue pressure and aspiration and the physiologic components causing it may explain the relationship between decreased tongue pressure and pneumonia in short-term following esophagectomy observed by Yokoi et al. (Yokoi et al., 2019). These findings support the idea that RNL injury and vocal fold paralysis are not the only factors contributing to decreased airway protection after esophagectomy (Kojima et al., 2022; Yokoi et al., 2019; Yuen et al., 2019).

Factors that contribute to decreased tongue strength in the long-term postoperative period following esophagectomy remain poorly understood. While the decrease in tongue pressure in the first two weeks after surgery could be related to the local effect of surgical manipulation, length of hospital stay, trauma, and edema, these factors do not explain the decrease in tongue pressure five months after surgery. Since sarcopenia is highly prevalent after esophagectomy (Nakashima et al., 2018), prolonged deconditioning and probable sarcopenia may have contributed to the decreased tongue strength in patients with aspiration (Oguma et al., 2022); however, this hypothesis needs to be explored in future studies.

Finally, higher LSP values were present in patients with impaired pharyngeal contraction. However, this finding has no obvious explanation other than a possible local finding dependent on the sample size.

Clinical Implications for Swallowing Assessment and Treatment

These results suggest that it is relevant to include a comprehensive swallowing assessment after long-term subtotal esophagectomy, including (but not limited to), tongue pressure measurements, instrumental assessment of swallowing (e. g., VFSS), and self-report measures (such as the EAT-10). Tongue strength training

could be beneficial for patients with unsafe swallowing associated with decreased tongue strength (Robbins et al., 2007; Steele, Bailey, et al., 2013). Future research should clarify whether there is a tongue pressure value that can discriminate between patients with unsafe swallowing vs. those with safe swallowing. An understanding of these factors will facilitate clinical practice and allow the establishment of appropriate rehabilitation programs that could minimize the risk of aspiration and improve the quality of life in this population.

STUDY LIMITATIONS

Although this study provided the first steps toward understanding the correlation between tongue pressure and swallowing safety following long-term subtotal esophagectomy, it was not without limitations. First, the sample size is small, which prevents any generalization of our findings. Second, the medical, cognitive, and neurological history of the participants was self-reported; thus, it was not possible to exclude that undiagnosed conditions may have existed. Third, the assessment methods used in the present study should be improved in future studies; for example, the EAT-10 was used to assess the patient's perception of dysphagia, but it is unknown whether the cut-off values of this questionnaire are applicable to patients who have undergone esophagectomy/esophageal surgery. In addition, barium concentrations higher than those recommended in the literature were used during VFSS (<60 v/v) (Steele, Molfenter, et al., 2013), and only one evaluator reviewed the recordings. Future studies should also include a flexible endoscopic evaluation of swallowing, which allows assessment of laryngeal sensitivity and vocal fold mobility; this is indispensable data to elucidate the pathophysiological mechanisms associated with silent aspiration. Finally, the lack of a control group (healthy) matched for age and

sex limited our interpretation of the data, especially regarding tongue pressure values, which were not compared to normative data. Further understanding of the clinical importance of tongue pressure measurement in patients following esophagectomy requires additional studies.

CONCLUSIONS

To our knowledge, this is the first study to provide evidence of a relationship between tongue pressure measurements and swallowing safety in a small cohort of patients following subtotal esophagectomy in the long-term. Anterior and posterior tongue pressure measurements have additional diagnostic value in the assessment of swallowing. Future research should clarify whether tongue muscle strengthening exercises have the potential to decrease aspiration in this population.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Brazil) for the financial support for this research.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Jose Vergara: Conceptualization (Lead), Formal analysis (Lead), Investigation (Lead), Methodology (Lead), Project administration (Lead), Supervision (Lead), Validation (Lead), Writing - Original Draft (Lead), Writing - Review & Editing (Lead).

Heather M. Starmer: Validation (Lead), Writing - Original Draft (Equal), Writing -

Review & Editing (Equal). **Nelson Adami Andreollo:** Investigation (Lead), Methodology (Lead), Project administration (Equal), Supervision (Equal), Writing - Review & Editing (Equal). **Anna Miles:** Validation (Equal), Writing - Original Draft (Equal), Writing - Review & Editing (Equal). **Ana Cristina Colavite Baraçal-Prado:** Formal analysis (Equal), Investigation (Equal), Methodology (Equal), Review & Editing (Equal). **Aline Aparecida Junqueira:** Data collection (Equal), Formal analysis (Equal), Writing - Original Draft (Equal), Writing - Review & Editing (Equal). **Alfio José Tincani:** Project administration (Lead), Supervision (Lead), Writing - Original Draft (Lead).

REFERENCES

- Belafsky, P. C., Mouadeb, D. A., Rees, C. J., Pryor, J. C., Postma, G. N., Allen, J., & Leonard, R. J. (2008). Validity and reliability of the Eating Assessment Tool (EAT-10). *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 117(12), 919–924. <https://doi.org/10.1177/000348940811701210>
- Butler, S. G., Stuart, A., Leng, X., Wilhelm, E., Rees, C., Williamson, J., & Kritchevsky, S. B. (2011). The Relationship of Aspiration Status With Tongue and Handgrip Strength in Healthy Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 66A(4), 452. <https://doi.org/10.1093/GERONA/GLQ234>
- Clark, H. M. (2012). Specificity of training in the lingual musculature. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 55(2), 657–667. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/11-0045\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/11-0045))
- Clark, H. M., & Solomon, N. P. (2012). Age and sex differences in orofacial strength. *Dysphagia*, 27(1), 2–9. <https://doi.org/10.1007/S00455-011-9328-2>
- Easterling, C. S., Bousamra, M., Lang, I. M., Kern, M. K., Nitschke, T., Bardan, E., & Shaker, R. (2000). Pharyngeal dysphagia in postesophagectomy patients: correlation with deglutitive biomechanics. *The Annals of Thoracic Surgery*, 69(4), 989–992. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(99\)01582-9](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(99)01582-9)
- Fei, T., Polacco, R. C., Hori, S. E., Molfenter, S. M., Peladeau-Pigeon, M., Tsang, C., & Steele, C. M. (2013). Age-related Differences in Tongue-Palate Pressures for Strength and Swallowing Tasks. *Dysphagia*, 28(4), 575. <https://doi.org/10.1007/S00455-013-9469-6>
- Gingrich, L. L., Stierwalt, J. A. G., Hageman, C. F., & LaPointe, L. L. (2012). Lingual propulsive pressures across consistencies generated by the anteromedian and posteromedian tongue by healthy young adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 55(3), 960–972. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0357\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0357))
- Gonçalves, M. I. R., Remaili, C. B., & Behlau, M. (2013). Cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the Eating Assessment Tool - EAT-10. *CoDAS*, 25(6), 601–604. <https://doi.org/10.1590/S2317-17822013.05000012>
- Kaneoka, A., Yang, S., Inokuchi, H., Ueha, R., Yamashita, H., Nito, T., Seto, Y., & Haga, N. (2018). Presentation of oropharyngeal dysphagia and rehabilitative intervention following esophagectomy: a systematic review. *Diseases of the Esophagus: Official Journal of the International Society for Diseases of the Esophagus*, 31(8). <https://doi.org/10.1093/DOTE/DOY050>
- Koh, P., Turnbull, G., Attia, E., LeBrun, P., & Casson, A. G. (2004). Functional assessment of the cervical esophagus after gastric transposition and cervical esophagogastrostomy. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery: Official Journal of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery*, 25(4), 480–485. <https://doi.org/10.1016/J.EJCTS.2003.12.034>
- Kojima, K., Fukushima, T., Kurita, D., Matsuoka, A., Ishiyama, K., Oguma, J., & Daiko, H. (2022). Perioperative Decrease in Tongue Pressure is an Intervenable Predictor of Aspiration After Esophagectomy. *Dysphagia*, 1, 1–9. <https://doi.org/10.1007/S00455-022-10541-2/TABLES/3>
- Martin, R. E., Letsos, P., Taves, D. H., Inculet, R. I., Johnston, H., & Preiksaitis, H. G. (2001). Oropharyngeal dysphagia in esophageal cancer before and after transhiatal esophagectomy. *Dysphagia*, 16(1), 23–31. <https://doi.org/10.1007/S004550000044>
- Martin-Harris, B., Brodsky, M. B., Michel, Y., Castell, D. O., Schleicher, M., Sandidge, J., Maxwell, R., & Blair, J. (2008). MBS measurement tool for swallow impairment--

- MBSImp: establishing a standard. *Dysphagia*, 23(4), 392–405. <https://doi.org/10.1007/S00455-008-9185-9>
- Martin-Harris, B., McFarland, D., Hill, E. G., Strange, C. B., Focht, K. L., Wan, Z., Blair, J., & McGrattan, K. (2015). Respiratory-swallow training in patients with head and neck cancer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(5), 885–893. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2014.11.022>
- McKenna, V. S., Zhang, B., Haines, M. B., & Kelchner, L. N. (2017). A Systematic Review of Isometric Lingual Strength-Training Programs in Adults With and Without Dysphagia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26(2), 524–539. https://doi.org/10.1044/2016_AJSLP-15-0051
- Nakashima, Y., Saeki, H., Nakanishi, R., Sugiyama, M., Kurashige, J., Oki, E., & Maehara, Y. (2018). Assessment of Sarcopenia as a Predictor of Poor Outcomes After Esophagectomy in Elderly Patients With Esophageal Cancer. *Annals of Surgery*, 267(6), 1100–1104. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002252>
- Oguma, J., Ozawa, S., Ishiyama, K., & Daiko, H. (2022). Clinical significance of sarcopenic dysphagia for patients with esophageal cancer undergoing esophagectomy: A review. *Annals of Gastroenterological Surgery*. <https://doi.org/10.1002/AGS3.12603>
- Okumura, T., Shimada, Y., Watanabe, T., Nakamichi, N., Nagata, T., & Tsukada, K. (2016). Functional outcome assessment of swallowing (FOAMS) scoring and videofluoroscopic evaluation of perioperative swallowing rehabilitation in radical esophagectomy. *Surgery Today*, 46(5), 543–551. <https://doi.org/10.1007/S00595-015-1203-6>
- Palmer, P. M., Jaffe, D. M., McCulloch, T. M., Finnegan, E. M., van Daele, D. J., & Luschei, E. S. (2008). Quantitative contributions of the muscles of the tongue, floor-of-mouth, jaw, and velum to tongue-to-palate pressure generation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 51(4), 828–835. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/060\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/060))
- Pearson Jr., W. G., Griffeth, J. v., & Ennis, A. M. (2019). Functional Anatomy Underlying Pharyngeal Swallowing Mechanics and Swallowing Performance Goals. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 4(4), 648–655. https://doi.org/10.1044/2019_PERS-SIG13-2018-0014
- Péladeau-Pigeon, M., & Steele, C. (2013). *Aspects of a Videofluoroscopic Swallowing Study Aspects techniques de l' étude vidéofluoroscopique de la déglutition*.
- Peladeau-Pigeon, M., & Steele, C. M. (2017). Age-Related Variability in Tongue Pressure Patterns for Maximum Isometric and Saliva Swallowing Tasks. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 60(11), 3177–3184. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-16-0356
- Robbins, J. A., Kays, S. A., Gangnon, R. E., Hind, J. A., Hewitt, A. L., Gentry, L. R., & Taylor, A. J. (2007). The effects of lingual exercise in stroke patients with dysphagia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(2), 150–158. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2006.11.002>
- Rosenbek, J. C., Robbins, J. A., Roecker, E. B., Coyle, J. L., & Wood, J. L. (1996). A penetration-aspiration scale. *Dysphagia*, 11(2), 93–98. <https://doi.org/10.1007/BF00417897>
- Smaoui, S., Langridge, A., & Steele, C. M. (2020). The Effect of Lingual Resistance Training Interventions on Adult Swallow Function: A Systematic Review. *Dysphagia*, 35(5), 745–761. <https://doi.org/10.1007/S00455-019-10066-1>
- Steele, C. M., Bailey, G. L., Polacco, R. E. C., Hori, S. F., Molfenter, S. M., Oshalla, M., & Yeates, E. M. (2013). Outcomes of tongue-pressure strength and accuracy training for

- dysphagia following acquired brain injury. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 15(5), 492–502. <https://doi.org/10.3109/17549507.2012.752864>
- Steele, C. M., & Cichero, J. A. Y. (2014). Physiological factors related to aspiration risk: a systematic review. *Dysphagia*, 29(3), 295–304. <https://doi.org/10.1007/S00455-014-9516-Y>
- Steele, C. M., Molfenter, S. M., Péladeau-Pigeon, M., & Stokely, S. (2013). Challenges in preparing contrast media for videofluoroscopy. *Dysphagia*, 28(3), 464. <https://doi.org/10.1007/S00455-013-9476-7>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21660>
- Taioli, E., Schwartz, R. M., Lieberman-Cribbin, W., Moskowitz, G., van Gerwen, M., & Flores, R. (2017). Quality of Life after Open or Minimally Invasive Esophagectomy in Patients With Esophageal Cancer-A Systematic Review. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 29(3), 377–390. <https://doi.org/10.1053/J.SEMTCVS.2017.08.013>
- Vose, A., & Humbert, I. (2019). “Hidden in Plain Sight”: A Descriptive Review of Laryngeal Vestibule Closure. *Dysphagia*, 34(3), 281–289. <https://doi.org/10.1007/S00455-018-9928-1>
- Yasuda, T., Yano, M., Miyata, H., Yamasaki, M., Takiguchi, S., Fujiwara, Y., & Doki, Y. (2013). Evaluation of dysphagia and diminished airway protection after three-field esophagectomy and a remedy. *World Journal of Surgery*, 37(2), 416–423. <https://doi.org/10.1007/S00268-012-1822-7>
- Yokoi, A., Ekuni, D., Yamanaka, R., Hata, H., Shirakawa, Y., & Morita, M. (2019). Change in tongue pressure and the related factors after esophagectomy: a short-term, longitudinal study. *Esophagus: Official Journal of the Japan Esophageal Society*, 16(3). <https://doi.org/10.1007/S10388-019-00668-X>
- Yuen, M. T. Y., Tsang, R. K., Wong, I. Y. H., Chan, D. K. K., Chan, F. S. Y., & Law, S. Y. K. (2019). Long-term pharyngeal dysphagia after esophagectomy for esophageal cancer-an investigation using videofluoroscopic swallow studies. *Diseases of the Esophagus: Official Journal of the International Society for Diseases of the Esophagus*, 32(1). <https://doi.org/10.1093/DOTE/DOY068>

TABLES

Table 1. Patient demographics and descriptive data for EAT-10 classification

N	Sex	Age (years)	Post operative time (months)	EAT-10 classification
1	M	65	13	No dysphagia
2	M	64	30	Dysphagia
3	F	45	57	Dysphagia
4	F	54	28	Dysphagia
5	M	67	72	No dysphagia
6	M	52	48	Dysphagia
7	M	53	5	*
8	M	68	7	Dysphagia
9	M	56	25	Dysphagia
10	M	65	11	Dysphagia

*= Not assessed; EAT = Eating Assessment Tool.

Table 2. Descriptive statistics for tongue pressure measurements

Measurements	Mean	SD	Minimum	Maximum
MAIP (kPa)	46.1	19.7	14.0	74.0
MPIP (kPa)	37.9	21.4	6.0	63.0
LSP (kPa)	24.1	9.3	15.0	39.0

MAIP = maximum anterior isometric pressure; MPIP = maximum posterior isometric pressure;

LSP = lingual swallowing pressures; kPa = Kilopascals; SD = Standard deviation.

Table 3. Descriptive statistics of MBSImP components in the sample

MBSImP components	Impaired	Normal
Lip Closure	3 (30%)	7 (70%)
Tongue Control During Bolus Hold	6 (60%)	4 (40%)
Bolus Preparation/Mastication	3 (30%)	7 (70%)
Bolus Transport/Lingual Motion	3 (30%)	7 (70%)
Oral Residue	9 (90%)	1 (10%)
Initiation of the Pharyngeal Swallow	0 (0%)	10 (100%)
Soft Palate Elevation	0%	10 (100%)
Laryngeal Elevation	6 (60%)	4 (40%)
Anterior Hyoid Excursion	1 (10%)	9 (90%)
Epiglottic Movement	2 (20%)	8 (80%)
Laryngeal Vestibular Closure	1 (10%)	9 (90%)
Pharyngeal Stripping Wave	1 (10%)	9 (90%)
Pharyngeal Contraction	4 (44.4%)	5 (55.6%)
Pharyngoesophageal Segment Opening	1 (10%)	9 (90%)
Tongue Base Retraction	0 (0%)	10 (100%)
Pharyngeal Residue	10 (100%)	0 (0%)

MBSImP = Modified Barium Swallow Impairment Profile.

Table 4. Statistical correlations among tongue pressure measures and physiologic components of swallowing according to MBSImP

VFSS Measures	MAIP <i>p value</i>	MPIP <i>p value</i>	LSP <i>p value</i>
PAS	.0173	.052*	.538
Lip Closure	.535	.794	.124
Tongue Control During Bolus Hold	0.144	.325	.476
Bolus Preparation/Mastication	.694	.732	1
Bolus Transport/Lingual Motion	.092	.147	.168
Oral Residue	-	-	-
Initiation of the Pharyngeal Swallow	-	-	-
Soft Palate Elevation	-	-	-
Laryngeal Elevation	.017*	.126	.056
Anterior Hyoid Excursion	-	-	-
Epiglottic Movement	.001*	.001*	.804
Laryngeal Vestibular Closure	-	-	-
Pharyngeal Stripping Wave	-	-	-
Pharyngeal Contraction	.369	.419	.033*
Pharyngoesophageal Segment Opening	-	-	-
Tongue Base Retraction	-	-	-

Pharyngeal Residue	-	-	-
--------------------	---	---	---

(-) = Student's t test was not performed for this component due to lack of variability in the sample;

VFSS = Videofluoroscopic Swallowing Study; PAS = Penetration and Aspiration Scale; MAIP

= maximum anterior isometric pressure; MPIP = maximum posterior isometric pressure; LSP =

lingual swallowing pressures; MBSImP = Modified Barium Swallow Impairment Profile.

FIGURES

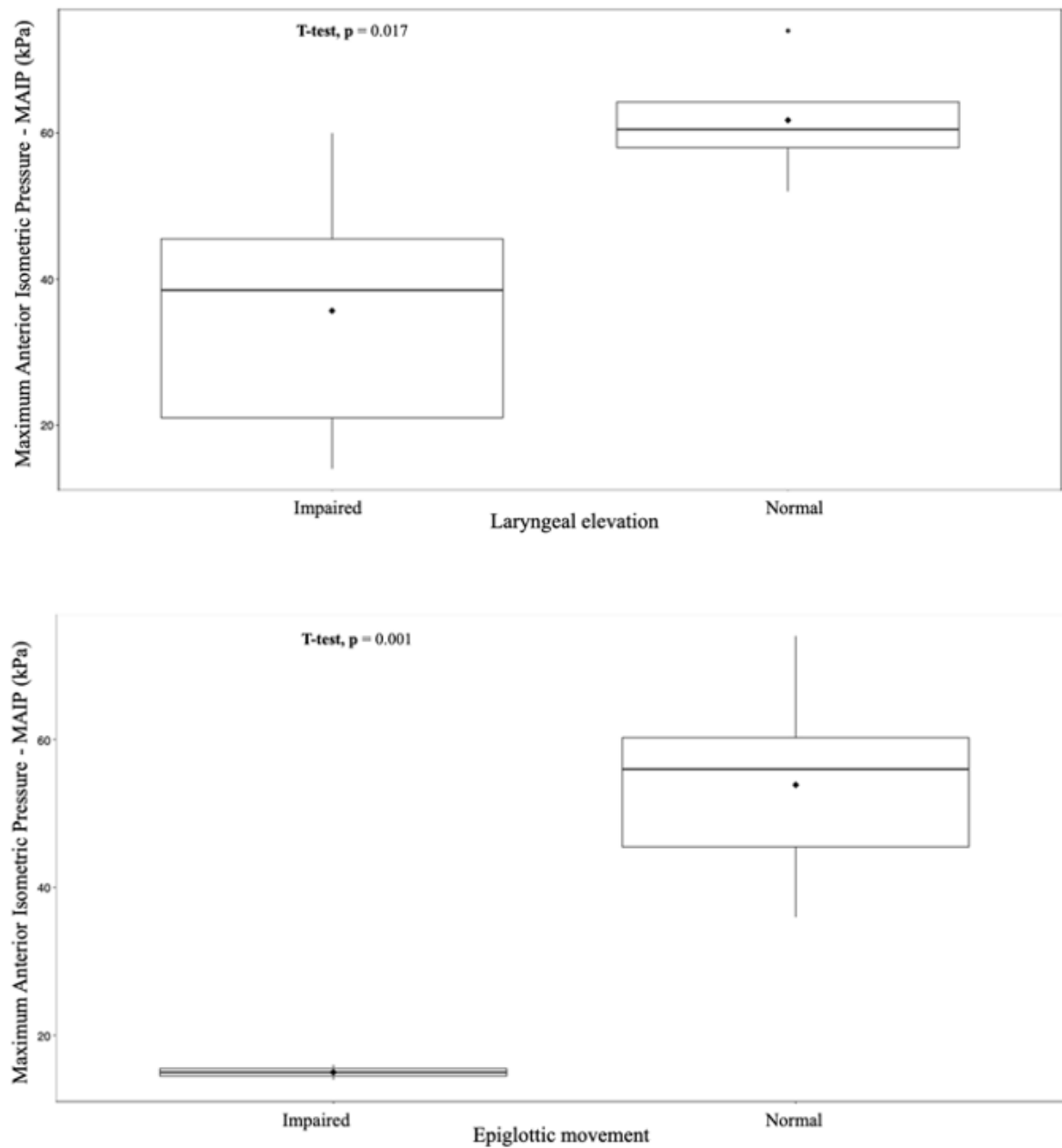


Figure 1. Statistical correlation between maximum anterior isometric pressure (MAIP) with laryngeal elevation and epiglottic movement during swallowing. kPa = kilopascal

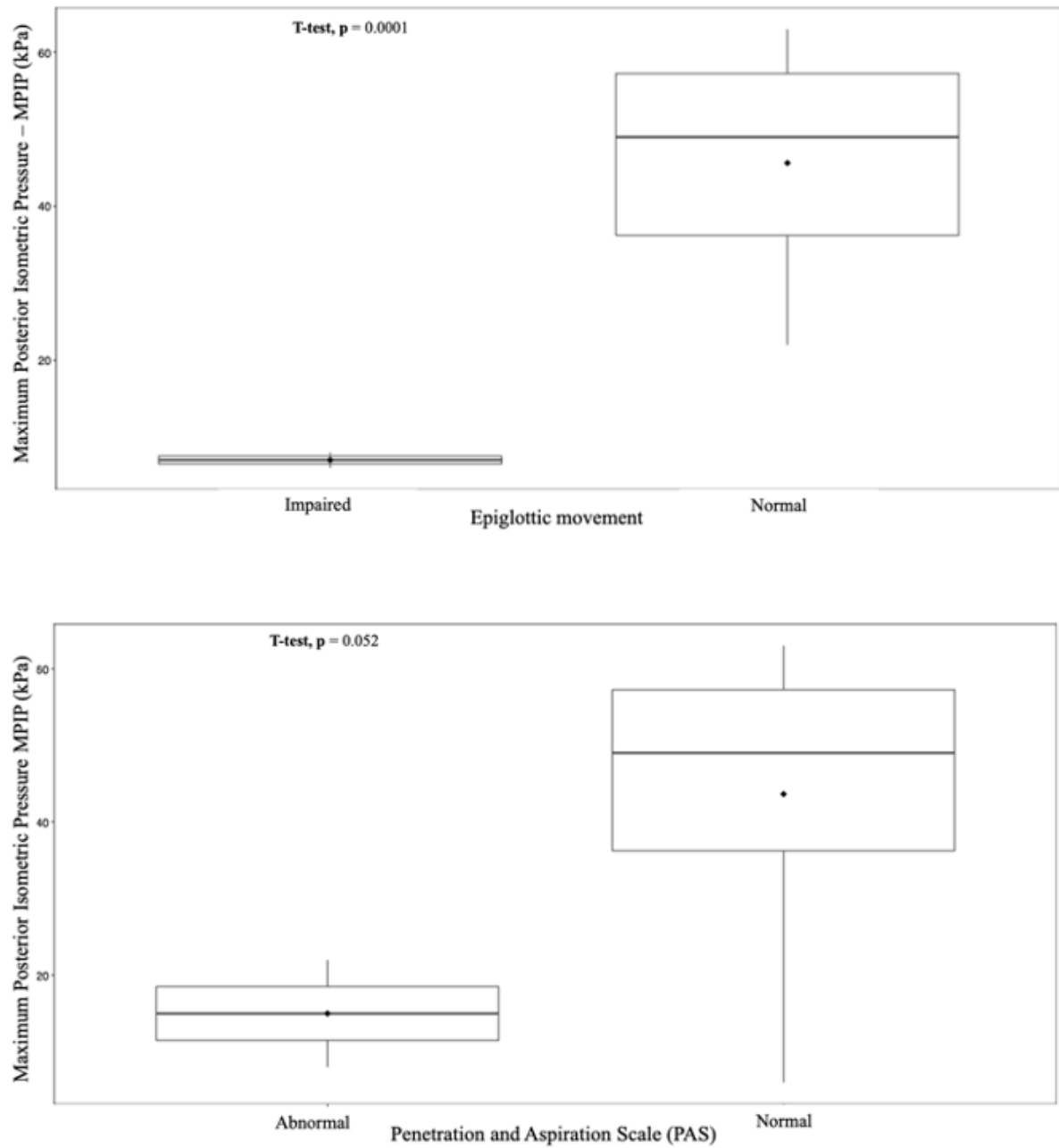


Figure 2. Statistical correlation between maximum posterior isometric pressure (MPIP) with epiglottic movement and PAS scores. kPa = kilopascal; PAS = Penetration and Aspiration Scale

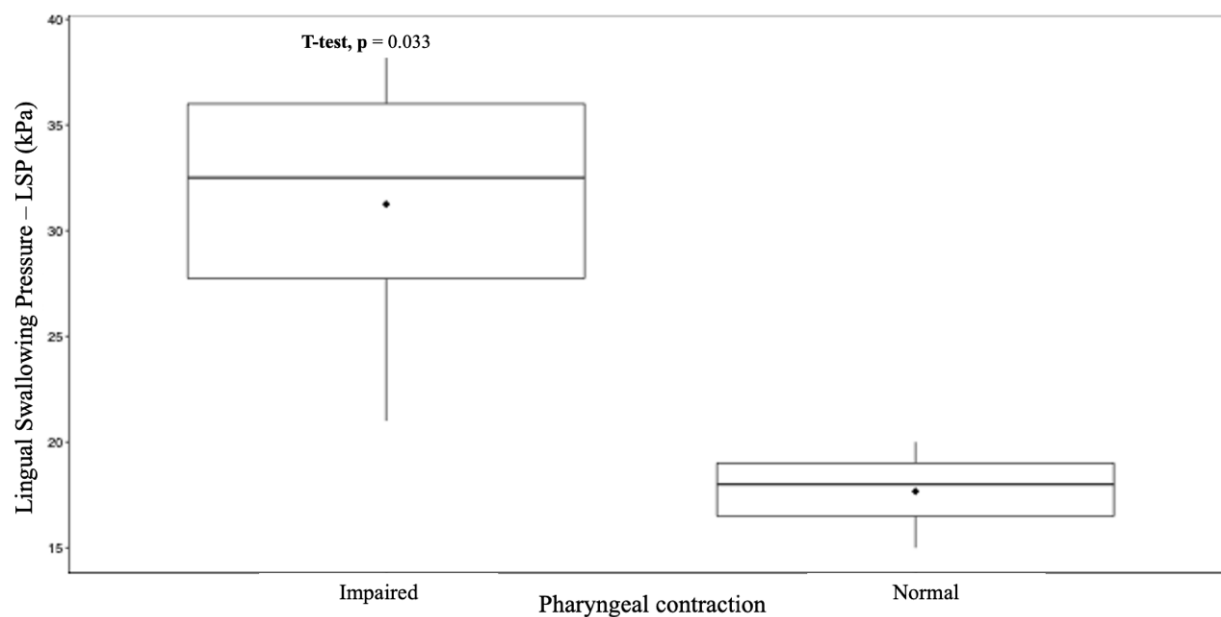


Figure 3. Statistical correlation between lingual swallowing pressures (LSP) and pharyngeal contraction. kPa = kilopascal.

5. CONCLUSÕES

Este é o primeiro estudo em demonstrar uma relação significativa entre a diminuição da pressão de língua e a segurança da deglutição em pacientes com esofagectomia subtotal de longo prazo. A pressão de língua diminuída pode contribuir a diminuição na elevação laríngea, diminuição do movimento epiglótico e aumento do risco de aspiração. Futuros estudos deverão esclarecer se os exercícios de fortalecimento de língua podem diminuir o risco de aspiração nesta população.

6. REFERÊNCIAS

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin* [Internet]. 2021 May [cited 2022 Oct 7];71(3):209–49. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33538338/>
2. D'Journo XB, Thomas PA. Current management of esophageal cancer. *J Thorac Dis*. 2014;6 Suppl 2(Suppl 2).
3. Tincani AJ, Brandalise N, Andreollo NA, Lopes LR, Montes CG, Altemani A, et al. The importance of the upper digestive endoscopy using lugol dye solution for diagnosis of the superficial esophageal cancer and dysplasia in patients with head and neck cancer. *Arq Gastroenterol*. 2000;37(2):107–13.
4. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. ESTIMATIVA 2023: Incidência de câncer no Brasil [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 27]. Available from: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//estimativa-2023.pdf>
5. Tiasto V, Mikhailova V, Gulaia V, Vikhareva V, Zorin B, Kalitnik A, et al. Esophageal cancer research today and tomorrow: Lessons from algae and other perspectives. *AIMS Genet*. 2018 May;5(1):75.
6. Smithers BM, Gotley DC, Martin I, Thomas JM. Comparison of the Outcomes Between Open and Minimally Invasive Esophagectomy. *Ann Surg*. 2007 Feb;245(2):232.
7. Biere SSAY, Van Berge Henegouwen MI, Maas KW, Bonavina L, Rosman C, Garcia JR, et al. Minimally invasive versus open oesophagectomy for patients with oesophageal cancer: a multicentre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet*. 2012;379(9829):1887–92.
8. Gemmill EH, McCulloch P. Systematic review of minimally invasive resection for gastro-oesophageal cancer. *Br J Surg*. 2007 Dec;94(12):1461–7.
9. Nagpal K, Ahmed K, Vats A, Yakoub D, James D, Ashrafian H, et al. Is minimally invasive surgery beneficial in the management of esophageal cancer? A meta-analysis. *Surg Endosc*. 2010;24(7):1621–9.
10. Kaneoka A, Yang S, Inokuchi H, Ueha R, Yamashita H, Nito T, et al. Presentation of oropharyngeal dysphagia and rehabilitative intervention following esophagectomy: a systematic review. *Dis Esophagus* [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2022 Oct 7];31(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29788321/>
11. Nakashima Y, Saeki H, Nakanishi R, Sugiyama M, Kurashige J, Oki E, et al. Assessment of Sarcopenia as a Predictor of Poor Outcomes After Esophagectomy in Elderly Patients With Esophageal Cancer. *Ann Surg* [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2022 Oct 7];267(6):1100–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28437312/>
12. Oguma J, Ozawa S, Ishiyama K, Daiko H. Clinical significance of sarcopenic dysphagia for patients with esophageal cancer undergoing esophagectomy: A review. *Ann Gastroenterol Surg* [Internet]. 2022 [cited 2022 Oct 7]; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ags3.12603>
13. Taioli E, Schwartz RM, Lieberman-Cribbin W, Moskowitz G, van Gerwen M, Flores R. Quality of Life after Open or Minimally Invasive Esophagectomy in Patients With Esophageal Cancer-A Systematic Review. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* [Internet].

- 2017 Feb 3 [cited 2022 Oct 7];29(3):377–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28939239/>
14. Smith DF, Ott DJ, Gelfand DW, Chen MYM. Lower esophageal mucosal ring: correlation of referred symptoms with radiographic findings using a marshmallow bolus. *AJR Am J Roentgenol.* 1998;171(5):1361–5.
 15. Taniguchi H, Aoyagi Y, Matsuo K, Imaeda S, Hirumuta M, Saitoh E. Elicitation of the Swallowing Reflex by Esophageal Stimulation in Healthy Subjects: An Evaluation Using High-Resolution Manometry. *Dysphagia.* 2020 Aug 1;35(4):657–66.
 16. Martin RE, Letsos P, Taves DH, Inculet RI, Johnston H, Preiksaitis HG. Oropharyngeal dysphagia in esophageal cancer before and after transhiatal esophagectomy. *Dysphagia [Internet].* 2001 [cited 2022 Oct 7];16(1):23–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11213243/>
 17. Evangelista LM, Coyle JL. Considerations in Dysphagia Management Following Esophagectomy. *Perspect ASHA Spec Interest Groups.* 2016 Mar 31;1(13):169–76.
 18. Kato H, Miyazaki T, Sakai M, Sano A, Tanaka N, Kimura H, et al. Videofluoroscopic Evaluation in Oropharyngeal Swallowing after Radical Esophagectomy with Lymphadenectomy for Esophageal Cancer. *Anticancer Res.* 2007 Nov 1;27(6C):4249–54.
 19. Okumura T, Shimada Y, Watanabe T, Nakamichi N, Nagata T, Tsukada K. Functional outcome assessment of swallowing (FOAMS) scoring and videofluoroscopic evaluation of perioperative swallowing rehabilitation in radical esophagectomy. *Surg Today [Internet].* 2016 Jun 16 [cited 2022 Oct 7];46(5):543–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26077288/>
 20. Kojima K, Fukushima T, Kurita D, Matsuoka A, Ishiyama K, Oguma J, et al. Perioperative Decrease in Tongue Pressure is an Intervenable Predictor of Aspiration After Esophagectomy. *Dysphagia [Internet].* 2022 Dec 1 [cited 2023 Jan 19];1:1–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00455-022-10541-2>
 21. Yokoi A, Ekuni D, Yamanaka R, Hata H, Shirakawa Y, Morita M. Change in tongue pressure and the related factors after esophagectomy: a short-term, longitudinal study. *Esophagus [Internet].* 2019 [cited 2022 Oct 7];16(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30941604/>
 22. Clark HM, Solomon NP. Age and sex differences in orofacial strength. *Dysphagia [Internet].* 2012 Mar [cited 2022 Oct 7];27(1):2–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21350818/>
 23. Vanderwegen J, Guns C, van Nuffelen G, Elen R, de Bodt M. The influence of age, sex, bulb position, visual feedback, and the order of testing on maximum anterior and posterior tongue strength and endurance in healthy belgian adults. *Dysphagia [Internet].* 2013 Jun [cited 2022 Oct 7];28(2):159–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22983359/>
 24. Steele CM, Cichero JAY. Physiological factors related to aspiration risk: a systematic review. *Dysphagia [Internet].* 2014 [cited 2022 Oct 7];29(3):295–304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24562507/>
 25. Fei T, Polacco RC, Hori SE, Molfenter SM, Peladeau-Pigeon M, Tsang C, et al. Age-related Differences in Tongue-Palate Pressures for Strength and Swallowing Tasks. *Dysphagia.* 2013 Dec;28(4):575.
 26. Butler SG, Stuart A, Leng X, Wilhelm E, Rees C, Williamson J, et al. The Relationship of Aspiration Status With Tongue and Handgrip Strength in Healthy Older Adults. *J*

- Gerontol A Biol Sci Med Sci [Internet]. 2011 Apr [cited 2022 Oct 7];66A(4):452. Available from: /pmc/articles/PMC3107020/
27. Smaoui S, Langridge A, Steele CM. The Effect of Lingual Resistance Training Interventions on Adult Swallow Function: A Systematic Review. *Dysphagia* [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Oct 7];35(5):745–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31612288/>
 28. Benz C, Martella J, Hamwi B, Okereke I. Factors resulting in postoperative dysphagia following esophagectomy: a narrative review. *J Thorac Dis*. 2021 Jul 1;13(7):4511.
 29. Yuen MTY, Tsang RK, Wong IYH, Chan DKK, Chan FSY, Law SYK. Long-term pharyngeal dysphagia after esophagectomy for esophageal cancer-an investigation using videofluoroscopic swallow studies. *Dis Esophagus* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2022 Oct 7];32(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30085000/>
 30. Atkins BZ, Shah AS, Hutcheson KA, Mangum JH, Pappas TN, Harpole DH, et al. Reducing hospital morbidity and mortality following esophagectomy. *Annals of Thoracic Surgery*. 2004;78(4):1170–6.
 31. Palmer PM, Padilla AH. Risk of an Adverse Event in Individuals Who Aspirate: A Review of Current Literature on Host Defenses and Individual Differences. *Am J Speech Lang Pathol*. 2022 Jan 1;31(1):148–62.
 32. Cavallazzi R, Vasu TS, Marik PE. Aspiration Pneumonitis and Aspiration Pneumonia. *Perspectives on Swallowing and Swallowing Disorders (Dysphagia)*. 2009 Mar;18(1):25–33.
 33. Lee SY, Cheon HJ, Kim SJ, Shim YM, Zo JI, Hwang JH. Clinical predictors of aspiration after esophagectomy in esophageal cancer patients. *Support Care Cancer*. 2016 Jan 1;24(1):295–9.
 34. Smaoui S, Peladeau-Pigeon M, Mancopes R, Sutton D, Richardson D, Steele CM. Profiles of Swallowing Impairment in a Cohort of Patients With Reduced Tongue Strength Within 3 Months of Cerebral Ischemic Stroke. *J Speech Lang Hear Res*. 2022 Jul 1;65(7):2399–411.
 35. Belafsky PC, Mouadeb DA, Rees CJ, Pryor JC, Postma GN, Allen J, et al. Validity and reliability of the Eating Assessment Tool (EAT-10). *Ann Otol Rhinol Laryngol* [Internet]. 2008 [cited 2022 Oct 7];117(12):919–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19140539/>
 36. Gonçalves MIR, Remaili CB, Behlau M. Cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the Eating Assessment Tool - EAT-10. *Codas* [Internet]. 2013 Dec 16 [cited 2022 Oct 7];25(6):601–4. Available from: <http://www.scielo.br/j/codas/a/QYqVrkLzCxDbZmdCVhwxSyK/?lang=en>
 37. Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, Castell DO, Schleicher M, Sandridge J, et al. MBS measurement tool for swallow impairment--MBSImp: establishing a standard. *Dysphagia* [Internet]. 2008 [cited 2022 Oct 7];23(4):392–405. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18855050/>
 38. Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, Coyle JL, Wood JL. A penetration-aspiration scale. *Dysphagia* [Internet]. 1996 [cited 2022 Oct 7];11(2):93–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8721066/>
 39. Clark HM. Specificity of training in the lingual musculature. *J Speech Lang Hear Res* [Internet]. 2012 Apr 1 [cited 2022 Oct 7];55(2):657–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22215031/>
 40. Peladeau-Pigeon M, Steele CM. Age-Related Variability in Tongue Pressure Patterns for Maximum Isometric and Saliva Swallowing Tasks. *J Speech Lang Hear Res*

- [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2022 Oct 7];60(11):3177–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29114767/>
41. Gingrich LL, Stierwalt JAG, Hageman CF, LaPointe LL. Lingual propulsive pressures across consistencies generated by the anteromedian and posteromedian tongue by healthy young adults. *J Speech Lang Hear Res* [Internet]. 2012 Jun 1 [cited 2022 Oct 7];55(3):960–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22232400/>
 42. Gandhi P, Plowman EK, Steele CM. Comparison of Lingual Pressure Generation Capacity in Parkinson Disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis, and Healthy Aging. *Am J Speech Lang Pathol*. 2022 Jul 1;31(4):1845–53.
 43. Martin-Harris B, Jones B. The videofluorographic swallowing study. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2008 Nov;19(4):769–85.
 44. Péladeau-Pigeon M, Steele C. Aspects of a Videofluoroscopic Swallowing Study Aspects techniques de l' étude vidéofluoroscopique de la déglutition. 2013;
 45. Baraçal-Prado ACC, de Lima DP, Mourão LF, Crespo AN, Martin-Harris B, Davidson K, et al. Translation into Brazilian Portuguese and Cultural Adaptation of the Component Scores Definition from the Modified Barium Swallow Impairment Profile (MBSImPTM). *Codas*. 2021;33(6):1–16.
 46. Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, Castell DO, Schleicher M, Sandidge J, et al. MBS measurement tool for swallow impairment--MBSImp: establishing a standard. *Dysphagia* [Internet]. 2008 [cited 2022 Jul 3];23(4):392–405. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18855050/>
 47. Martin-Harris B, McFarland D, Hill EG, Strange CB, Focht KL, Wan Z, et al. Respiratory-swallow training in patients with head and neck cancer. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015 May 1;96(5):885–93.
 48. Borders JC, Brates D. Use of the Penetration-Aspiration Scale in Dysphagia Research: A Systematic Review. *Dysphagia*. 2020 Aug 1;35(4):583–97.
 49. Steele CM, Grace-Martin K. Reflections on Clinical and Statistical Use of the Penetration-Aspiration Scale. *Dysphagia*. 2017 Oct 1;32(5):601–16.
 50. Moretin PA, Bussab W de O. Estatística básica /. Saraiva,; 2017.
 51. World Medical Association. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects – WMA – The World Medical Association [Internet]. 2004 [cited 2022 Oct 8]. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
 52. Conselho Nacional de Saúde. Normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos: Ministério da Saúde [Internet]. 1996 [cited 2022 Oct 8]. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1996/res0196_10_10_1996.html

7. ANEXOS

Anexo 1: Protocolo de avaliação indireta da deglutição

Data: ____/____/____

Nome: _____ Idade: _____ HC: _____
 Doença de base: _____ Acompanhante: _____ Idade: _____
 Outras comorbidades: () HAS () DM () DPOC () ICC () IAM () Etilista () Tabagista
 Via de alimentação: () SNE () Gastrostomia () Mista () VO Dieta: _____
 Peso: _____ Modificações na quantidade ou volume da alimentação: () Não () Sim Quais: _____
 Emagrecimento: () Sim () Não _____ Kg Período (dias/meses): _____ Desidratação: () Sim () Não
 Respiração: () Ar ambiente () TQT plástica – Cuff _____ () TQT metálica () Cateter de O₂/Máscara
 Paciente independente: () Sim () Não Cadeirante: () Sim () Não Paciente se alimenta sozinho: () Sim () Não
 Déficit motor: () Sim () Não Qual(is): _____
 Fonoterapia: () Sim – Frequência: _____ () Não Fisioterapia: () Sim – Frequência: _____ () Não
 Acompanhamento Nutricionista: () Sim – Frequência: _____ () Não

Condição linguístico-cognitiva:

Vigil: () Sim () Não Orientado: () Sim () Não Atento: () Sim () Não
 Cooperativo: () Sim () Não () Assistemático Boa compreensão: () Sim () Não
 Afasia: () Sim () Não Disartria/Apraxia: () Sim () Não Paralisia Facial: () Sim () Não
 Alteração cognitiva: () Sim () Não Qual: _____

AVALIAÇÃO INDIRETA DA DEGLUTIÇÃO

Higiene oral: () Boa () Regular () Ruim Dentição: () Ausente () Total () Parcial
 Prótese: () Superior () Inferior () Ausente Adaptação da prótese: () Boa () Ruim
 Xerostomia: () Sim () Não Odinofagia: () Sim () Não _____
 Anomalias estruturais orofaringolaríngeas: () Não () Sim Descreva: _____

 Assinatura do Avaliador

Anexo 2: Eating Assessment Tool - EAT- 10. Versão brasileira

Anexo 1. Instrumento para identificação do risco de disfagia

Instrumento de Autoavaliação da Alimentação (EAT-10)

Data: _____

Prontuário: _____

Nome: _____

Peso: _____ Altura: _____

Fale sobre seu problema de engolir.

Liste todos os exames de deglutição que você fez (data e resultados).

O quanto essas situações são um problema para você?

Marque o melhor número para o seu caso.

	0 = não é um problema		4 = é um problema muito grande		
1. Meu problema para engolir me faz perder peso.	0	1	2	3	4
2. Meu problema para engolir não me deixa comer fora de casa.	0	1	2	3	4
3. Preciso fazer força para beber líquidos.	0	1	2	3	4
4. Preciso fazer força para engolir comida (sólidos).	0	1	2	3	4
5. Preciso fazer força para engolir remédios.	0	1	2	3	4
6. Dói para engolir.	0	1	2	3	4
7. Meu problema para engolir me tira o prazer de comer.	0	1	2	3	4
8. Fico com comida presa/entalada na garganta.	0	1	2	3	4
9. Eu tusso quando como.	0	1	2	3	4
10. Engolir me deixa estressado.	0	1	2	3	4
Total EAT-10					

Anexo 3: Modified Barium Swallow Impairment Profile

EXAME DE VIDEOFLUOROSCOPIA DA DEGLUTIÇÃO

Protocolo adaptado de Martin-Harris (2008)

• **VISTA LATERAL**

1. LÍQUIDO FINO: 5ml (colher) e gole simples no copo
2. NÉCTAR: 5ml (colher) e gole simples no copo
3. MEL: 5ml (colher)
4. PUDIM: 5ml (colher)
5. LÍQUIDO FINO: gole simples no copo
6. SÓLIDO: ½ pedaço de bolacha 1 "x 1" x .25 " revestido com 3ml de consistência pudim

• **VISTA ANTERO-POSTERIOR**

1. NÉCTAR: 5ml (colher)
2. PUDIM: 5ml (colher)

Componentes avaliados (graus):

• **Componente 1 - Vedamento labial**

- 0 = Ausência de escape labial
- 1 = Escape interlabial; sem progressão para a porção anterior dos lábios
- 2 = Escape através do espaço interlabial ou junção lateral; sem extensão além da borda vermelhada
- 3 = Escape progredindo para o meio do queixo
- 4 = Escape além do meio do queixo

• **Componente 2 - Controle da língua durante a manutenção do bolo em cavidade oral**

- 0 = Bolo selado de forma coesa entre a língua e o palato
- 1 = Escape para as laterais da cavidade oral/assoalho da boca
- 2 = Escape posterior de menos da metade do bolo
- 3 = Escape posterior de mais da metade do bolo

• **Componente 3 - Preparação do bolo/mastigação**

- 0 = Mastigação e trituração oportuna e eficiente
- 1 = Mastigação / mastigação prolongada lenta com reunião completa
- 2 = Mastigação / trituração desorganizada, com pedaços sólidos de bolo não triturados
- 3 = Mastigação/trituração mínima, com a maioria do bolo não triturado

• **Componente 4 - Transporte do bolo/movimentação de língua**

- 0 = Movimento rápido da língua

- 1 = Retardo no início do movimento da língua
- 2 = Movimento lento da língua
- 3 = Movimento repetitivo/desorganizado da língua
- 4 = Movimento mínimo ou ausência de movimento da língua

● **Componente 5 - Resíduo oral**

- 0 = Ausência de resíduos
- 1 = Traço de resíduos sob as estruturas orais
- 2 = Coleção de resíduos sob as estruturas orais
- 3 = Maioria do bolo restante
- 4 = Limpeza mínima ou ausência de limpeza

● **Componente 6- Início de fase faríngea**

- 0 = Cabeça do bolo no ângulo posterior do ramo mandibular (primeira excursão do hioide)
- 1 = Cabeça do bolo em valécula
- 2 = Cabeça do bolo na superfície laríngea da epiglote
- 3 = Cabeça do bolo em seios piriformes
- 4 = Início não visível em qualquer localização

● **Componente 7- Elevação do palato mole**

- 0 = Ausência de bolo entre o palato mole e a parede faríngea
- 1 = Traço de ar ou contraste entre palato mole e parede faríngea
- 2 = Escape de bolo para nasofaringe
- 3 = Escape de bolo para a cavidade nasal
- 4 = Escape para a narina com/sem emissão

● **Componente 8- Elevação laríngea**

- 0 = Movimento superior completo da cartilagem tireoidiana com aproximação completa dos aritenoides ao pecíolo epiglótico
- 1 = Movimento parcial da cartilagem tireoidiana / aproximação parcial dos aritenoides ao pecíolo epiglótico
- 2 = Movimento mínimo de cartilagem tireoidiana com aproximação mínima de aritenoides ao pecíolo epiglótico
- 3 = Nenhum movimento superior da cartilagem tireoidiana

● **Componente 9- Excursão anterior do hioide**

- 0 = Movimento anterior completo
- 1 = Movimento anterior parcial
- 2 = Nenhum movimento anterior

- **Componente 11 - Fechamento do vestíbulo laríngeo - momento da deglutição**

0 = Completo; sem ar/contraste no vestíbulo laríngeo

1 = Incompleto; coluna estreita de ar/contraste no vestíbulo laríngeo

2 = Nenhum; ampla coluna de ar/contraste no vestíbulo laríngeo

- **Componente 12- Onda faríngea**

0 = Presente - completa

1 = Presente - diminuída

2 = Ausente

- **Componente 13—Contração faríngea (APENAS VISÃO ANTERIOR)**

0 = Completa

1 = Incompleta (pseudodivertículo)

2 = Abaulamento unilateral

3 = Abaulamento bilateral

- **Componente 14—Abertura do segmento faringoesofágico**

0 = Distensão e duração completas; sem obstrução do fluxo

1 = Distensão/duração parciais; obstrução parcial do fluxo

2 = Distensão/duração mínimas; obstrução marcada do fluxo

3 = Nenhuma distensão, com obstrução total do fluxo

- **Componente 15 — Retração da base da língua**

0 = Nenhum contraste entre base da língua e parede posterior da faringe

1 = Traço de contraste entre base da língua e parede posterior da faringe

2 = Estreita coluna de contraste entre base da língua e parede posterior da faringe

3 = Ampla coluna de contraste entre base da língua e parede posterior da faringe

4 = Nenhum movimento posterior visível da base de língua

- **Componente 16 — Resíduo faríngeo**

0 = Limpeza completa da faringe

1 = Traço de resíduos dentro ou sobre as estruturas faríngeas

2 = Coleção de resíduos dentro ou sobre as estruturas faríngeas

3 = Maioria do contraste dentro ou sobre as estruturas faríngeas

4 = Limpeza mínima ou ausência de limpeza

Observações:

Anexo 4: Escala de Penetração e Aspiração (Rosembeck et al, 1996)

Categoria	Nível	Descrição
	1	Contraste não entra em via aérea.
Penetração	2	Contraste entra até acima das pregas vocais, sem resíduo.
	3	Contraste permanece acima das pregas vocais, resíduo visível.
	4	Contraste atinge pregas vocais, sem resíduo.
	5	Contraste atinge pregas vocais, resíduo visível.
Aspiração	6	Contraste passa o nível glótico, mas não há resíduo no nível subglótico.
	7	Contraste passa o nível glótico com resíduo no nível subglótico, apesar de o paciente responder.
	8	Contraste passa a glote com resíduo na subglote, mas o paciente não responde.

Anexo 5: Parecer do Comitê de Ética

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação tardia da pressão de língua e deslocamento do osso hioide durante a deglutição após esofagectomia

Pesquisador: José Alfonso Vergara Herazo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 26424319.1.0000.5404

Instituição Proponente: Hospital de Clínicas da UNICAMP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.847.683

Anexo 6: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: Avaliação tardia da pressão de língua e deslocamento do osso hióide durante a deglutição após esofagectomia.

Pesquisador Responsável: Jose Alfonso Vergara Herazo, Nelson Adami Andreollo e Alfio José Tincani.

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar desta pesquisa. Este documento, tem como objetivo garantir seus direitos como participante. Ele é elaborado em duas cópias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houverem perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá perguntar para o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de prejuízo se você não aceitar participar ou desistir de participar da pesquisa em qualquer momento.

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: Os motivos que nos levam a estudar o ato de engolir (conhecido como deglutição) e a pressão de língua (força de língua) em pacientes esofagectomizados são: as modificações no ato de engolir após a cirurgia com frequência ajudam no desenvolvimento de complicações pulmonares como pneumonia aspirativa e a falta de estudos que analisem essa dificuldade e correlacionem ela com a força de pressão da língua são escassos. Os resultados deste estudo ajudarão na compreensão dessas mudanças pós-cirúrgicas. O objetivo é estudar o ato de engolir, usando os dados coletados durante a avaliação da deglutição (exame de videofluoroscopia da deglutição) e correlacionar esses resultados com a pressão de língua.

PROCEDIMENTOS: Participando do estudo está sendo convidado a realizar uma avaliação na qual serão feitas algumas perguntas a respeito de sua saúde geral, da sua nutrição e sobre o ato de engolir. Essa avaliação não será gravada.

Em seguida você será submetido a dois procedimentos:

- Videofluoroscopia da deglutição: Exame realizado em uma cabine de raio X, feito por médico radiologista e a pesquisador. Nesse exame, você irá engolir bolacha, espessante alimentar e água dissolvida em contraste de bário. Esse exame será gravado em áudio e vídeo em formato digital, para que seja analisado pelo pesquisador. Os arquivos serão armazenados com identificação apenas de suas iniciais e número de registro do Hospital das Clínicas, em serviço privado online.

- IOPI: Este exame será realizado no gastrocentro da Unicamp, após a videofluoroscopia da deglutição. Neste exame, será avaliado a força de língua. Para fazer o exame, será introduzido dentro de sua boca, um dispositivo de plástico, flexível e você deve conforme as instruções do avaliador, pressionar o dispositivo com o auxílio da língua, contra o céu da boca.

Os procedimentos serão realizados num dia só e terá duração máxima de uma hora.

DESCONFORTOS E RISCOS: Você não deve participar desse estudo se apresentar: Antecedentes de doenças neurológicas como AVC, Parkinson, Alzheimer, Esclerose Lateral Amiotrófica, histórico de cirurgias na região de cabeça e pescoço ou cirurgias do aparelho digestivo diferente à esofagectomia, gastrostomia e/ou jejunostomia (porém você não pode estar fazendo uso atualmente de nenhuma destas vias de alimentação); acidentes ou outros traumatismos em região de cabeça e pescoço; internação recente (há menos de 2 semanas), uso de traqueostomia ou via alternativa de alimentação; história prévia de alergia alimentar; história prévia de alergia ao reagente utilizado (sulfato de bário).

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Videofluoroscopia da deglutição: A realização do procedimento pode trazer possíveis desconfortos e riscos, como incômodo intestinal (prisão de ventre) e exposição a radiação. Antes da realização do procedimento você será informado sobre esses possíveis desconfortos e os cuidados necessários após o exame (não ingerir bebidas gaseificadas ou alcoólicas durante

dois dias e tomar bastante água). Caso seja necessário, o procedimento poderá ser interrompido a qualquer momento caso você peça, mesmo durante o exame. Para reduzir os riscos, o exame de videofluoroscopia terá duração máxima de 5 minutos, conforme indicado pela literatura. Além disso, você pode engasgar ou broncoaspirar o alimento ofertado durante a realização do exame, para isso a equipe de pesquisa estará treinada, oferecendo a ajuda necessária. Caso você apresente alguma complicação não prevista durante a realização do estudo a equipe responsável e o hospital irão se responsabilizar pelo tratamento necessário.

Iowa Oral Performance Instrument (IOP): Durante a realização do procedimento pode haver desconforto em ficar com o dispositivo dentro da boca, neste caso, se for necessário, o exame poderá ser interrompido a qualquer momento. Para reduzir o desconforto, será ofertado água caso necessário.

BENEFÍCIOS: A sua participação na pesquisa tem como benefício imediato a avaliação do ato de engolir, os fonoaudiólogos realizarão orientações que podem auxiliar na alimentação e reduzir possíveis riscos relacionados a dificuldade em engolir, como engasgos e passagem de alimentos para o pulmão. Além disso, a sua participação permitirá compreender melhor a correlação entre a dificuldade de deglutição e a pressão de língua após esofagectomia.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: Os participantes que apresentarem dificuldades para se alimentar serão orientados e suas queixas serão monitoradas no Ambulatório de Gastrocirurgia do Gastrocentro, mesmo após o encerramento ou interrupção da pesquisa. Caso haja necessidade, poderá haver encaminhamento ao fonoaudiólogo, médicos, nutricionistas, fisioterapeutas ou psicólogos de outros serviços. Se o participante apresentar qualquer evento adverso tem direito a assistência e acompanhamento gratuito, imediato e pelo tempo necessário.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será orientado(a) sobre a pesquisa sempre que desejar. Você é livre para recusar-se a participar ou interromper sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e em caso de recusa ou desistência em participar, você não irá sofrer nenhuma penalidade.

Você não será identificado em nenhum momento durante ou após a pesquisa, sua identidade será mantida em sigilo. Após a avaliação e análise do exame de videofluoroscopia e ressonância magnética funcional, uma cópia dos resultados dos exames e eventuais relatórios serão entregues pessoalmente ou via email para todos participantes da pesquisa. Caso você já faça algum acompanhamento no Gastrocentro ou no Hospital das Clínicas da Unicamp, os relatórios e resultados serão incluídos no seu prontuário.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A sua participação na pesquisa não irá exigir nenhum gasto adicional, pois o exame de videofluoroscopia será realizado quando já houver consulta ambulatorial agendada no Gastrocentro. Portanto, nesse caso, não haverá nenhuma forma de reembolso e nenhum tipo de ressarcimento. Se você foi convidado para comparecer num dia diferente ao dia da sua consulta ambulatorial, então, o pesquisador será responsável pelas suas despesas. Neste caso, o ressarcimento será feito em dinheiro, no dia do seu comparecimento e irá corresponder apenas as despesas de deslocamento relacionados à participação exclusiva na pesquisa e que você não teria se não participasse. Este item não se aplica aos custos que você já tem na rotina do atendimento ambulatorial no hospital. Você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

CONTATO: Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Jose Alfonso Vergara Herazo por meio do telefone (19) 991473751 ou email: josevergaraherazo12@gmail.com. Alfio José Tincani por meio do telefone (19) 99113-0007 ou email: alfio@tincani.net. Nelson Adami Andreollo por meio do email: nandreollo@hotmail.com. Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unicamp das 8:30hs às 11:30hs e das 13:00hs às 17:00hs na Rua: Tessália

Vieira de Camargo, 126; CEP: 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936 ou (19) 3521-7187; e-mail cep@fcm.unicamp.br.

O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP): o papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre a proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que este possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante: _____

Contato telefônico: _____

E-mail (opcional): _____

_____, Data: ____/____/____

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR: Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

_____, Data: ____/____/____

(Assinatura do pesquisador)