**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

GIÉDRE BERRETIN-FELIX

**Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na função de
deglutição em jovens e idosos saudáveis**

**BAURU
2011**

GIÉDRE BERRETIN-FELIX

**Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na função de
deglutição em jovens e idosos saudáveis**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo como parte das exigências para o Concurso Público de Títulos e Provas visando a obtenção do Título de Livre-Docência, junto ao Departamento de Fonoaudiologia, Disciplina de Motricidade Orofacial.

**BAURU
2011**

B458e Berretin-Felix, Giédre
Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na
função de deglutição em jovens e idosos saudáveis /
Giédre Berretin-Felix. – Bauru, 2011.
117p. : il. ; 30cm.

Tese Livre Docência – Faculdade de Odontologia
de Bauru. Universidade de São Paulo.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta tese, por processos
fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Institutional Review Board – University of Florida
Protocolo nº: 77-2010
Data: 03/06/2010

FINANCIAMENTO

A coleta dos dados apresentados nesta tese foi possibilitada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Bolsa de Pesquisa no Exterior - processo FAPESP 2009/16188-3.

DEDICATÓRIA

Ao meu filho **Gabriel**, presente que o Pai Celestial me enviou, e aos meus amados pais **Deonildo** e **Maura**, dedico a concretização deste trabalho.

*“Sem Deus não há vida, sem família não há base e sem amigos
não há mundo colorido”*

Verena

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*"Há homens que lutam um dia - e são bons.
Há outros que lutam um ano - e são melhores.
Há aqueles que lutam muitos anos - e são muito bons.
Porém existem aqueles que lutam toda uma vida - estes são os imprescindíveis."*

Bertold Brecht

Ao **Pai Celestial**, pela dádiva da vida e do amor...

Aos meus queridos pais, **Deonildo Berretin** e **Maura Slompo Berretin**, cuja presença, amparo e apoio constantes sustentaram cada uma das etapas da minha trajetória profissional.

Ao **Gabriel Berretin Felix**, filho amado, alegria da minha existência, a quem deixo como exemplo o desejo de sonhar, acreditar e a capacidade de lutar intensamente pelos ideais.

Ao **Rodolfo Felix**, pelo apoio, companheirismo e sonhos comuns compartilhados durante parte de nossas vidas.

Aos queridos amigos **Isabel** e **Paulo Zanferrari**, pelo amparo espiritual, auxílio e presença constantes em minha vida, em especial nos momentos difíceis.

Ao querido e admirado mestre **Dr. Alceu Sérgio Trindade Junior**, a quem serei sempre grata pela herança do amor à fisiologia humana.

À **Katia Flores Genaro**, querida mestre e amiga, cuja participação e auxílio em todas as fases importantes de minha vida pessoal e profissional jamais poderei retribuir.

À **Alcione Ghedini Brasolotto**, exemplo de grandiosidade e serenidade, agradeço as oportunidade, bem como todo apoio e carinho dispensados sempre.

À **Wanderléia Quinhoneiro Blasca**, pela disponibilidade em auxiliar sempre, em especial pelo carinho e competência com que conduziu o grupo PET-Fonoaudiologia no período da minha ausência.

À **Simone Rocha de Vasconcelos Hage**, pela amizade, carinho e possibilidade de condução de sonhos conjuntos.

Ao querido amigo **Carlos Ferreira dos Santos**, cuja capacidade de concretizar feitos grandiosos, beneficiando aqueles que estão à sua volta o torna acima de tudo, especial e único. Muito obrigada.

Ao **Dr. Michael A. Crary** e **Dra. Gisele Carnaby-Mann**, por todo aprendizado proporcionado e confiança em mim para o desenvolvimento de um trabalho tão grandioso junto ao Laboratório de Pesquisa em Deglutição, da Universidade da Flórida.

Ao fonoaudiólogo **Isaac Sia**, pelo companheirismo e auxílio na realização dos exames de manometria.

À fonoaudióloga **Lisa Lagorio**, querida amiga, cuja prontidão em auxiliar tornou possível meu processo de adaptação profissional e pessoal (individual e familiar) em outro país.

Aos **participantes do estudo**, que voluntariamente aceitaram se submeter aos exames propostos com o intuito de contribuir para futuras aplicações da modalidade de tratamento testada.

Aos engenheiros **José Roberto Pereira Lauris** e **Manoel Henrique Salgado**, pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados.

Aos meus **alunos**, pela possibilidade de aprendizado conjunto e a alegria em propiciar benefícios à qualidade de vida dos pacientes que nos confiam a condução do processo de reabilitação.

Às minhas queridas **mestrandas e doutorandas**, pelos sonhos conjuntos, carinho, amizade, dedicação, prontidão em auxiliar sempre e, em especial, pela oportunidade de poder ensinar e aprender.

Às minhas **orientandas “Petianas”**, pela convivência que permite a construção coletiva de histórias de vida pessoais e profissionais. Agradeço, ainda, pela seriedade com que assumiram a ousada proposta de melhorar o ensino na graduação.

AGRADECIMENTOS

“Lembre-se da sabedoria da água: ela nunca discute com seus obstáculos, ela simplesmente os contorna”.

Mestre Ariévlis

Aos meus **familiares e amigos pessoais**, que direta ou indiretamente contribuíram para essa importante conquista.

Às **secretárias e funcionários do Departamento de Fonoaudiologia**, agradeço o carinho e brilhantismo com o qual executam tantas tarefas que nos dão suporte.

Ao **Rubens Kazuo Kato**, pela prontidão em auxiliar no design gráfico da figura utilizada neste trabalho.

Aos **amigos de trabalho**, docentes do Departamento de Fonoaudiologia da FOB/USP, exemplos de competência, seriedade e amor ao trabalho.

À **Maria Inês Pegoraro-Krook**, pelo exemplo e incentivo na concretização de sonhos grandiosos.

À **Maria Aparecida Miranda de Paula Machado**, pela empatia e carinho despendidos constantemente.

À **Dionísia Aparecida Cusin Lamônica**, pelo exemplo profissional e humano.

À **Deborah Viviane Ferrari**, minha admiração pela capacidade e competência. Agradeço a amizade e o apoio constantes.

Ao **grupo CoC-Fonoaudiologia**, pelo que construímos juntos e pelo muito que ainda há a ser construído em prol do curso de Fonoaudiologia.

À **Dra. Mariza Ribeiro Feniman**, pelo apoio e incentivo ao crescimento profissional e pessoal em sua gestão administrativa.

Aos diretores desta escola, **Dr. José Carlos Pereira** e **Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado** pelo apoio incondicional aos docentes desta casa na realização de nossos projetos.

RESUMO

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem sido considerada uma modalidade coadjuvante no tratamento das disfagias orofaríngeas. Muitas questões existem a esse respeito, incluindo candidatos apropriados, localização dos eletrodos, amplitude de estimulação e mudanças fisiológicas resultantes da aplicação. Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito imediato de distintas amplitudes de EENM na fisiologia da deglutição em indivíduos saudáveis, considerando diferentes volumes e consistências de alimentos, bem como o processo de envelhecimento. Para isso foi aplicada estimulação sensorial, motora e ausente, comparando jovens e idosos. Foram avaliados 34 indivíduos, sendo 20 jovens (20 a 30 anos) e 14 idosos (60 a 79 anos). Cada participante foi solicitado a deglutir líquido fino, líquido engrossado e pudim em volumes de 5ml, 10ml e 20ml em cada um dos três níveis de EENM. Medidas fisiológicas incluíram pressão da língua contra o palato duro, manometria faríngea e função respiratória. Os dados quantitativos foram submetidos à análise multivariada a quatro critérios, bem como à análise de variância a dois critérios, seguidas do teste de Tukey, enquanto às variáveis qualitativas foi aplicado o teste qui-quadrado. Os resultados demonstraram que diferentes níveis de EENM diminuíram as pressões da região anterior da língua para jovens e idosos, enquanto as pressões medidas em região média e posterior foram reduzidas no grupo de jovens. Para os idosos a função em orofaringe e hipofaringe foi influenciada pelo nível motor de EENM, enquanto o esfíncter esofágico superior respondeu à estimulação sensorial. Por fim, o nível motor resultou em aumento da duração da apnéia da deglutição em ambos os grupos. Estes achados indicaram que diferentes níveis de EENM influenciaram de forma distinta as fases oral e faríngea da deglutição. A influência da idade dos participantes, volume e consistência do alimento na fisiologia da deglutição também foi demonstrada.

Palavras-Chave: Deglutição. Fenômenos Fisiológicos Oraís e do Sistema Digestório. Terapia por Estimulação Elétrica. Envelhecimento.

ABSTRACT

Effects of neuromuscular electrical stimulation on swallowing function in young and elderly healthy individuals

The neuromuscular electrical stimulation (NMES) has been considered an adjunctive modality in the treatment of oropharyngeal dysphagia. There are many questions in this regard, including appropriate candidates, location of electrodes, amplitude of stimulation and physiological changes resulting from NMES application. This study aimed to verify the immediate effect of distinct amplitudes of NMES in the physiology of swallowing in healthy subjects, considering different volumes and consistencies of foods, as well as the aging process. For this purpose, sensory, motor and no stimulation were applied, comparing young and old volunteers. A total of 34 subjects were evaluated, being 20 young (20 to 30 years) and 14 elderly (60 to 79 years). Each participant was asked to swallow thin, thickened liquid, and pudding in volumes of 5ml, 10ml, and 20ml in each of the three levels of NMES. Physiological measurements included tongue pressure against the hard palate, pharyngeal manometry and respiratory function. Quantitative data were submitted to four-way multivariate analysis, as well as two-way analysis of variance, followed by Tukey test, while the qualitative variables were analyzed by the chi-square test. The results showed that different levels of NMES decreased anterior tongue pressures in young and old participants, while the pressures measured on middle and posterior tongue regions were reduced in the young group. For elderly participants, the function in the oropharynx and hypopharynx was influenced by the motor level of NMES, while the upper esophageal sphincter responded to sensory stimulation. Finally, the motor level increased the duration of swallowing apnea in both groups. These findings showed that different levels of NMES influenced the oral and pharyngeal phases of swallowing differently. The influence of age of the participants, volume and consistency of food on the physiology of swallowing was also demonstrated.

Keywords: Swallowing. Digestive System and Oral Physiology. Electrical Stimulation Therapy. Aging.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 -	Esquema ilustrativo do posicionamento dos eletrodos utilizado para a EENM neste estudo.....	43
-------------------	---	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Apresentação dos valores da média e desvio padrão (DP) encontrados para os indivíduos jovens e idosos, considerando os níveis de estimulação (em mA) sensorial e motora aplicados...	49
Tabela 2 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) gerada durante o contato da região anterior da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	51
Tabela 2a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região anterior da língua.....	51
Tabela 2b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região anterior da língua.....	51
Tabela 3 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da região anterior da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	52
Tabela 3a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região anterior da língua.....	52
Tabela 3b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da pressão medida em região anterior da língua.....	52

Tabela 4 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) gerada durante o contato da região média da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	54
Tabela 4a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região média da língua.....	54
Tabela 4b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região média da língua.....	54
Tabela 5 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da região média da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	55
Tabela 5a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região média da língua.....	55
Tabela 6 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico de pressão (em mmHg) gerada durante o contato da região posterior da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	57
Tabela 6a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região posterior da língua.....	57

Tabela 6b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região posterior da língua.....	57
Tabela 7 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da região posterior da língua contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	58
Tabela 7a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região posterior da língua.....	58
Tabela 8 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) medido em orofaringe (base da língua) , para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	60
Tabela 8a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região de base da língua.....	60
Tabela 9 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão medida em orofaringe (base da língua) , para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	61
Tabela 9a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região de base da língua.....	61

Tabela 9b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da pressão medida em região de base da língua.....	61
Tabela 10 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) medida em Hipofaringe , para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	63
Tabela 10a -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região de hipofaringe.....	63
Tabela 11 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) medida em Hipofaringe , para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	64
Tabela 11a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em hipofaringe.....	64
Tabela 12 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) da onda E , para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10 e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	66
Tabela 12a -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação a dois critérios em relação ao pico da pressão da onda E.....	66

Tabela 13 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos em relação ao Pico da Pressão Negativa (em mmHg), para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10 e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)...	68
Tabela 13a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão negativa.....	68
Tabela 14 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico (em mmHg) da onda C para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	70
Tabela 15 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da onda C para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	71
Tabela 15a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida na onda C..	71
Tabela 16 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o Tempo de Relaxamento do EES (em segundos) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	73
Tabela 16a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao tempo de relaxamento do EES.....	73
Tabela 16b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao tempo de relaxamento do EES.....	73

Tabela 17 -	Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a Duração da Apnéia da Deglutição (em segundos) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	75
Tabela 17a -	Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da apnéia da deglutição.....	75
Tabela 17b -	Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da apnéia da deglutição.....	75
Tabela 18 -	Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes Padrões Respiratórios antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	77
Tabela 18a-	Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 5ml.....	77
Tabela 19 -	Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes Padrões Respiratórios antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 10ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	78
Tabela 19a -	Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 10ml.....	78

Tabela 20 -	Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes Padrões Respiratórios antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD).....	79
Tabela 20a -	Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 20ml.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVE	Acidente Vascular Encefálico
BL	Base de Língua
DP	Desvio Padrão
DSW	<i>Digital Swallowing Workstation</i>
E/E	Expiração-Deglutição-Expiração
E/I	Expiração-Deglutição-Inspiração
EENM	Estimulação Elétrica Neuromuscular
EES	Esfíncter Esofágico Superior
HIPO	Hipofaringe
I/E	Inspiração-Deglutição-Expiração
I/I	Inspiração-Deglutição-Inspiração
LE	Líquido Engrossado
LF	Líquido Fino
mA	Miliampère
mmHg	Milímetros de Mercúrio
PD	Pudim
PPN	Pico de Pressão Negativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR	27
2.2	ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR E DEGLUTIÇÃO OROFARÍNGEA	28
3	PROPOSIÇÃO	35
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	39
4.1	ASPECTOS ÉTICOS	41
4.2	CASUÍSTICA	41
4.3	PROCEDIMENTOS	42
4.3.1	Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM)	42
4.3.2	Volumes e Consistências	43
4.3.3	Digital Swallowing Workstation	43
4.3.3.1	Pressão da língua contra o palato	44
4.3.3.2	Manometria faríngea	44
4.3.3.3	Respiração	46
4.4	ANÁLISE DOS DADOS	46
5	RESULTADOS	47
5.1	PRESSÃO DA LÍNGUA CONTRA O PALATO	50
5.2	MANOMETRIA FARÍNGEA	59
5.3	RESPIRAÇÃO	74
6	DISCUSSÃO	81
7	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS	97
	ANEXO	107

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem recebido grande atenção por fonoaudiólogos desde a descrição inicial sobre sua aplicação em indivíduos com disfagia orofaríngea realizada por Freed et al. (2001). A literatura acerca dessa modalidade auxiliar de tratamento das disfunções da deglutição contempla vários estudos relatando resultados positivos e poucos divulgando ausência de benefícios com a utilização da técnica.

Nesse sentido, a EENM tem demonstrado beneficiar a função de deglutição em casos de disfagia neurogênica causada por acidente vascular encefálico (BAIJENS et al., 2008; LIM et al., 2009; GALLAS et al., 2010) e esclerose múltipla (BOGAARDT et al., 2009), bem como em casos de disfagia mecânica (RYU et al., 2009), mostrando resultados superiores em relação à terapia convencional (FREED et al., 2001; BLUMENFELD et al., 2006; PERMSIRIVANICH et al., 2009) e suplementada por biofeedback eletromiográfico (CARNABY-MANN; CRARY, 2010). Especificamente em casos clínicos foram relatados efeitos positivos com a utilização da EENM em paciente com síndrome opercular (BAIJENS et al., 2008), síndrome de Sjögren (CHEUNG et al., 2010), como também no quadro de disfagia faríngea após encefalite (BARIKROO; LAM, 2011). Por outro lado, algumas pesquisas falharam ao tentar demonstrar benefícios da aplicação da EENM (KIGER; BROWN; WATKINS, 2006; BÜLOW et al., 2008), sendo que muitas questões precisam ser esclarecidas acerca do uso apropriado dessa modalidade terapêutica na reabilitação da disfagia (CRARY; CARNABY-MANN; FAUNCE, 2007).

Estudos acerca do efeito da EENM em aspectos fisiológicos durante a deglutição em pacientes com disfagia neurogênica sugerem que alguns grupos musculares são ativados com a aplicação da EENM na região anterior do pescoço. Leelamanit, Limsakul e Geater (2002) encontraram melhora da elevação laríngea utilizando uma forma diferente de estimulação, denominada estimulação elétrica sincronizada. Contrariamente, Ludlow et al. (2007) relataram que a aplicação da EENM resultou em abaixamento do hióide durante o repouso, o que foi relacionado com melhora da deglutição para indivíduos com disfagia neurogênica crônica. Ainda de acordo com Ludlow (2010), a EENM pode ser aplicada apenas em pacientes com

possibilidades de resistir à estimulação do abaixamento do complexo hiolaríngeo, podendo ser prejudicial àqueles com grande risco de penetração/aspiração.

Poucos estudos têm investigado as implicações da EENM na fisiologia da deglutição em indivíduos saudáveis. Burnett et al. (2003) primeiramente descreveram que a estimulação unilateral dos músculos milo-hióideo e tireo-hióideo, utilizando eletrodos de agulha, resultou em maior elevação laríngea e velocidade do movimento quando comparada com a estimulação em um único músculo. Humbert et al. (2006) utilizaram eletrodos de superfície em diferentes posicionamentos na região anterior do pescoço, tendo encontrado abaixamento da laringe e do osso hióide durante o repouso e redução do movimento dessas estruturas na função de deglutição, sem impacto na abertura e fechamento das pregas vocais na respiração (HUMBERT et al., 2008). Mais recentemente, Doeltgen, Heck e Huckabee (2010) verificaram tardia diminuição na pressão em orofaringe e hipofaringe utilizando EENM na região da musculatura submentoniana durante a deglutição.

Além disso, alguns investigadores conduziram estudos que abordaram o efeito da EENM dentro de um processo de intervenção terapêutica em indivíduos saudáveis. Suiter, Leder e Ruark (2006) compararam níveis de amplitude eletromiográfica da musculatura submentoniana durante a deglutição antes e duas semanas após a aplicação da EENM motora sem exercícios e os resultados obtidos não demonstraram ganhos significantes na atividade muscular durante a deglutição. Park et al. (2009) combinaram exercícios de deglutição com esforço à aplicação do nível motor de EENM em voluntários por duas semanas. A atividade eletromiográfica submentoniana não foi afetada, mas foi encontrado aumento do movimento de elevação do osso hióide durante a deglutição imediatamente após o tratamento.

A EENM é uma técnica relativamente nova de tratamento das disfagias e tem sido compreendida como uma importante modalidade terapêutica, especialmente em casos de disfagia neurogênica. Porém, os benefícios demonstrados pela sua aplicação não são claros, uma vez que a maioria dos estudos apresentam casuística pequena e pobre desenho metodológico. Além disso, a literatura mostra controvérsias sobre a eficácia da aplicação clínica dessa intervenção.

Uma vez que não há consenso científico a respeito da técnica, o uso da EENM pode ser considerada experimental, sendo necessária a condução de

pesquisas controladas para esclarecer o melhor método de estimulação e identificar as características dos pacientes que poderão se beneficiar com essa modalidade de estimulação, além de sistemático acompanhamento após a intervenção. Assim, o estudo do impacto da EENM na fisiologia da deglutição em indivíduos saudáveis pode contribuir para a melhor compreensão das possibilidades e aplicações do método de tratamento em casos de disfagia orofaríngea.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR

Estimulação elétrica neuromuscular (EENM) consiste na aplicação de pulsos de corrente elétrica através da pele para excitar os músculos por meio da estimulação dos nervos motores periféricos. A corrente elétrica causa despolarização do nervo motor periférico geralmente na junção neuromuscular, resultando em contração muscular (MYSIW; JACKSON, 1996; WIJTING; FREED, 2003).

A estimulação elétrica transcutânea é aplicada por meio de eletrodos aderidos à pele, sendo um eletrodo positivo (ânodo) e o outro negativo (cátodo). Durante a estimulação, uma baixa amplitude de corrente entre os eletrodos flui através do corpo. Essa corrente tem potencial para estimular a contração muscular quando em contato com músculos ou nervos que os innervam (BAKER et al., 1993).

Muitos fatores podem influenciar a efetividade da estimulação elétrica em facilitar ou maximizar a contração muscular. Esses fatores incluem o tamanho e posicionamento anatômico dos eletrodos, impedância da área do corpo, amplitude e características da corrente elétrica (SHEFFLER; CHAE, 2007).

Durante a EENM os tecidos são estimulados por meio de pulsos de corrente elétrica. Os pulsos são caracterizados por três parâmetros que influenciam o efeito da EENM sobre a junção mioneural e o tecido muscular: frequência, amplitude e duração. A frequência da estimulação influencia a qualidade do resultado da contração muscular, sendo que baixa frequência induz uma série de contrações das fibras musculares, enquanto frequências mais elevadas são mais efetivas em ocasionar contração muscular. A amplitude da corrente elétrica também influencia a força da contração induzida, recrutando maior número de unidades motoras com o aumento da amplitude da estimulação. Uma relação similar existe com a duração do pulso, onde pulsos de longa duração excitam mais fibras nervosas do que pulsos de curta duração (PECKHAM; KNUTSON, 2005).

Tanto fibras sensoriais como motoras são sujeitas à indução da corrente elétrica durante a EENM. Estimulação sensorial isolada ocorre quando a intensidade da EENM é adequadamente baixa e não resulta em contração muscular. Em contraste, durante o nível motor de estimulação fibras motoras e sensoriais são ativadas constantemente, proporcionando aferência proprioceptiva adicional sobre o estado de contração do músculo (DOELTGEN, 2009).

Vale considerar que os músculos estriados esqueléticos são compostos por diferentes tipos de fibras. De um modo simples, fibras tipo I são responsáveis por resistência muscular e manutenção da postura. Durante movimentos voluntários essas fibras são ativadas primeiro. Fibras tipo II são muito mais potentes, estão envolvidas em movimentos curtos e de esforço e são ativadas depois das fibras tipo I em movimentos voluntários. Com o uso da EENM essa sequência é invertida: a EENM ativa primeiro as fibras tipo II. Portanto, a aplicação da EENM com exercício ativo em um grupo muscular específico pode aumentar os resultados em comparação ao exercício isolado (CLARK et al., 2009).

Na reabilitação dos distúrbios da deglutição, a EENM tem como alvo a musculatura da região anterior do pescoço. Para isso é necessária a seleção do posicionamento dos eletrodos a partir dos achados clínicos e instrumentais que direcionam o diagnóstico da disfagia orofaríngea. Dependendo do objetivo do tratamento, a amplitude de estimulação é tipicamente determinada antes das atividades de terapia e pode ou não ser ajustada durante as sessões de tratamento.

A EENM representa uma nova proposta terapêutica na reabilitação das disfagias orofaríngeas. Porém, pouco se conhece sobre os benefícios ou riscos associados com sua aplicação. A evidência científica para utilização da EENM vem crescendo, possibilitando melhor compreensão dessa modalidade auxiliar no tratamento dos distúrbios da deglutição.

2.2 ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR E DEGLUTIÇÃO OROFARÍNGEA

A partir da publicação de Freed et al. (2001) vários estudos sobre a EENM no tratamento das disfagias orofaríngeas tem sido conduzidos. A maioria das

pesquisas encontrou benefício com o uso coadjuvante da EENM na terapia da disfagia, apesar dos distintos padrões de posicionamento de eletrodos e amplitude de estimulação aplicada, sendo importante considerar as limitações metodológicas na interpretação dos achados.

Inicialmente, em um estudo controlado com pacientes acometidos por acidente vascular encefálico (AVE), Freed et al. (2001) compararam escores de deglutição baseados no exame instrumental antes e após o tratamento que consistiu na estimulação térmica intraoral ou aplicação de EENM no pescoço, ambas com duração de uma hora por dia. Os autores encontraram melhores escores no grupo tratado com EENM em comparação à terapia convencional, que envolveu exclusivamente estimulação sensorial.

Posteriormente, Leelamanit, Limsakul e Geater (2002) aplicaram uma diferente forma de estimulação (estimulação elétrica sincronizada) na região do músculo tireo-hióideo, quatro horas ao dia, durante a alimentação, em pacientes com disfagia orofaríngea de diferentes etiologias. Esse estudo prospectivo demonstrou melhora na habilidade de deglutição em casos com prejuízos na elevação laríngea, identificada por meio do aumento da ingestão oral e diminuição da ocorrência de aspiração.

Blumenfeld et al. (2006) utilizaram estimulação elétrica motora para tratar um grupo heterogêneo de pacientes com disfagia. Os eletrodos foram posicionados horizontalmente acima da incisura tireóidea superior e as sessões de tratamento envolveram aumento gradual da intensidade da estimulação, combinada com a alimentação, durante 30 minutos. O grupo que recebeu terapia associada ao uso da EENM demonstrou superior benefício quando comparado ao grupo submetido exclusivamente ao tratamento convencional.

Ludlow et al. (2007) aplicaram EENM durante o repouso na região submentoniana e laríngea em um pequeno número de pacientes com distintos quadros de disfagia orofaríngea. Encontraram diminuição na ocorrência de resíduos faríngeos e aspiração laringotraqueal durante a deglutição nos casos que apresentaram maior abaixamento do osso hióide com a estimulação. De acordo com o estudo, o efeito imediato da aplicação da EENM pode ser traduzido pela contração dos músculos superficiais na parte anterior do pescoço, responsáveis pelo

abaixamento do osso hióide, o que, associado à função de deglutição, tem o papel de exercício de resistência na terapia.

Shaw et al. (2007) trataram um grupo heterogêneo de pacientes com disfagia utilizando quatro diferentes configurações de posicionamento de eletrodos, de acordo com a percepção das dificuldades apresentadas pelos pacientes. As sessões foram conduzidas por uma hora durante a alimentação oferecendo alimentos de diferentes consistências. Os autores encontraram melhora para alguns indivíduos com disfagia moderada, mas não nos casos mais graves.

Carnaby-Mann e Crary (2008) utilizaram 15 sessões de EENM motora em pacientes com disfagia orofaríngea refratária ao tratamento convencional. A terapia foi conduzida uma hora por dia, cinco dias na semana, com os eletrodos posicionados verticalmente na região anterior do pescoço. Tais autores sugeriram que a EENM pode aumentar os benefícios do exercício no tratamento da disfagia. Os pacientes desse grupo demonstraram melhoras funcionais, clínicas, fisiológicas e relacionadas à qualidade de vida, sendo que o acompanhamento cego durante seis meses representou o diferencial desse trabalho.

Especificamente em um caso clínico de paciente com síndrome opercular e disfagia sem sucesso terapêutico após um ano de tratamento, Baijens et al. (2008) realizaram terapia com o uso da EENM envolvendo estimulação dos músculos da região anterior do pescoço, orbicular da boca e masseter, em sessões de uma hora, cinco dias consecutivos por semana, durante cinco meses, possibilitando o retorno à via oral.

Permsirivanich et al. (2009) aplicaram terapia durante quatro semanas utilizando nível motor de estimulação e posicionamento vertical dos eletrodos em indivíduos com disfagia após AVE. Relataram que os escores da escala de ingestão oral foi superior para os casos tratados com EENM diariamente quando comparados aos casos reabilitados por meio de estratégias convencionais, sem eletroestimulação.

Lim et al. (2009) combinaram o nível sensorial de EENM em posicionamento horizontal de eletrodos com a estimulação tátil e térmica em pacientes com disfagia após AVE. Esses pesquisadores conduziram a terapia durante uma hora, cinco dias por semana, num programa de quatro semanas. Encontraram superior benefício

com a aplicação do nível sensorial de EENM associado com estimulação tátil e térmica, quando comparado à estimulação sensorial isolada.

Bogaardt et al. (2009) trataram pacientes com esclerose múltipla no período de três semanas, com duas sessões terapêuticas por semana, aplicando nível motor de EENM, durante 20 minutos em cada sessão. A alimentação foi conduzida utilizando alimentos de diferentes consistências nas sessões de aplicação da EENM, possibilitando melhorar o desempenho clínico dos indivíduos em relação à função de deglutição.

Ryu et al. (2009) reabilitaram pacientes disfágicos em decorrência do câncer de cabeça e pescoço, cinco dias por semana durante duas semanas, aplicando estimulação motora por 30 minutos em cada sessão terapêutica. Os eletrodos foram posicionados horizontalmente acima e abaixo da incisura superior da cartilagem tireóide. As sessões de EENM foram seguidas por 30 minutos de terapia convencional e os autores referiram melhora nos resultados clínicos no grupo submetido à EENM associada a terapia convencional em comparação àqueles que receberam terapia convencional isolada.

Gallas et al. (2010) conduziram terapia para casos acometidos por AVE durante uma semana, por cinco dias consecutivos, uma hora ao dia, aplicando nível sensorial de EENM em região submentoniana durante tarefas de deglutição. Os autores encontraram resultados clínicos positivos relacionados à melhora da coordenação entre as fases oral e faríngea da deglutição.

Cheung et al. (2010) verificaram o efeito da EENM em um programa de reabilitação de disfagia orofaríngea em um caso clínico de paciente com síndrome de Sjögren. Os eletrodos foram posicionados verticalmente, acima e abaixo da incisura tireóidea superior. Os autores encontraram melhora imediata na força de retração da língua e em limpeza da valécula, bem como aumento da elevação laríngea e diminuição do tempo de trânsito faríngeo, resultando em remoção da sonda nasogástrica após 46 sessões terapêuticas.

Mais recentemente, Barikroo e Lam (2011) descreveram a aplicação da EEMN combinada com tarefas de deglutição em um caso com disfagia para alimentos de consistência líquida após encefalite, uma vez que a terapia convencional não havia alcançado resultados efetivos. Nesse relato de caso foram

aplicados os níveis de estimulação sensorial e motora mantendo os eletrodos posicionados na musculatura submentoniana e laríngea por uma hora, uma vez por semana, durante 3 meses. Os autores verificaram que a EENM resultou em melhora na fase faríngea da deglutição, como também no nível de ingestão oral e na qualidade de vida do paciente.

Alguns autores não encontraram benefícios com o uso adicional da EENM no tratamento das disfagias orofaríngeas. Nesse sentido, Kiger, Brown e Watkins (2006), em um estudo retrospectivo, descreveram a utilização de eletrodos posicionados verticalmente na região anterior do pescoço para prover estimulação motora em um grupo heterogêneo de pacientes disfágicos. Os autores não encontraram diferenças entre o grupo que recebeu EENM e aquele tratado convencionalmente nos aspectos clínicos estudados. Vários fatores podem ter influenciado os resultados encontrados no estudo, sendo importante considerar que o número de sessões terapêuticas de aplicação da EENM no grupo experimental não foi padronizado.

Bülow et al. (2008) também relataram não haver encontrado melhoras clínicas com a utilização coadjuvante da EENM em relação à terapia convencional. Os autores trataram indivíduos acometidos por AVE durante 15 sessões de uma hora, aplicando o nível motor de EENM associado à deglutição rápida e com esforço. Os eletrodos foram posicionados horizontalmente na região anterior do pescoço. Assim como outros estudos controlados, limitações metodológicas restringem o nível de evidência científica do trabalho.

De acordo com a revisão sistemática realizada por Clark et al. (2009), apesar dos promissores achados, maior número de estudos randomizados e controlados são necessários pra prover evidência da eficácia da aplicação da EENM com o objetivo de melhorar a deglutição em pacientes disfágicos.

O efeito imediato e específico da EENM no mecanismo da deglutição em indivíduos saudáveis, jovens e adultos tem sido relatado na literatura. Humbert et al. (2006) verificaram posição mais baixa da laringe no repouso em voluntários adultos para um entre 10 diferentes posicionamentos de eletrodos, assim como redução do pico de elevação da laringe e do osso hióide durante deglutições estimuladas em comparação à função sem estimulação. Para demais posicionamentos de eletrodos, a quantidade de redução do movimento do hióide foi pequena, não apresentando

efeito imediato na excursão hiolaríngea. Utilizando os mesmos posicionamentos dos eletrodos, Humbert et al. (2008) encontraram que a EENM durante a respiração não apresentou significativo impacto nos movimentos de adução e abdução das pregas vocais em voluntários saudáveis. Além disso, Doeltgen, Heck e Huckabee (2010) relataram menor pressão em orofaringe e hipofaringe durante a deglutição, medida por meio de manometria, 30 e 60 minutos após a EENM em região submentoniana, o que, segundo os autores, representa um risco potencial para a proteção das vias aéreas e ao fluxo do bolo alimentar no trato digestivo alto.

Outros pesquisadores desenvolveram estudos buscando propiciar suporte ao efeito do uso da EENM como modalidade terapêutica. Suiter, Leder e Ruark (2006) aplicaram EENM na região anterior do pescoço em jovens saudáveis durante o repouso uma hora por dia, cinco dias consecutivos durante duas semanas. Não foram envolvidos exercícios e os autores verificaram que os níveis de amplitude eletromiográfica da musculatura submentoniana durante a deglutição antes e após o tratamento foi modificada.

Park et al. (2009) combinaram exercícios de deglutição com EENM em voluntários saudáveis durante 10 sessões de vinte minutos, por duas semanas. Os eletrodos foram posicionados em região infra-hióidea. No grupo controle foi utilizado nível sensorial enquanto no grupo experimental a intensidade da estimulação foi aumentada até que a observação da contração muscular fosse evidenciada (nível motor). Atividade eletromiográfica dos músculos submentonianos foi mensurada antes e após a intervenção. Semelhantemente aos resultados encontrados por Suiter, Leder e Ruark (2006), não foi verificada modificação na atividade muscular, porém o exame videofluoroscópico demonstrou aumento no movimento de elevação do osso hióide durante a deglutição após a estimulação no grupo experimental, sendo que esse padrão não foi mantido, sugerindo que a interrupção do treinamento tem impacto nos ganhos fisiológicos alcançados.

Como pode ser observado por meio da revisão de literatura apresentada, a maioria dos estudos clínicos focados em tratamento tem demonstrado efeito positivo do uso da EENM, porém grande parte não tem incorporado grupo controle e pouco se conhece sobre questões básicas do processo envolvido na melhora da deglutição com o uso da EENM. Em adição, a maioria dos estudos que incluíram grupo controle relatou superior melhora com a aplicação da EENM, enquanto poucas publicações

indicaram ausência de diferenças significantes entre terapia convencional com e sem EENM. Além disso, a maior parte dos estudos é pequeno, pobremente controlado e muitos utilizaram procedimentos não validados para acompanhamento.

Por fim, mínimo efeito imediato tem sido evidenciado quando a EENM é aplicada em voluntários jovens, sem distúrbios da deglutição. Isso pode indicar pouca possibilidade de efeitos da EENM em indivíduos saudáveis, com capacidade, entretanto, de estimular certos grupos musculares na região anterior do pescoço. Atualmente, o conhecimento sobre como a fisiologia da deglutição é impactada por essa modalidade de tratamento é limitada, em especial no que se refere aos aspectos fisiológicos do envelhecimento.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito imediato de distintas amplitudes de EENM sobre a fisiologia da deglutição, considerando diferentes volumes e consistências de alimentos, bem como o processo de envelhecimento, em adultos e idosos saudáveis, comparativamente.

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

O Comitê de Ética Institucional local (*Institutional Review Board – University of Florida*) aprovou o estudo sob protocolo número 77-2010, sendo que todos os participantes foram informados sobre os procedimentos envolvidos no estudo e assinaram o termo de consentimento (Anexo A). Todos os procedimentos envolvidos na coleta de dados dessa pesquisa foram realizados junto ao Laboratório de Pesquisa da Deglutição da Clínica de Fonoaudiologia da Universidade da Flórida, no período de março a agosto de 2010, sob supervisão do Prof. Dr. Michael A. Crary, responsável pelo referido laboratório.

4.2 CASUÍSTICA

Trinta e quatro indivíduos saudáveis, sem histórico de câncer de cabeça e pescoço, distúrbios neurológicos, psicológicos, psiquiátricos, motores ou uso de medicamentos que pudessem causar impacto na função de deglutição participaram deste estudo. O grupo de adultos jovens foi composto por 20 indivíduos (10 homens e 10 mulheres) na faixa etária de 20 a 30 anos (mediana de 26,5 anos), enquanto o grupo de idosos foi formado por 14 indivíduos (6 homens e 8 mulheres) entre 60 e 79 anos (mediana de 69,5 anos). Os indivíduos que apresentaram doenças cardíacas, perda de elementos dentários não reabilitados, uso de aparelhos ortodônticos e/ou implantes metálicos superficiais foram excluídos.

4.3 PROCEDIMENTOS

4.3.1 Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM)

A estimulação elétrica foi aplicada pela pesquisadora com certificação no uso de EENM, utilizando um sistema de dois canais com pulso de corrente em uma taxa fixa de pulso de 80Hz e duração de pulso de 700 μ s (VitalStim, modelo 5900, Chattanooga Group). Antes da colocação de eletrodos na pele a região anterior do pescoço foi limpa com gaze embebida em álcool para remover a oleosidade que pudesse interferir no contato da pele com o eletrodo. O posicionamento dos eletrodos utilizado durante as diferentes tarefas, para todos os participantes, pode ser observado na Figura 1, sendo um canal alinhado horizontalmente acima do osso hióide (na região do músculo milo-hióideo) e o segundo canal alinhado horizontalmente entre osso hióide e cartilagem tireóide, inferior e ligeiramente medial ao corno posterior do osso hióide (na região do músculo tireo-hióideo). Os níveis sensoriais e motores de amplitude foram determinados antes do exame de deglutição. Cada participante foi orientado a descrever a sensação gerada pela estimulação, enquanto amplitude foi aumentada em 0,5mA, partindo de zero até atingir o nível máximo de tolerância. O nível sensorial aplicado neste estudo foi de 2mA abaixo do nível do motor (sensação de apertar a garganta ou puxar a musculatura do pescoço), enquanto o nível motor foi estabelecido em 2mA abaixo do nível de tolerância máxima. Os estímulos de amplitude zero, sensorial e motor foram apresentados a cada participante em ordem aleatória, respeitando três minutos de intervalo entre os diferentes níveis de estimulação.

Figura 1 - Esquema ilustrativo do posicionamento dos eletrodos utilizado para a EENM neste estudo

4.3.2 Volumes e Consistências

Para cada nível de amplitude da EENM os participantes foram solicitados a deglutir líquido fino, líquido engrossado e pudim, em três volumes diferentes: 5ml, 10ml e 20ml. As consistências de líquido engrossado e pudim foram preparadas a partir de uma fórmula contendo a bebida isotônica Gatorade® misturada com um espessante padrão (Milani Thick-It®). Para líquido engrossado foi adicionado um sachê do espessante a 115ml da bebida, tendo sido realizado o mesmo procedimento para o preparo do pastoso, adicionando duas colheres de medida padrão do espessante.

4.3.3 Digital Swallowing Workstation

Durante cada deglutição os dados foram coletados em relação à pressão de língua contra o palato, manometria da faringe e função respiratória, utilizando o *Digital Swallowing Workstation* (DSW) e o *Swallowing Signals Laboratory* (Kaypentax, Lincoln Park, NJ, EUA). A calibração foi realizada de acordo com as especificações do fabricante antes da coleta de dados para cada participante. Os diferentes volumes e consistências foram oferecidos a cada participante em uma ordem determinada aleatoriamente e os voluntários foram instruídos a realizar a melhor deglutição possível, preferencialmente em uma única deglutição. Assim, um

total de 27 deglutições foi avaliada para cada participante (3 níveis de amplitude de EENM X 3 consistências X 3 volumes).

4.3.3.1 Pressão da língua contra o palato

A pressão da língua contra o palato duro foi medida com uma faixa linear contendo três sensores (13mm de diâmetro, 5mm de altura e 8mm de distância entre sensores), conectada a um transdutor. A faixa com os sensores foi afixada na linha média do palato duro, partindo da borda anterior do rebordo alveolar até a região da junção entre o palato duro e mole, utilizando estomatoadesivo. O pico de pressão das regiões anterior, média e posterior da língua (em mmHg) e a duração (em segundos) foram medidos, considerando:

- Pico máximo de pressão: o maior valor de amplitude obtido durante a onda de pressão positiva visualizada na deglutição;
- Duração: o tempo medido desde o início até o término da onda de pressão positiva.

4.3.3.2 Manometria faríngea

A manometria da faringe foi realizada com a utilização de um catéter sólido unidirecional de 100cm, com 2,1 milímetros de diâmetro (Modelo CTS3 + EMG, Galtek, Hackensak, NJ), com espaçamento entre os três sensores que possibilitou localizá-los nas regiões do esfíncter esofágico superior, em hipofaringe e em orofaringe (base da língua). O catéter foi introduzido por via nasal na hipofaringe e através do esfíncter esofágico superior, sob visualização endoscópica. Uma vez que o cateter estava localizado no segmento faringoesofágico, o mesmo foi sendo extruído lentamente para identificar a localização da zona de alta pressão em repouso. A pressão foi monitorada na tela do computador da DSW para cada um dos 3 canais de manometria. A partir do momento em que o sensor mais distal foi localizado na zona de alta pressão de repouso, o participante foi instruído a deglutir

a saliva. O correto posicionamento do sensor distal foi identificado a partir da obtenção de uma onda em forma de 'M' característica. A onda em forma de 'M' representa um aumento inicial da pressão devido à elevação da laringe e do consequente aumento da zona de alta pressão do esfíncter esofágico superior (EES). Este pico de pressão é seguida por uma queda repentina na pressão causada pelo relaxamento EES. O aumento final de pressão é observado devido à contração do EES antes do abaixamento da laringe após a deglutição (CASTELL; CASTELL, 1997; BUTLER et al., 2009). Após a colocação correta do catéter o mesmo foi afixado com o uso de fita adesiva na região externa do nariz para limitar o movimento. Foram obtidas medidas em orofaringe na região de base da língua (BL), hipofaringe (HIPO) e EES, de acordo com as seguintes descrições:

- BL e HIPO - pico de pressão: valor mais alto da amplitude da onda registrada durante a deglutição faríngea;
- BL e HIPO - duração: tempo entre o início e o final da mudança pressórica gerada durante a deglutição;
- Onda E (mudança de pressão resultante da elevação da laringe): pico de pressão que antecede o relaxamento do EES;
- PPN (pico de pressão negativa): o ponto de menor pressão durante o relaxamento do EES;
- Onda C - pico de pressão: o valor mais alto da amplitude da onda de pressão positiva relacionada à contração do EES;
- Onda C - duração: o tempo medido desde o início até o final da onda de pressão positiva relacionada à contração do EES;
- EES - tempo de relaxamento: a diferença de tempo entre o pico da onda E e o início do clareamento da onda C.

4.3.3.3 Respiração

O padrão de respiração durante a deglutição foi registrado a partir do fluxo de ar nasal medido com o uso de uma cânula colocada na entrada das narinas. O traçado resultante permitiu identificar o padrão de inspiração como um deslocamento para baixo e de expiração como um deslocamento para cima. A apnéia foi representada como a ausência de deslocamento (linha zero) do traço de fluxo de ar. A duração da apnéia foi medida em segundos, sendo que cada apnéia da deglutição foi classificada descritivamente, dependendo do padrão respiratório observado ao início e final do traço obtido, resultando em quatro categorias possíveis: inspiração-deglutição-inspiração (I/I), inspiração-deglutição-expiração (I/E), expiração-deglutição-expiração (E/E) ou ainda expiração-deglutição-inspiração (E/I).

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

A comparação entre jovens e idosos, quanto ao nível de estimulação aplicada, foi feita utilizando o teste t. A análise estatística dos resultados considerou os diferentes grupos de voluntários (adultos e idosos), níveis de estimulação (ausente, sensorial e motor), volumes (5ml, 10ml e 20ml) e consistências (líquido fino, líquido engrossado e pudim). As variáveis não numéricas foram submetidas ao teste qui-quadrado de Pearson, enquanto as variáveis quantitativas foram submetidas à análise multivariada (ANOVA) a quatro critérios, seguida do teste de Tukey, utilizando o software SPSS, versão 13.0. Além disso, especificamente o efeito dos diferentes níveis de estimulação em cada grupo estudado (jovens e idosos) foi medido por meio da análise de variância a dois critérios, seguido do teste de Tukey, utilizando o software Minitab, versão 16.0. Todos os testes foram realizados adotando nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

As medidas da pressão de língua contra o palato, bem como em regiões de orofaringe, hipofaringe e esfíncter esofágico superior, além das informações da função respiratória durante a deglutição de 34 participantes (20 jovens e 14 idosos) foram submetidas à análise estatística buscando verificar o efeito de diferentes volumes e consistências sobre a fisiologia da deglutição em diferentes condições de EENM, como também para determinar a influência da EENM nos aspectos fisiológicos da deglutição em indivíduos saudáveis.

Anteriormente aos exames de deglutição, os níveis de estimulação sensorial e motora foram determinados para cada participante deste estudo, sendo que os valores de amplitude de estimulação aplicados para os dois grupos estudados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Apresentação dos valores da média e desvio padrão (DP) encontrados para os indivíduos jovens e idosos, considerando os níveis de estimulação (em mA) sensorial e motora aplicados

Nível de Estimulação	Grupo						Test t
	Jovem			Idoso			
	Média	DP	Variação	Média	DP	Variação	
Sensorial	3,125	0,809	2,0 - 4,5	2,750	1,105	1,0 - 5,0	p=0,261
Motora	7,750	3,919	4,0 - 19,0	9,036	5,842	3,0 - 23,0	p=0,477

Um total de 27 deglutições foram medidas para cada participante, considerando-se 3 volumes, 3 consistências e 3 níveis de EENM. No entanto, poucos dados foram perdidos, sendo as medidas de orofaringe para um jovem do gênero masculino devido a problemas de calibração do equipamento, bem como da pressão da língua contra o palato duro para uma senhora que não tolerou a presença de sensores na cavidade oral.

5.1 PRESSÃO DA LÍNGUA CONTRA O PALATO

A pressão da língua contra o palato duro foi medida durante as diferentes situações de deglutição. Os valores encontrados para o pico de pressão e duração medidos em região anterior da língua estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

A análise estatística (Tabela 2a) demonstrou que os resultados obtidos para a **região anterior da língua** foram maiores para os participantes jovens em relação aos idosos, no que diz respeito ao pico de pressão ($p=0,002$). Também foi verificada diferença entre as consistências, onde o pico de pressão foi superior durante a deglutição de pudim em comparação às consistências líquido fino ($p<0,001$) e líquido engrossado ($p=0,014$). No que se refere ao efeito da EENM (Tabela 2b), no grupo de idosos, tanto o nível sensorial como motor de estimulação reduziram a pressão em comparação à ausência de estimulação ($p=0,006$), durante a deglutição de 5ml de pudim. Por outro lado, para o grupo de jovens as pressões medidas durante o nível sensorial de estimulação foram menores em relação à situação sem estímulo ($p=0,032$) na deglutição de 20ml de líquido fino.

Assim como o pico de amplitude, a duração da pressão gerada em região anterior da língua foi maior para os jovens em relação aos idosos ($p=0,001$). Quanto ao efeito da EENM, no grupo de idosos o nível motor reduziu a duração na deglutição de 5ml de pudim ($p=0,020$). Tais resultados são apresentados nas Tabelas 3a e 3b.

Tabela 2 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) gerada durante o contato da **região anterior da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	105,90 ±82,15	127,19 ±102,81	146,99 ±107,57	33,89 ±40,93	74,36 ±69,83	113,64 ±109,86	93,72 ±70,37	116,17 ±75,14	149,97 ±73,41	42,04 ±66,09	66,72 ±77,52	64,95 ±79,50	115,97 ±137,45	107,25 ±71,07	120,28 ±100,01	46,20 ±45,39	45,31 ±54,33	49,99 ±72,23
10ml	110,90 ±96,23	119,36 ±106,03	124,56 ±89,32	39,79 ±60,60	63,89 ±91,10	84,78 ±111,24	101,34 ±72,62	101,18 ±52,39	141,37 ±104,40	39,34 ±48,18	49,81 ±69,16	61,08 ±66,80	81,14 ±73,67	113,40 ±101,97	160,11 ±119,58	35,72 ±37,74	50,39 ±40,87	82,70 ±100,05
20ml	121,37 ±104,30	123,94 ±83,25	128,84 ±103,50	50,41 ±70,59	55,88 ±93,41	62,50 ±95,96	88,56 ±67,64	108,85 ±89,16	150,99 ±81,30	53,83 ±77,68	44,74 ±63,03	61,63 ±76,13	94,79 ±86,36	114,46 ±76,98	114,19 ±77,35	54,63 ±58,04	47,09 ±59,76	50,22 ±58,25

Tabela 2a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região anterior da língua

Comparação	Valor de p
Jovem > Idoso	0,002
Pudim > Líquido Fino	<0,001
Pudim > Líquido Engrossado	0,014

Tabela 2b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região anterior da língua

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Idoso	5ml pudim	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,006
Idoso	5ml pudim	Nível Motor < Sem Estimulação	0,006
Jovem	20ml líquido fino	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,032

Tabela 3 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da **região anterior da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	1,54	1,96	1,25	0,32	0,38	0,66	3,58	1,74	1,90	0,28	0,36	0,51	1,72	2,85	1,94	0,37	0,41	0,39
	±2,80	±2,25	±0,77	±0,47	±0,35	±0,45	±6,92	±3,26	±1,67	±0,38	±0,39	±0,56	±3,27	±6,07	±2,73	±0,33	±0,55	±0,46
10ml	1,48	1,13	1,34	0,37	0,37	0,48	2,05	2,11	1,95	0,28	0,33	0,45	2,03	1,98	1,52	0,39	0,35	0,44
	±1,67	±0,78	±1,10	±0,52	±0,47	±0,45	±3,17	±3,92	±3,01	±0,30	±0,41	±0,47	±3,48	±4,09	±1,60	±0,51	±0,39	±0,49
20ml	1,28	1,38	1,18	0,39	0,49	0,49	1,14	1,66	1,57	0,29	0,32	0,30	1,08	1,16	1,36	0,39	0,37	0,53
	±1,32	±1,52	±1,01	±0,47	±1,00	±0,89	±1,35	±2,30	±1,66	±0,32	±0,39	±0,30	±1,07	±1,14	±1,06	±0,39	±0,39	±0,65

Tabela 3a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região anterior da língua

Comparação	Valor de p
Jovem > Idoso	0,001

Tabela 3b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da pressão medida em região anterior da língua

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Idoso	5ml pudim	Nível Motor < Sem Estimulação	0,020

Os resultados encontrados para a pressão exercida pela **região média da língua** contra o palato, no que se refere ao pico de pressão e à duração são apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. A análise dos dados (Tabela 4a) encontrados para a região média da língua mostrou que o pico da pressão medida na deglutição foi superior para os jovens quando comparados aos idosos ($p=0,015$). Além disso, a pressão da região média da língua foi significativamente maior na deglutição do volume de 5ml em comparação ao volume de 20ml ($p=0,004$).

Particularmente para o grupo de indivíduos jovens, ambos os níveis de estimulação (sensorial e motora) reduziram o pico de pressão da parte média da língua em comparação à ausência de estimulação ($p=0,045$) quando testado o volume de 20ml de líquido engrossado (Tabela 4b).

Quanto à análise dos dados relacionados à duração da pressão medida na deglutição (Tabela 5a), a mesma foi superior para os jovens quando comparados aos idosos ($p=0,015$).

Tabela 4 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) gerada durante o contato da **região média da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	84,20 ±45,22	104,29 ±63,22	133,21 ±74,74	53,89 ±65,77	65,03 ±91,00	99,76 ±128,78	75,78 ±53,98	107,37 ±73,50	113,96 ±64,70	56,05 ±69,14	84,67 ±79,35	59,86 ±78,86	78,41 ±44,54	79,32 ±51,10	106,42 ±65,17	70,89 ±87,31	70,42 ±121,88	90,25 ±133,12
10ml	77,56 ±63,14	80,80 ±46,52	99,99 ±65,46	54,22 ±63,28	80,86 ±117,34	82,56 ±120,89	68,93 ±46,74	90,59 ±55,61	102,67 ±68,82	55,70 ±66,64	54,15 ±66,64	61,34 ±69,63	70,66 ±41,30	81,65 ±62,58	100,88 ±72,98	55,23 ±89,93	63,04 ±110,81	99,54 ±125,63
20ml	75,28 ±50,12	90,37 ±57,34	86,39 ±85,28	55,47 ±69,92	55,09 ±76,70	64,31 ±87,59	63,55 ±32,51	63,01 ±48,80	102,70 ±57,06	61,27 ±67,38	45,93 ±56,09	57,84 ±73,87	56,71 ±40,08	64,36 ±45,73	79,92 ±70,63	85,12 ±105,18	57,38 ±77,73	56,42 ±100,01

Tabela 4a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região média da língua

Comparação	Valor de p
Jovem > Idoso	0,015
5ml > 20ml	0,004

Tabela 4b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região média da língua

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Jovem	20ml líquido engrossado	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,045
Jovem	20ml líquido engrossado	Nível Motor < Sem Estimulação	0,045

Tabela 5 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da **região média da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	0,96 ±0,88	0,98 ±0,83	0,84 ±0,71	0,38 ±0,35	0,34 ±0,25	0,34 ±0,28	0,84 ±0,80	0,85 ±0,71	1,04 ±1,24	0,32 ±0,34	0,46 ±0,35	0,42 ±0,38	0,69 ±0,53	0,76 ±0,70	1,00 ±0,96	0,30 ±0,20	0,36 ±0,33	0,37 ±0,35
10ml	0,79 ±0,74	0,73 ±0,60	0,79 ±0,73	0,25 ±0,20	0,33 ±0,31	0,25 ±0,23	0,75 ±0,76	0,89 ±0,84	0,86 ±0,92	0,30 ±0,27	0,26 ±0,30	0,28 ±0,28	0,86 ±0,97	0,87 ±1,12	1,04 ±2,18	0,35 ±0,52	0,32 ±0,22	0,38 ±0,35
20ml	0,75 ±0,91	0,63 ±0,52	0,68 ±0,57	0,28 ±0,26	0,35 ±0,35	0,31 ±0,30	0,59 ±0,43	0,66 ±0,69	1,00 ±1,32	0,24 ±0,23	0,22 ±0,27	0,23 ±0,25	0,70 ±0,96	0,48 ±0,36	0,55 ±0,58	0,70 ±1,40	0,29 ±0,35	0,22 ±0,28

Tabela 5a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região média da língua

Comparação	Valor de p
Jovem > Idoso	0,015

As Tabelas 6 e 7 mostram os valores encontrados para função da **região posterior da língua** na deglutição, no que diz respeito ao pico da pressão e à duração, respectivamente. Como demonstra a Tabela 6a, diferente pico de pressão foi encontrado de acordo com a variação da consistência do bolo alimentar oferecido, tendo sido verificado maiores valores para a deglutição de pudim em comparação às consistências líquido engrossado ($p=0,047$) e líquido fino ($p<0,001$). Além disso, na deglutição de líquido engrossado foi verificado maior pico de pressão do que na deglutição de líquido fino ($p=0,009$).

Resultados da pressão gerada pela região posterior da língua contra o palato revelaram impacto da amplitude de estimulação para o grupo de indivíduos jovens (Tabela 6b). O nível sensorial de estimulação diminuiu os valores do pico de pressão durante a deglutição de 10ml de pudim ($p=0,050$), enquanto tanto o nível motor quanto o sensorial reduziram as medidas de pressão em comparação à situação sem EENM ($p=0,060$) para os volumes de 20ml de líquido engrossado. Por outro lado, o pico da pressão em região posterior da língua foi maior quando aplicada a estimulação sensorial em relação à estimulação motora para a deglutição de volume de 20ml de pudim ($p=0,039$).

De acordo com a Tabela 7a, a consistência também influenciou a duração da pressão que a língua exerceu contra o palato, uma vez que a deglutição de pudim foi mais longa do que a de líquido fino ($p<0,001$). Além disso, efeito da EENM na duração da pressão gerada em região posterior de língua também foi identificado, onde o nível sensorial resultou no aumento do tempo medido durante a função de deglutição em relação à situação sem estimulação.

Tabela 6 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico de pressão (em mmHg) gerada durante o contato da **região posterior da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	132,72 ±63,02	146,56 ±67,97	173,89 ±96,85	111,44 ±55,95	136,11 ±65,58	164,62 ±89,90	120,74 ±56,49	150,10 ±59,50	157,60 ±73,16	125,02 ±82,06	152,13 ±78,12	164,54 ±85,06	125,24 ±63,66	141,47 ±97,80	161,98 82,92	127,11 ±69,73	137,83 ±61,01	154,38 ±71,56
10ml	134,41 ±79,56	144,44 ±70,88	174,65 ±80,99	101,92 ±55,57	137,10 ±80,22	153,00 ±93,9	126,51 ±64,51	145,17 ±66,77	157,63 ±76,64	122,96 ±80,45	138,61 ±58,79	172,12 ±95,34	129,75 ±77,19	142,80 ±85,83	161,33 ±81,62	111,36 ±47,98	144,72 ±71,18	157,39 ±78,63
20ml	135,07 ±70,56	158,34 ±87,09	159,51 ±94,37	119,48 ±60,82	120,41 ±68,18	166,46 ±82,08	126,44 ±56,20	134,28 ±80,78	180,96 ±92,14	126,36 ±60,17	132,06 ±62,16	155,20 ±67,78	127,93 ±70,38	134,13 ±77,81	154,37 ±95,32	134,61 ±75,33	146,81 ±79,23	139,09 ±84,26

Tabela 6a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região posterior da língua

Comparação	Valor de p
Pudim > Líquido Fino	<0,001
Pudim > Líquido Engrossado	0,047
Líquido Engrossado > Líquido Fino	0,009

Tabela 6b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região posterior da língua

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Jovem	20ml líquido engrossado	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,006
Jovem	20ml líquido engrossado	Nível Motor < Sem Estimulação	0,006
Jovem	10ml pudim	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,050
Jovem	20ml pudim	Nível Sensorial > Nível Motor	0,039

Tabela 7 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão gerada durante o contato da **região posterior da língua** contra o palato duro, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	1,66 ±2,96	1,17 ±0,96	1,25 ±1,10	0,78 ±0,29	0,84 ±0,45	0,72 ±0,15	2,63 ±4,01	2,27 ±2,95	2,09 ±3,00	0,58 ±0,27	0,94 ±0,70	0,98 ±0,50	1,80 ±3,62	1,56 ±1,66	1,85 ±2,35	0,64 ±0,18	0,90 ±0,41	1,10 ±1,13
10ml	1,37 ±2,20	1,75 ±2,73	1,98 ±2,85	0,58 ±0,25	0,59 ±0,35	0,67 ±0,26	2,08 ±3,05	2,00 ±2,38	1,90 ±2,61	0,72 ±0,59	0,79 ±0,54	0,90 ±0,45	2,58 ±5,02	1,80 ±2,02	2,41 ±4,05	0,67 ±0,30	0,67 ±0,22	0,87 ±0,42
20ml	1,58 ±2,44	1,64 ±2,07	1,86 ±2,04	0,67 ±0,27	0,60 ±0,32	0,74 ±0,34	1,41 ±2,68	1,71 ±2,47	1,96 ±2,30	0,66 ±0,43	0,66 ±0,24	1,01 ±0,52	0,92 ±0,64	1,95 ±2,73	2,03 ±2,75	0,72 ±0,49	0,89 ±0,60	1,02 ±0,59

Tabela 7a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região posterior da língua

Comparação	Valor de p
Pudim > Líquido Fino	<0,001
Nível Sensorial > Sem Estimulação	0,017

5.2 MANOMETRIA FARÍNGEA

Os resultados obtidos por meio do exame de manometria faríngea, considerando as medidas da pressão em **Orofaringe – Base da Língua**, no que se refere ao pico e à duração, encontram-se apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

A análise estatística (Tabela 8a) não encontrou diferenças entre os grupos de jovens e idosos em relação ao pico de pressão, porém o grupo de indivíduos jovens apresentou maior pico de pressão durante a deglutição de 20ml em comparação a 5ml ($p=0,015$).

Já a duração da pressão gerada em base de língua foi mais longa em idosos em relação aos indivíduos jovens ($p=0,018$), sendo que também foi encontrado maior duração na deglutição de 20ml em comparação aos volumes de 10ml e 5ml ($p<0,001$) para ambos os grupos (Tabela 9a). Foi possível verificar o efeito do nível de eletroestimulação para o grupo de idosos (Tabela 9b), tendo sido encontrado que a estimulação motora aumentou a duração da pressão gerada em região orofaríngea em relação à situação sem estimulação ($p=0,048$) durante a deglutição de 20 ml de pudim.

Tabela 8 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) medido em **orofaringe (base da língua)**, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	93,07 ±67,46	83,86 ±27,73	88,56 ±27,77	121,44 ±126,99	129,11 ±121,08	95,98 ±52,42	95,67 ±79,79	84,84 ±29,99	83,06 ±32,77	131,59 ±118,23	136,62 ±121,07	100,40 ±65,43	89,16 ±49,33	79,50 ±27,38	85,79 ±27,68	127,23 ±118,77	99,47 ±68,96	92,05 ±52,54
10ml	102,50 ±94,71	85,10 ±25,64	85,71 ±26,58	97,42 ±68,47	93,78 ±52,69	96,78 ±67,28	94,99 ±80,16	85,85 ±29,07	83,26 ±29,44	98,42 ±67,98	96,48 ±70,12	97,18 ±58,52	102,28 ±76,39	87,63 ±31,43	88,34 ±28,32	96,38 ±60,24	96,45 ±59,83	93,91 ±53,26
20ml	106,44 ±86,67	104,02 ±98,84	84,60 ±24,11	112,74 ±84,21	97,59 ±74,80	100,38 ±66,34	105,97 ±83,89	84,04 ±27,96	87,97 ±27,98	99,01 ±70,65	96,45 ±72,98	109,58 ±59,79	118,40 ±95,22	83,80 ±29,19	89,13 ±26,83	97,18 ±55,05	99,23 ±65,72	92,62 ±50,81

Tabela 8a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão medida em região de base da língua

Grupo	Comparação	Valor de p
Jovem	20ml > 5ml	0,015

Tabela 9 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da pressão medida em **orofaringe (base da língua)**, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	0,50 ±0,12	0,51 ±0,12	0,52 ±0,10	0,55 ±0,17	0,57 ±0,13	0,57 ±0,10	0,53 ±0,17	0,52 ±0,09	0,49 ±0,06	0,60 ±0,12	0,62 ±0,19	0,61 ±0,11	0,50 ±0,14	0,55 ±0,17	0,52 ±0,11	0,61 ±0,15	0,68 ±0,20	0,62 ±0,16
10ml	0,54 ±0,18	0,53 ±0,13	0,54 ±0,09	0,62 ±0,15	0,61 ±0,15	0,63 ±0,14	0,54 ±0,19	0,56 ±0,11	0,55 ±0,12	0,60 ±0,14	0,62 ±0,10	0,66 ±0,14	0,40 ±0,14	0,55 ±0,07	0,55 ±0,09	0,64 ±0,15	0,66 ±0,10	0,63 ±0,18
20ml	0,56 ±0,13	0,57 ±0,12	0,57 ±0,13	0,80 ±0,47	0,66 ±0,15	0,62 ±0,15	0,57 ±0,15	0,60 ±0,09	0,64 ±0,30	0,74 ±0,38	0,66 ±0,17	0,69 ±0,16	0,53 ±0,12	0,56 ±0,06	0,57 ±0,18	0,78 ±0,37	0,73 ±0,27	0,76 ±0,24

Tabela 9a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em região de base da língua

Comparação	Valor de p
Idoso > Jovem	0,018
20ml > 10ml	<0,001
20ml > 5ml	<0,001

Tabela 9b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da pressão medida em região de base da língua

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Idoso	20ml pudim	Nível Motor > Sem Estimulação	0,048

Os resultados encontrados para a pressão em **Hipofaringe**, no que diz respeito ao pico e à duração da pressão medidas nas diferentes provas conduzidas neste estudo são apresentados nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

As pressões medidas em hipofaringe revelaram efeito da EENM para os indivíduos idosos, sendo o nível motor reduziu o pico da pressão em hipofaringe nestes indivíduos em comparação à ausência de estimulação ($p=0,044$), especificamente para a consistência de 20ml de pudim (Tabela 10a).

A análise estatística (Tabela 11a) mostrou que a duração da pressão gerada em hipofaringe foi maior para o grupo de idosos em comparação aos jovens ($p=0,002$). Esse parâmetro foi influenciado pelo volume do bolo, uma vez que a duração durante a deglutição de 20ml foi superior à encontrada para os volumes de 10ml e 5ml, assim como 10ml mostrou maior duração em relação a 5ml ($p<0,001$). Além disso, no grupo de jovens a deglutição de líquido fino apresentou menor duração do que as consistências líquido engrossado e pudim ($p<0,001$). Não foi encontrado efeito dos diferentes níveis de EENM em relação à duração da pressão medida em orofaringe.

Tabela 10 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) medida em **Hipofaringe**, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	118,60 ±81,21	100,54 ±43,97	105,15 ±34,63	91,92 ±49,22	119,68 ±71,97	120,85 ±69,53	94,75 ±47,94	116,81 ±69,45	101,62 ±46,64	114,16 ±85,74	95,55 ±44,60	97,88 ±58,53	114,49 ±96,91	106,12 ±38,46	103,75 ±36,48	114,97 ±75,71	11,82 ±57,89	107,92 ±57,91
10ml	123,74 ±87,00	100,94 ±33,80	104,69 ±37,54	94,48 ±47,71	98,55 ±47,44	94,70 ±46,70	119,38 ±83,03	115,40 ±83,14	106,68 ±44,70	82,02 ±38,75	83,01 ±30,93	91,05 ±41,84	136,90 ±101,31	119,60 ±50,35	106,50 ±46,95	125,06 ±91,55	108,45 ±56,33	128,46 ±76,81
20ml	107,77 ±59,32	105,47 ±42,45	99,85 ±37,45	110,80 ±68,78	83,06 ±24,82	116,62 ±83,15	128,11 ±101,82	117,69 ±95,80	113,04 ±65,62	93,49 ±40,23	105,75 ±90,96	113,20 ±81,89	125,19 ±77,91	117,88 ±54,86	128,19 ±72,21	109,22 ±82,70	151,55 ±118,01	85,43 ±39,80

Tabela 10a - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao pico da pressão medida em região de hipofaringe

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Idoso	20ml pudim	Nível Motor < Sem Estimulação	0,044

Tabela 11 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) medida em **Hipofaringe**, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	0,34 ±0,12	0,40 ±0,10	0,43 ±0,12	0,47 ±0,17	0,49 ±0,15	0,56 ±0,23	0,33 ±0,17	0,44 ±0,11	0,44 ±0,14	0,48 ±0,12	0,49 ±0,15	0,51 ±0,12	0,35 ±0,13	0,44 ±0,12	0,46 ±0,11	0,50 ±0,16	0,53 ±0,17	0,55 ±0,25
10ml	0,42 ±0,19	0,51 ±0,13	0,48 ±0,11	0,51 ±0,19	0,53 ±0,18	0,61 ±0,29	0,35 ±0,15	0,52 ±0,10	0,50 ±0,08	0,55 ±0,16	0,54 ±0,13	0,57 ±0,15	0,41 ±0,16	0,55 ±0,12	0,51 ±0,10	0,52 ±0,17	0,55 ±0,16	0,56 ±0,22
20ml	0,49 ±0,19	0,58 ±0,12	0,55 ±0,08	0,66 ±0,23	0,62 ±0,16	0,63 ±0,24	0,47 ±0,22	0,58 ±0,11	0,56 ±0,11	0,63 ±0,18	0,60 ±0,15	0,58 ±0,17	0,42 ±0,16	0,60 ±0,11	0,56 ±0,10	0,58 ±0,15	0,67 ±0,22	0,60 ±0,24

Tabela 11a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida em hipofaringe

Grupo	Comparação	Valor de p
---	Idoso > Jovem	0,002
---	20ml > 10ml	<0,001
---	20ml > 5ml	<0,001
---	10ml > 5 ml	<0,001
Jovem	Pudim > Líquido Fino	<0,001
Jovem	Líquido Engrossado > Líquido Fino	<0,001

Os resultados medidos para a **onda E**, que representa o pico de pressão relacionada à elevação da laringe, durante a deglutição de diferentes volumes e consistências, encontram-se apresentados na Tabela 12.

A análise estatística demonstrou não haver diferenças entre os valores encontrados para os indivíduos avaliados, considerando a idade, volumes e consistências testadas.

Porém, como pode ser verificado por meio da Tabela 12a, a aplicação da EENM motora aumentou a pressão nos jovens em relação à deglutição não estimulada ($p=0,038$) para o volume de 5ml de líquido engrossado, enquanto o mesmo nível de estimulação, bem como a estimulação sensorial, reduziram o pico de pressão da onda E para o volume de 10ml de líquido engrossado ($p=0,043$). Além disso, no grupo de idosos a EENM sensorial aumentou a pressão em relação à ausência de estimulação, como também em comparação ao nível motor ($p=0,041$), na deglutição de 20ml de pudim.

Tabela 12 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico da pressão (em mmHg) da **onda E**, para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10 e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	36,97 ±28,02	33,16 ±17,39	38,72 ±23,70	29,02 ±24,10	29,21 ±17,72	32,98 ±21,83	34,40 ±28,78	40,09 ±27,02	41,48 ±30,32	32,13 ±22,46	26,85 ±18,23	32,76 ±19,52	32,04 ±23,79	41,54 ±24,84	38,54 ±24,73	32,14 ±25,09	35,80 ±25,87	30,02 ±25,50
10ml	33,61 ±24,90	38,42 ±26,67	37,07 ±21,64	26,06 ±20,92	30,61 ±21,91	31,49 ±21,85	32,50 ±26,20	32,86 ±20,17	36,88 ±31,46	37,48 ±23,28	33,03 ±27,01	30,17 ±17,77	36,68 ±33,02	32,97 ±21,12	35,59 ±25,41	27,44 ±25,49	31,61 ±25,39	24,82 ±19,29
20ml	33,88 ±28,06	28,94 ±17,85	34,96 ±24,96	34,56 ±24,82	27,83 ±21,29	22,77 ±16,24	35,44 ±24,79	34,92 ±29,02	37,10 ±29,88	33,79 27,64	31,18 ±22,33	37,13 ±21,17	40,80 ±33,34	38,99 ±37,57	38,94 ±25,70	29,85 ±24,99	24,66 ±18,84	24,29 ±18,23

Tabela 12a - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação a dois critérios em relação ao pico da pressão da onda E

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Jovem	5ml líquido engrossado	Nível Motor > Sem Estimulação	0,038
Jovem	10ml líquido engrossado	Nível Motor < Sem Estimulação	0,043
Jovem	10ml líquido engrossado	Nível Sensorial < Sem Estimulação	0,043
Idoso	20ml pudim	Nível Sensorial > Sem Estimulação	0,041
Idoso	20ml pudim	Nível Sensorial > Nível Motor	0,041

Os valores obtidos para o **Pico de Pressão Negativa** durante o relaxamento do EES são mostrados na Tabela 13.

A análise dos dados (Tabela 13a) mostrou diferenças em relação aos volumes e consistências testadas. As medidas encontradas durante a deglutição da consistência de pudim foram inferiores à verificadas para líquido fino ($p=0,001$) e engrossado ($p=0,043$), demonstrando maior relaxamento do EES com o aumento da consistência. Por outro lado, na deglutição de volumes de 20ml foram obtidos valores de pressão mais altos em comparação a 10ml e 5ml ($p<0,001$), sendo que o volume de 10ml resultou em maiores pressões do que 5ml ($p=0,029$).

Não foi encontrado efeito dos diferentes níveis de EENM no pico de pressão negativa relacionada à função do EES em ambos os grupos avaliados.

Tabela 13 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos em relação ao **Pico da Pressão Negativa** (em mmHg), para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5, 10 e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	-6,32	-6,44	-8,45	-4,23	-3,69	-3,56	-6,05	-5,93	-7,64	1,94	-2,78	-4,05	-5,64	-6,66	-7,77	-1,19	-1,38	-4,66
	±5,17	±5,41	±5,79	±6,15	±9,18	±10,41	±4,82	±5,08	±6,14	±20,35	±8,28	±10,94	±6,46	±5,12	±5,99	±5,99	±7,75	±10,05
10ml	-4,29	-4,80	-5,00	-1,80	-2,16	-3,51	-3,91	-5,25	-5,90	-1,85	-2,73	-2,40	-4,08	-4,63	-5,44	0,27	0,16	-1,11
	±5,00	±7,28	±7,52	4,40	±8,67	±10,27	±4,99	±6,13	±5,99	±5,90	±8,71	±8,30	±6,06	±5,33	±4,86	±5,37	±6,99	±10,32
20ml	-0,86	-1,59	-3,32	0,36	1,71	-1,39	-0,50	-1,49	-3,97	1,83	-0,61	-0,59	-0,67	-0,45	-3,40	1,54	1,58	0,08
	±4,45	±6,65	±6,60	±5,88	±8,62	±9,74	±4,42	±6,57	±7,37	±7,30	±7,58	±13,28	±4,94	±5,77	±8,41	±8,42	±7,94	±8,77

Tabela 13a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao pico da pressão negativa

Comparação	Valor de p
20ml > 10ml	<0,001
20ml > 5ml	<0,001
10ml > 5 ml	0,029
Pudim < Líquido Fino	0,001
Pudim < Líquido Engrossado	0,043

O pico da amplitude e a duração da **onda C** foi medida e os valores obtidos estão demonstrados nas Tabelas 14 e 15, respectivamente. A análise estatística demonstrou não haver diferenças em relação ao pico da onda quanto aos diferentes parâmetros estudados.

Já no que diz respeito à duração, os resultados obtidos por meio da aplicação dos testes estatísticos são apresentados na Tabela 15a, mostrando que a onda C foi mais longa para jovens em relação aos idosos ($p=0,038$). Além disso, para o grupo de jovens, a duração da onda C foi diferente de acordo com as consistências testadas, onde a deglutição de líquido fino teve maior duração do que líquido engrossado ($p=0,050$) e pudim ($p<0,001$), sendo o líquido engrossado também superior ao pudim ($p=0,011$). Adicionalmente, os participantes de ambos os grupos apresentaram menor resposta durante deglutições de volumes de 20ml em comparação a 5ml ($p=0,015$).

Por fim, não foi encontrado efeito dos diferentes níveis de EENM nas medidas de amplitude e duração da onda C durante a deglutição dos diferentes volumes e consistências testadas, para ambos os grupos.

Tabela 14 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o pico (em mmHg) da **onda C** para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	163,55	151,56	146,76	168,41	176,20	157,74	157,98	157,53	145,28	164,35	170,26	192,66	147,18	155,90	150,78	159,78	166,97	150,59
	±71,99	±59,52	±69,99	±105,25	±103,55	±66,87	±54,81	±55,52	±40,40	±100,23	±84,73	±98,39	±44,81	±54,82	±58,09	±78,37	±109,29	±70,21
10ml	166,87	154,79	160,08	173,84	190,02	151,96	162,34	159,40	142,87	184,48	178,50	159,56	153,16	153,23	148,87	171,36	170,88	131,14
	±77,57	±66,26	±53,79	±101,65	±121,45	±66,59	±54,16	±65,77	±37,18	±102,26	±102,41	±84,15	±50,22	±53,59	±51,91	±102,64	±104,70	±50,27
20ml	170,56	165,28	152,18	182,43	159,11	142,42	154,33	157,64	152,44	178,65	170,48	173,12	155,78	172,23	154,05	168,97	147,40	151,05
	±83,46	±75,49	±52,97	±125,71	±82,25	±55,23	±43,50	±48,18	±49,70	±104,99	±99,90	±99,99	±56,64	±58,06	±45,76	±102,56	±62,56	±59,01

Tabela 15 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a duração (em segundos) da **onda C** para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	1,13 ±0,52	1,12 ±0,52	1,03 ±0,41	0,88 ±0,47	0,79 ±0,27	0,70 ±0,23	1,22 ±0,51	1,08 ±0,56	1,03 ±0,75	0,65 ±0,35	0,85 ±0,48	0,77 ±0,43	1,06 ±0,53	1,02 ±0,49	0,96 ±0,54	0,84 ±0,53	0,96 ±0,52	0,93 ±0,60
10ml	1,03 ±0,43	0,93 ±0,42	0,92 ±0,43	0,89 ±0,61	0,75 ±0,31	0,68 ±0,28	1,21 ±0,58	1,05 ±0,45	0,83 ±0,33	0,80 ±0,30	0,76 ±0,33	0,75 ±0,32	1,12 ±0,51	1,03 ±0,57	0,90 ±0,40	0,79 ±0,38	0,77 0,36	0,86 ±0,61
20ml	1,08 ±0,80	0,97 ±0,46	0,89 ±0,34	0,88 ±0,61	0,75 ±0,30	0,74 ±0,35	0,95 ±0,42	0,93 ±0,39	0,87 ±0,47	0,79 ±0,51	0,72 ±0,32	0,78 ±0,30	1,03 ±0,49	1,02 ±0,44	0,94 ±0,50	0,64 ±0,25	0,76 ±0,35	0,96 ±0,71

Tabela 15a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da pressão medida na onda C

Grupo	Comparação	Valor de p
---	Jovem > Idosos	0,038
Jovem	20ml < 5ml	0,015
Jovem	Líquido Fino > Líquido Engrossado	0,050
Jovem	Líquido Fino > Pudim	<0,001
Jovem	Líquido Engrossado > Pudim	0,011

Os resultados encontrados para o **Tempo de Relaxamento do EES** estão apresentados na Tabela 16. A análise dos dados (Tabela 16a) demonstrou que o tempo de relaxamento do EES aumentou de acordo com o aumento do volume do alimento, sendo mais longo na deglutição de volumes de 20ml em comparação à 10ml ($p=0,023$) e 5ml ($p<0,001$).

Para o grupo de idosos, a EENM em nível sensorial resultou em aumento do tempo de relaxamento do EES em comparação à estimulação motora ($p=0,004$) durante a deglutição de 5ml de líquido engrossado, como também em relação à ausência de estimulação e quando comparado ao nível motor ($p=0,023$) quando testados volumes de 10ml de líquido engrossado (Tabela 16b).

Tabela 16 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para o **Tempo de Relaxamento do EES** (em segundos) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	0,60 ±0,30	0,56 ±0,34	0,54 ±0,29	0,53 ±0,18	0,47 ±0,22	0,49 ±0,28	0,60 ±0,22	0,64 ±0,50	0,54 ±0,30	0,52 ±0,16	0,53 ±0,20	0,58 ±0,29	0,57 ±0,15	0,59 ±0,23	0,51 ±0,17	0,52 ±0,18	0,43 ±0,19	0,45 ±0,18
10ml	0,67 ±0,35	0,61 ±0,22	0,55 ±0,24	0,51 ±0,18	0,49 ±0,21	0,55 ±0,28	0,64 ±0,22	0,58 ±0,20	0,63 ±0,36	0,57 ±0,24	0,60 ±0,20	0,53 ±0,22	0,66 ±0,22	0,68 ±0,36	0,64 ±0,34	0,51 ±0,17	0,49 ±0,17	0,48 0,29
20ml	0,65 ±0,23	0,77 ±0,56	0,71 ±0,26	0,54 ±0,23	0,59 ±0,29	0,58 ±0,33	0,66 ±0,29	0,79 ±0,32	0,79 0,45	0,58 ±0,28	0,55 ±0,28	0,58 ±0,28	0,70 ±0,22	0,77 ±0,35	0,68 ±0,39	0,55 ±0,30	0,58 ±0,24	0,60 ±0,30

Tabela 16a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação ao tempo de relaxamento do EES

Comparação	Valor de p
20ml > 10ml	0,023
20ml > 5ml	<0,001

Tabela 16b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação ao tempo de relaxamento do EES

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Idoso	5ml líquido engrossado	Nível Sensorial > Nível Motor	0,004
Idoso	10ml líquido engrossado	Nível Sensorial > Nível Motor	0,023
Idoso	10ml líquido engrossado	Nível Sensorial > Sem Estimulação	0,023

5.3 RESPIRAÇÃO

Os resultados obtidos para a **duração da apnéia** durante a deglutição de diferentes volumes e consistências testadas encontram-se apresentados na Tabela 17.

Foi verificado, por meio da análise estatística (Tabela 17a), que a duração foi maior de acordo com o aumento do volume e da consistência do alimento. Assim, o tempo de apnéia foi maior durante a deglutição de pudim em comparação à consistências líquido fino e ($p=0,013$) e líquido engrossado ($p=0,002$). Além disso, a duração da apnéia foi maior para volumes de 20ml em relação à 10ml ($p=0,013$) e 5ml ($p<0,001$), como também para o volume de 10ml em comparação à 5ml ($p<0,001$).

No que se refere ao efeito da EENM (Tabela 17b), para o grupo de jovens o nível motor aumentou a duração da apnéia da deglutição em comparação à deglutição sem estimulação ($p=0,050$) na deglutição de 10ml de pudim, enquanto em idosos o aumento do tempo da apnéia com a estimulação motora foi verificado em comparação ao nível sensorial ($p= 0,050$) na deglutição de 20ml de líquido fino.

Tabela 17 - Valores da média e desvio padrão dos resultados obtidos para a **Duração da Apnéia da Deglutição** (em segundos) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml, 10ml e 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
5ml	0,83 ±0,21	0,82 ±0,22	0,95 ±0,32	0,78 ±0,23	0,81 ±0,30	0,85 ±0,28	0,94 ±0,31	0,90 ±0,30	0,94 ±0,35	0,77 ±0,34	0,80 ±0,32	0,94 ±0,36	0,91 ±0,25	0,88 ±0,32	0,91 ±0,25	0,78 ±0,24	0,82 ±0,33	0,80 ±0,33
10ml	0,85 ±0,18	0,87 ±0,25	0,91 ±0,33	0,90 ±0,48	0,88 ±0,37	1,20 ±1,31	0,96 ±0,33	0,85 ±0,20	0,96 ±0,34	0,87 ±0,26	0,98 ±0,44	1,53 ±1,57	0,94 ±0,26	1,01 ±0,53	1,11 ±0,56	0,85 ±0,32	0,80 ±0,26	0,98 ±0,61
20ml	0,87 ±0,20	0,95 ±0,28	1,01 ±0,59	1,20 ±0,56	0,95 ±0,47	1,02 ±0,41	0,94 ±0,19	0,99 ±0,36	1,14 ±0,52	0,92 ±0,50	0,97 ±0,59	0,90 ±0,30	0,87 ±0,17	0,89 ±0,21	1,14 ±0,78	1,36 ±0,96	1,09 ±0,56	1,14 ±0,57

Tabela 17a - Apresentação dos resultados da Análise Multivariada a quatro critérios em relação à duração da apnéia da deglutição

Comparação	Valor de p
20ml > 10ml	0,013
20ml > 5ml	<0,001
10ml > 5ml	<0,001
Pudim > Líquido Engrossado	0,002
Pudim > Líquido Fino	0,013

Tabela 17b - Apresentação dos resultados da Análise de Variância a dois critérios em relação à duração da apnéia da deglutição

Grupo	Volume/Consistência	Comparação	Valor de p
Jovem	10ml pudim	Nível Motor > Sem Estimulação	0,050
Idoso	20ml líquido fino	Nível Motor > Nível Sensorial	0,050

As Tabelas 18, 19 e 20 apresentam os **padrões respiratórios pré e pós-deglutição** para os indivíduos estudados. De acordo com a análise estatística, foi verificada diferença entre o padrão de apnéia entre jovens e idosos ($p < 0,05$), para todas as provas de deglutição realizadas neste estudo (Tabelas 18a, 19a e 20a). A expiração antes e após a deglutição foi o comportamento respiratório mais comum para o grupo de jovens, enquanto idosos apresentaram inspiração após a deglutição frequentemente.

Não foi encontrado efeito da EENM sobre o padrão respiratório anterior e posteriormente à apnéia da deglutição em ambos os grupos estudados ($p > 0,05$).

Tabela 18 - Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes **Padrões Respiratórios** antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 5ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
E/E	85,00	85,00	70,00	28,57	50,00	42,86	75,00	80,00	85,00	35,71	57,14	42,86	75,00	90,00	80,00	42,86	64,29	28,57
E/I	05,00	00,00	00,00	42,86	35,71	42,86	05,00	00,00	00,00	50,00	35,71	35,71	00,00	00,00	00,00	50,00	28,57	64,29
I/E	10,00	15,00	30,00	07,14	14,29	07,14	20,00	20,00	15,00	14,29	00,00	14,29	25,00	10,00	20,00	00,00	00,00	07,14
I/I	00,00	00,00	00,00	21,43	00,00	07,14	00,00	00,00	00,00	00,00	07,14	07,14	00,00	00,00	00,00	07,14	07,14	00,00

Tabela 18a - Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 5ml

Condição de Estimulação	Consistência	Comparação	Valor de p
Sem estimulação	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,002
Sem estimulação	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,014
Sem estimulação	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,004
Estimulação sensorial	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,009
Estimulação sensorial	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,007
Estimulação sensorial	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,013
Estimulação motora	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	<0,001
Estimulação motora	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,026
Estimulação motora	Pudim	Jovem ≠ Idoso	<0,001

Tabela 19 - Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes **Padrões Respiratórios** antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 10ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
E/E	90,00	65,00	80,00	07,14	42,86	35,71	80,00	85,00	75,00	35,71	42,86	35,71	70,00	75,00	80,00	42,86	42,86	42,86
E/I	00,00	00,00	00,00	35,71	50,00	50,00	00,00	00,00	00,00	42,86	28,57	42,86	00,00	05,00	00,00	35,71	35,71	42,86
I/E	00,00	35,00	20,00	50,00	07,14	07,14	20,00	15,00	25,00	21,43	07,14	21,43	30,00	20,00	20,00	07,14	00,00	14,29
I/I	10,00	00,00	00,00	07,14	00,00	07,14	00,00	00,00	00,00	00,00	21,43	00,00	00,00	00,00	00,00	14,29	21,43	00,00

Tabela 19a - Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 10ml

Condição de Estimulação	Consistência	Comparação	Valor de p
Sem estimulação	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,002
Sem estimulação	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,001
Sem estimulação	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,002
Estimulação sensorial	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,003
Estimulação sensorial	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,006
Estimulação sensorial	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,004
Estimulação motora	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,004
Estimulação motora	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,005
Estimulação motora	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,005

Tabela 20 - Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos diferentes **Padrões Respiratórios** antes e após a deglutição (E/E = expiração/expiração; E/I = expiração/inspiração; I/E = inspiração/expiração; I/I = inspiração/inspiração) para os indivíduos dos grupos de jovens e de idosos, considerando os diferentes níveis de estimulação durante a deglutição de 20ml de líquido fino (LF), líquido engrossado (LE) e pudim (PD)

	Sem Estimulação						Estimulação Sensorial						Estimulação Motora					
	Jovem			Idoso			Jovem			Idoso			Jovem			Idoso		
	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD	LF	LE	PD
E/E	80,00	70,00	80,00	35.71	42.86	50,00	75.00	85.00	75.00	28.57	50,00	50,00	60,00	65.00	70,00	28.57	64.29	42.86
E/I	00,00	00,00	00,00	28.57	42.86	35.71	00,00	00,00	00,00	57.14	42.86	35.71	00,00	05.00	00,00	42.86	35.71	35.71
I/E	20,00	25.00	20,00	21.43	14.29	00,00	25.00	15.00	25.00	14.29	00,00	14.29	35.00	30,00	30,00	14.29	00,00	14.29
I/I	00,00	05.00	00,00	14.29	00,00	14.29	00,00	00,00	00,00	00,00	07.14	00,00	05.00	00,00	00,00	14.29	00,00	07.14

Tabela 20a - Apresentação dos resultados do teste qui-quadrado de Pearson em relação ao padrão respiratório antes e após a deglutição de alimentos de volumes de 20ml

Condição de Estimulação	Consistência	Comparação	Valor de p
Sem estimulação	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,011
Sem estimulação	Líquido Engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,013
Sem estimulação	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,003
Estimulação sensorial	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	<0,001
Estimulação sensorial	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,004
Estimulação sensorial	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,015
Estimulação motora	Líquido fino	Jovem ≠ Idoso	0,006
Estimulação motora	Líquido engrossado	Jovem ≠ Idoso	0,014
Estimulação motora	Pudim	Jovem ≠ Idoso	0,015

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou compreender como a estimulação elétrica neuromuscular (EENM), num posicionamento específico de eletrodos, modifica a fisiologia da deglutição em indivíduos saudáveis, no que diz respeito às fases oral e faríngea, considerando diferentes consistências e volumes de alimentos, bem como o processo de envelhecimento. A literatura aborda o efeito da aplicação da EENM em adultos saudáveis em relação ao movimento da laringe (BURNETT et al., 2003; HUMBERT et al., 2006), atividade eletromiográfica da musculatura submentoniana (SUITER; LEDER; RUARK, 2006; PARK et al., 2009), pressões em orofaringe e hipofaringe (DOELTGEN; HECK; HUCKABEE, 2010) na deglutição, assim como na função das pregas vocais durante a respiração (HUMBERT et al., 2008).

Na presente pesquisa foram aplicados diferentes níveis de estimulação elétrica, sendo o nível sensorial 2mA abaixo do nível motor, enquanto a estimulação motora foi padronizada em 2mA a menos do que o máximo nível de tolerância, determinados individualmente. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre a amplitude de estimulação aplicada para os dois grupos estudados (jovens e idosos), porém nos idosos níveis mais altos foram utilizados, em especial no que diz respeito à estimulação motora (Tabela 1). Tendo em vista que a determinação do nível de estimulação é baseada na sensação referida pelo paciente, déficits sensoriais e motores decorrentes do envelhecimento, relatados por Nilsson et al. (1996) e associados à neurofisiologia da deglutição por Humbert et al. (2009), podem justificar a maior variabilidade da amplitude da EENM aplicada aos idosos.

Durante a deglutição, a função da língua tem como objetivo a propulsão do bolo para a orofaringe. A natureza e a magnitude do movimento, assim como a duração e a pressão resultantes do contato da língua contra o palato em diferentes regiões da língua são distintos (KENNEDY; KENT, 1988; CHI-FISHMAN; STONE; MCCALL, 1998; TASKO; KENT; WESTBURY, 2002; ONO; HORI; NOKUBI, 2004; KENNEDY et al., 2010). Portanto, neste estudo a função dos terços anterior, médio e posterior da língua foi avaliada.

Os resultados da pressão da língua contra o palato durante a deglutição, tanto em região anterior (Tabelas 2 e 2a) como média (Tabelas 4 e 4a), mostraram que o grupo de jovens apresentou maior pico de pressão em relação ao grupo de idosos, o que concorda com os trabalhos desenvolvidos Robbins et al. (1995), Crow e Ship (1996), Nicosia et al. (2000), Youmans e Stierwalt (2006), Utanohara et al. (2008), Tamine et al. (2010). O mesmo comportamento foi observado para os parâmetros temporais, uma vez que a duração da pressão em região anterior (Tabelas 3 e 3a) e média (Tabelas 5 e 5a) da língua foi mais longa para os jovens em comparação aos idosos, o que também foi verificado por outros autores (MORGAN et al., 1994; STEELE; VAN LIESHOUT, 2009). É importante considerar as diferenças metodológicas entre os trabalhos citados e a presente pesquisa, tanto no que diz respeito aos métodos de avaliação, como também à condição de deglutição testada, uma vez que, diferentemente dos demais trabalhos descritos na literatura, neste estudo os indivíduos foram submetidos a diferentes tratamentos de EENM. As diferenças verificadas entre os grupos de jovens e idosos pode ser justificada pelo declínio funcional resultante do processo de sarcopenia dos músculos estriados esqueléticos (FIATARONE et al., 1990; FIATARONE; EVANS, 1993), como também da redução de massa e da força muscular (ROBBINS et al., 1995) relacionados ao processo de envelhecimento.

A análise das pressões geradas durante o contato da língua contra o palato duro na deglutição também indicaram que o pico de pressão em região anterior (Tabelas 2 e 2a) e posterior da língua (Tabelas 6 e 6a) aumentou de acordo com o aumento da consistência do bolo alimentar. Segundo Youmans e Stierwalt (2006), recrutamento adicional de força da língua é esperado para a propulsão de bolos de maior viscosidade em relação aos que exigem menor resistência. A influência da consistência na duração da pressão gerada em região posterior da língua também foi observada e caracterizada pelo aumento do tempo durante a deglutição de pudim em comparação ao líquido fino (Tabelas 7 e 7a), semelhantemente ao trabalho descrito por Steele, Bailey e Molfenter (2010).

No que diz respeito ao volume do alimento testado, foi verificado menor pressão medida em região média da língua contra o palato durante a deglutição de 20ml em comparação ao volume de 5ml (Tabelas 4 e 4a). Uma possível explicação para esse achado seria a estratégia utilizada por alguns indivíduos, especialmente

idosos, em fracionar o volume de 20ml em porções menores durante a fase oral preparatória da deglutição. Além disso, dados sobre modulação da força da língua sugerem que volumes maiores não estão associados ao aumento da força da língua na deglutição (POUDEROUX; KAHRILAS, 1995), justificando o fato da presente pesquisa não ter encontrado influência do volume ofertado nos resultados obtidos para as pressões medidas em região anterior e posterior da língua na função.

O nível de EENM aplicada demonstrou impacto fisiológico nas pressões geradas pela língua contra o palato durante a deglutição para determinados bolos alimentares testados, nos grupos estudados. Em idosos, o pico de pressão gerada durante o contato da região anterior da língua com o palato duro foi menor na presença tanto da estimulação sensorial como motora (Tabelas 2 e 2b), enquanto a duração foi reduzida apenas quando aplicada a estimulação motora (Tabelas 3 e 3b). Especificamente no grupo de jovens a estimulação sensorial demonstrou influenciar a função de língua, diminuindo as pressões em região anterior (Tabelas 2 e 2b) e média da língua, o que também ocorreu em região média da língua quando aplicada estimulação motora (Tabelas 4 e 4b). Ainda em jovens, o nível motor reduziu as pressões da região posterior da língua, enquanto o nível sensorial reduziu ou aumentou as pressões, quando comparado à ausência de estimulação ou ao nível motor, respectivamente (Tabelas 6 e 6b). Além disso, em ambos os grupos a estimulação sensorial resultou em aumento da duração do contato da região posterior da língua contra o palato na deglutição (Tabelas 7 e 7a).

Não forem encontrados, na literatura, estudos semelhantes, cujos resultados pudessem ser comparados ao do presente trabalho. A diminuição das pressões geradas pela língua quando em contato com o palato duro durante as deglutições estimuladas podem ser atribuídas ao fato de que a EENM aplicada em região submentoniana resulta, principalmente, em contração dos músculos supra-hióideos superficiais, tais como o milo-hióideo e o digástrico anterior, que atuam como abaixadores da mandíbula. Assim, o abaixamento da mandíbula poderia dificultar o contato da língua contra o palato, resultando em menores pressões. Por fim, a diminuição do pico de pressão poderia ser compensada pelo aumento da duração do tempo de contato entre as estruturas, com o propósito de tornar efetivo o processo de propulsão do bolo alimentar, justificando os achados para a região posterior da língua.

O exame de manometria faríngea realizado neste estudo demonstrou que idosos apresentaram maior duração da pressão gerada em região de orofaringe (Tabelas 9 e 9a) e hipofaringe (Tabelas 11 e 11a) durante a deglutição quando os resultados foram comparados ao grupo de jovens. Do mesmo modo, a influência da idade na duração da pressão orofaríngea foi verificada por Perlman, Schultz e VanDaele (1993), enquanto Shaker et al. (1993) também encontraram aumento da amplitude e da pressão gerada em hipofaringe em idosos quando comparados aos jovens. Além disso, a pressão medida na onça C não demonstrou diferenças em relação aos grupos estudados (Tabela 14), porém a duração da onda C foi menor para os idosos em relação aos jovens (Tabelas 15 e 15a), o que pode ser justificado pelos prejuízos da função do EES com a idade (GREGERSEN; PEDERSEN; DREWES, 2008), sendo que Butler et al. (2010) relacionaram a diminuição das pressões medidas em faringe com a presença de aspiração em idosos. Com o envelhecimento, a abertura do EES e a excursão hiolaríngea encontram-se reduzidos, sendo que tais mudanças estão associadas com o aumento da pressão intrabolo, sugerindo aumento da resistência do fluxo pela faringe em idosos, quando comparado com jovens (KERN et al., 1999), resultando em atraso no trânsito oro e hipofaríngeo (SHAW et al., 1995), bem como na queda de pressão em EES com o avanço da idade (YOKOYAMA et al., 2000).

O aumento do volume do alimento resultou em aumento do pico de pressão em orofaringe, especificamente no grupo de jovens (Tabelas 8 e 8a), semelhantemente ao trabalho conduzido por Hoffman et al. (2010), bem como a duração das pressões medidas em orofaringe (Tabelas 9 e 9a) e hipofaringe (Tabelas 11 e 11a), em ambos os grupos. Segundo Castell, Dalton e Castell (1990), as contrações verificadas na faringe se tornam progressivamente mais longas com o aumento do volume do bolo. Tais respostas fisiológicas podem ser justificadas pelo fato de que a deglutição de grandes volumes requer um período de reconfiguração faríngea, onde o movimento da língua e estruturas da laringe estão envolvidas (KAHRILAS et al., 1996), podendo resultar em maior tempo e pressão de acordo com o aumento do volume. Além disso, o tempo de relaxamento do EES foi prolongado com o aumento do volume ofertado (Tabelas 16 e 16a), concordando com diversos autores (KAHRILAS et al., 1988; CASTELL; DALTON; CASTELL, 1990; KAHRILAS; LOGMANN, 1993; HOFFMAN et al., 2010), o que pode ser

atribuído ao aumento da excursão anterior e superior do osso hióide acompanhando a mudança de volume do bolo na faringe (HOFFMAN et al., 2010). Por outro lado, semelhantemente ao encontrado por Gumbley et al. (2008), o pico de pressão medido para os participantes desta pesquisa apresentou valores mais altos na presença de maiores volumes de alimentos (Tabelas 13 e 13a), o que, segundo Hoffman et al. (2010) pode ser explicado pelo aumento do tempo de abertura do EES que resultaria em menor necessidade de pressão negativa para deglutir alimentos de maior volume, sendo tais achados distintos dos resultados publicados por Jacob et al. (1989). Diferentes posicionamentos dos sensores e movimentação do cateter durante os exames conduzidos com métodos distintos podem justificar as variações dos resultados obtidos para os estudos (GUMBLEY et al., 2008).

Nesta pesquisa foi encontrado que o aumento da consistência do alimento prolongou a duração da pressão em hipofaringe para os jovens (Tabelas 11 e 11a) concordando com os achados de Dantas et al. (1990) e Shaker et al. (1993). No que se refere ao aumento da viscosidade do bolo alimentar, Dantas e Dodds (1990) verificaram que tal aspecto está associado à maior pressão intrabolo em hipofaringe e no EES, bem como ao aumento da duração do período de relaxamento do EES, o que não foi confirmado neste trabalho. Além disso, o pico de pressão negativa medido para os participantes do presente estudo diminuiu de acordo com o aumento da consistência do alimento (Tabelas 13 e 13a), concordando com Raut, McKee e Johnston (2001). Por fim, a onda C apresentou maior duração na deglutição de alimentos menos consistentes e de menores volumes em jovens (Tabelas 15 e 15a). Segundo Mendell e Logemann (2007) o volume e a consistência do alimento influenciam parâmetros temporais relacionados à função do EES, sendo que tais autores, diferentemente desta pesquisa, utilizaram exame de videofluoroscopia para avaliar indivíduos saudáveis.

Portanto, em concordância com Butler et al. (2009), neste estudo foi encontrado que a idade dos participantes, bem como a consistência e o volume do alimento afetam parâmetros relacionados às fases faríngea e esofágica da deglutição. Além disso, semelhantemente ao relatado por Dantas et al. (1990), foi evidenciado que as variações de volume e de consistência do alimento tem distintas implicações sobre a fisiologia da deglutição.

No que diz respeito ao impacto da EENM na fase faríngea da deglutição, no grupo de idosos a estimulação motora aumentou a duração da pressão gerada em orofaringe (Tabelas 9 e 9b) e diminuiu o pico de pressão em hipofaringe (Tabelas 10 e 10a), enquanto a estimulação sensorial aumentou o pico de pressão da onda E (Tabelas 12 e 12a) e a duração do período de relaxamento do EES (Tabelas 16 e 16b). Para o grupo de jovens o efeito do nível de estimulação foi encontrado apenas em relação à onda E, onde o nível motor resultou em aumento ou redução do pico da pressão da onda, de acordo com a variação do volume de alimento testado, enquanto a estimulação sensorial reduziu os valores pressóricos (Tabelas 12 e 12a). Também estudando jovens saudáveis, Doeltgen, Heck e Huckabee (2010) verificaram tardia redução das pressões medidas em orofaringe e hipofaringe utilizando EENM em região submentoniana, sendo importante considerar as diferenças metodológicas entre os trabalhos.

De acordo com a literatura, determinados posicionamento de eletrodos durante a EENM podem resultar em redução da excursão hiolaríngea durante a deglutição em indivíduos saudáveis (HUMBERT et al., 2006), porém Leelamanit, Limsakul e Geater (2002) encontraram aumento da elevação laríngea utilizando estimulação elétrica sincronizada em indivíduos disfágicos. Neste estudo, o posicionamento dos eletrodos buscou estimular preferencialmente os músculos surpa-hióideos e o músculo tireo-hióideo, elevadores do hióide e da laringe. Assim, na presente pesquisa o impacto da EENM na fase faríngea da deglutição pode estar relacionada à posição da laringe durante a estimulação.

Especificamente o aumento da pressão em onda E e o prolongamento do período de relaxamento do EES nos idosos sinalizam o possível aumento da elevação do complexo hiolaríngeo com a estimulação elétrica, porém o mesmo comportamento não foi reproduzido para os jovens. Os distintos efeitos encontrados a partir da aplicação dos níveis de estimulação sensorial e motor de acordo com a idade mostram que o recrutamento de certos grupos musculares na região anterior do pescoço e/ou o *input* sensorial adicional durante a deglutição provido por meio da EENM pode modular diferentemente as respostas da deglutição faríngea entre indivíduos jovens e idosos.

As funções de respiração e deglutição estão fisiologicamente relacionadas para garantir a troca de gases durante a respiração nasal e evitar a aspiração no

momento da deglutição (NILSSON et al., 1997). No presente estudo, o tempo de apnéia da deglutição foi de aproximadamente um segundo (Tabela 17), em concordância com a literatura (PREIKSAITIS; MILLS, 1996; MARTIN-HARRIS et al., 2005). Quanto ao processo de envelhecimento, de acordo com Hiss, Treole e Stuart (2001) e Hirst et al. (2002), o tempo de apnéia da deglutição aumenta em idosos, o que não foi confirmado com os resultados obtidos neste estudo, uma vez que não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos estudados. Uma possível explicação para tal achado poderia estar relacionada ao fator estimulação, uma vez que as deglutições foram realizadas sob efeito de distintas condições de EENM, que poderia ter influenciado os resultados obtidos.

Além disso, a duração da apnéia foi mais longa com o aumento do volume e da consistência do alimento ofertado (Tabelas 17 e 17a). A influência da consistência do bolo alimentar na respiração também foi descrita por Preiksaitis e Mills (1996), enquanto outros autores (PREIKSAITIS et al., 1992; HISS; TREOLE; STUART, 2001; BUTLER; POSTMA; FISHER, 2004), semelhantemente ao verificado nesta pesquisa, encontraram maior duração da apnéia com o aumento do volume do bolo alimentar. Adicionalmente, Hiss et al. (2004) verificaram interação entre a duração da apnéia da deglutição com os parâmetros idade, gênero e volume do alimento. Tal fato mostra que as características do bolo alimentar estão relacionadas às modificações no fluxo de ar respiratório no momento da deglutição (PAYDARFAR et al., 1995). Esse processo pode ser explicado pelo tempo mais longo necessário para sustentar a elevação laríngea e a excursão do osso hióide durante a deglutição de grandes volumes (KAHRILAS; LOGEMANN, 1993), sendo importante considerar que a acomodação do volume é acompanhada pelo prolongamento da fase de reconfiguração faríngea com a modificação do padrão de respiração durante a deglutição (KAHRILAS et al., 1996).

Na presente pesquisa, a EENM aumentou o tempo de apnéia quando aplicado o nível motor de estimulação, tanto para o grupo de jovens como para os idosos (Tabelas 17 e 17b). Tal fato pode ser interpretado como uma resposta fisiológica ao possível prolongamento da fase faríngea da deglutição com a utilização da EENM, demonstrada pelo aumento de alguns parâmetros relacionados à orofaringe, hipofaringe e EES, anteriormente discutidos. Não foram encontrados na literatura estudos semelhantes que permitissem a comparação entre os achados.

Quatro padrões respiratórios distintos foram identificados para os participantes desta pesquisa, considerando os momentos anterior e posterior à apnéia da deglutição: expiração/expiração (E/E), expiração/inspiração (E/I), inspiração/expiração (I/E), e inspiração/inspiração (I/I). A maioria dos indivíduos jovens apresentou padrão E/E, sendo que a inspiração antes da apnéia da deglutição seguida de expiração também foi verificada, porém em menor ocorrência (Tabelas 18, 19 e 20). Os mesmos resultados foram encontrados por Paydarfar et al. (1995), Preiksaitis e Mills (1996), Perlman et al. (2005), Martin-Harris et al. (2005), Boden et al. (2009), Costa e Lemme (2010) e suportam a hipótese de que o fluxo de ar expiratório após a deglutição tem a função de expelir partículas de alimentos que poderiam entrar na via aérea após a deglutição (NISHINO; YONEZAWA; HONDA, 1985; MARTIN-HARRIS et al., 2003; MARTIN-HARRIS et al., 2005), reduzindo potencialmente os riscos de aspiração (HÅRDEMARK CEDBORG et al., 2009).

Diferente padrão respiratório foi encontrado para o grupo de idosos em relação aos jovens (Tabelas 18a, 19a e 20a), sendo que a inspiração após a deglutição foi comumente verificada em idosos, concordando com os achados de Nilsson et al. (1996), Hirst et al. (2002), Martin-Harris et al. (2005). De acordo com Leslie et al. (2005), as modificações que ocorrem na coordenação respiratória com o envelhecimento podem ser consideradas compensatórias, uma vez que resultam de prejuízos na mobilidade muscular ou no tempo de resposta aos estímulos.

De modo semelhante aos achados de Hårdemark Cedborg et al. (2010), o padrão respiratório anterior e após a apnéia da deglutição não foi influenciado pelas características do bolo alimentar, sendo importante relatar que o trabalho publicado por Preiksaitis e Mills (1996) identificou aumento da inspiração após a deglutição em provas de ingestão contínua de 200ml de líquido.

Por fim, neste estudo não foi verificado efeito da EENM neste aspecto, demonstrando que o controle neural relacionado à coordenação entre as funções de deglutição e respiração, no que diz respeito às fases respiratórias antes e após a apnéia da deglutição, não foi influenciado pela aplicação de estimulação elétrica na musculatura da região anterior do pescoço para os indivíduos saudáveis investigados nesta pesquisa.

De um modo geral, era esperado encontrar uma maior pressão, especialmente em medidas faríngeas, durante a deglutição na condição motora de

estimulação, uma vez que o aumento da amplitude da corrente elétrica resulta no recrutamento de um número crescente de unidades motoras (PECKHAM; KNUTSON, 2005), enquanto a estimulação sensorial não induz a contração muscular (DOELTGEN, 2009). Porém, muitos resultados estatisticamente significantes foram obtidos durante a estimulação sensorial, mostrando que o *input* sensorial adicional durante a função resulta em relevantes respostas fisiológicas no processo de deglutição.

Um outro aspecto a ser considerado diz respeito ao fato de que o efeito da EENM na fase faríngea da deglutição foi mais frequente nos idosos. Tendo em vista que, com o envelhecimento as áreas neuronais envolvidas no processamento sensorial, integração sensório-motora, coordenação motora e controle apresentam atividade reduzida ou limitada (MALANDRAKI et al., 2011), a estimulação aferente sensitiva simultânea à resposta motora, resultantes da EENM, pode ter possibilitado identificar respostas fisiológicas, diferentemente dos jovens, nos quais o controle central e periférico da deglutição encontram-se preservados.

É importante considerar que os resultados obtidos neste estudo podem ter sido influenciados pelo posicionamento dos eletrodos, uma vez que, apesar de ter sido buscado atingir preferencialmente músculos elevadores do osso hióide e da laringe, a técnica aplicada resultou em estimulação de músculos supra e infra-hióideos (agonistas e antagonistas) ao mesmo tempo. Portanto, a variação de alguns parâmetros considerados neste estudo, onde a EENM ora gerou aumento, ora diminuição da medida realizada, pode ser resultante de atividades musculares compensatórias, uma vez que, de acordo com Gallas et al. (2010), o uso da EENM durante a deglutição influencia a coordenação entre as fases oral e faríngea.

Uma contribuição adicional desta pesquisa foi demonstrar que a maioria das respostas fisiológicas às variações das características do bolo alimentar foram observadas mesmo em condições de aplicação da EENM. Além disso, os alimentos mais consistentes, como líquido engrossado e pudim, foram os que demonstraram maior ocorrência de efeito da EENM para a maioria dos parâmetros estudados, sinalizando que resultados mais efetivos podem ser obtidos com eletroestimulação associada à dieta mais consistente.

Os resultados encontrados no presente estudo apresentaram um grande desvio padrão. Isto indica que os participantes desta investigação apresentaram

variadas respostas fisiológicas para os alimentos testados, como também em relação aos níveis de estimulação aplicados. Além disso, deve-se considerar a possibilidade de efeito tardio da EENM, verificado no trabalho de Doeltgen, Heck e Huckabee (2010), sobre os parâmetros avaliados, uma vez que na presente pesquisa diferentes níveis de estimulação foram apresentados aos participantes de modo aleatório, com intervalo de três minutos entre os tratamentos. Assim, o resultado do primeiro e/ou segundo nível de EENM aplicado pode ter influenciado os valores encontrados para os testes subsequentes.

Espera-se que este estudo, conduzido em indivíduos saudáveis, possa contribuir para o desenvolvimento de pesquisas futuras, voltadas a pacientes com disfagia orofaríngea, favorecendo o estabelecimento de protocolos terapêuticos em EENM adaptados à patofisiologia da deglutição, resultando em melhor coordenação na atividade muscular relacionada à mandíbula, língua, laringe e faringe, durante a função.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram encontrar que as características fisiológicas da deglutição relacionadas à variação de volumes e consistências dos alimentos, como também ao processo de envelhecimento, são mantidas na presença da EENM, para a maioria dos parâmetros investigados.

Além disso, o nível de EENM influenciou de forma diferente as fases oral e faríngea da deglutição, de acordo com a faixa etária dos participantes, onde:

- Os níveis de EENM sensorial e motor resultaram em diminuição das pressões da região anterior da língua contra o palato duro para os idosos, bem como no terço médio da língua para os jovens. Especificamente para o grupo de jovens a estimulação motora reduziu as pressões geradas no terço posterior da língua, enquanto o nível sensorial reduziu as pressões medidas em região anterior da língua. Em ambos os grupos a estimulação sensorial aumentou a duração do contato da região posterior da língua contra o palato;
- A fase faríngea da deglutição demonstrou efeito da EENM principalmente para o grupo de idosos, sendo que o nível motor aumentou a duração da pressão em orofaringe e reduziu o pico de pressão em hipofaringe, enquanto a estimulação sensorial aumentou a amplitude da onda E o período de relaxamento do EES;
- A aplicação da EENM em nível motor resultou em aumento da duração da apnéia da deglutição, em jovens e idosos.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Baijens LWJ, Speyer R, Roodenburg N, Manni JJ. The effects of neuromuscular electrical stimulation for dysphagia in opercular syndrome: a case study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008;265(7):825-30.

Baker LL, McNeal DR, Benton LA, Bowman BR, Waters RL. Neuromuscular electrical stimulation: a practical guide. 3rd ed. Downey, CA: Los Amigos Research and Education Institute, Inc; 1993.

Barikroo A, Lam PM. Comparing the effects of rehabilitation swallowing therapy vs. functional neuromuscular electrical stimulation therapy in an encephalitis patient: A Case Study. *Dysphagia*. In press 2011.

Blumenfeld L, Hahn Y, LePage A, Leonard R, Belafsky P. Transcutaneous electrical stimulation versus traditional dysphagia therapy: a nonconcurrent cohort study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;135(5):754-7.

Boden K, Cedborg AI, Eriksson LI, Hedström HW, Kuylensstierna R, Sundman E, et al. Swallowing and respiratory pattern in young healthy individuals recorded with high temporal resolution. *Neurogastroenterol Motil*. 2009;21(11):1163-e101.

Bogaardt H, van Dam D, Wever NM, Bruggeman CE, Koops J, Fokkens WJ. Use of neuromuscular electrostimulation in the treatment of dysphagia in patients with multiple sclerosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2009;118(4):241-6.

Bülow M, Speyer R, Baijens L, Woisard V, Ekberg O. Neuromuscular electrical stimulation (nmes) in stroke patients with oral and pharyngeal dysfunction. *Dysphagia*. 2008;23(3):302-9.

Burnett TA, Mann EA, Cornell SA, Ludlow CL. Laryngeal elevation achieved by neuromuscular stimulation at rest. *J Appl Physiol*. 2003;94(1):128-34.

Butler SG, Postma GN, Fischer E. Effects of viscosity, taste, and bolus volume on swallowing apnea duration of normal adults. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;131(6):860-3.

Butler SG, Stuart A, Castell D, Russell GB, Koch K, Kemp S. Effects of age, gender, bolus condition, viscosity, and volume on pharyngeal and upper esophageal sphincter pressure and temporal measurements during swallowing. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52(1):240-53.

Butler SG, Stuart A, Wilhelm E, Rees C, Williamson J, Kritchevsky S. The effects of aspiration status, liquid type, and bolus volume on pharyngeal peak pressure in healthy older adults. *Dysphagia*. In press 2010.

Carnaby-Mann GD, Crary, MA. Adjunctive neuromuscular electrical stimulation for treatment-refractory dysphagia. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2008;117(4):279-87.

Carnaby-Mann GD, Crary, MA. McNeill dysphagia therapy program: a case-control study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(5):743-9.

Castell JA, Castell DO. Recent developments in the manometric assessment of upper esophageal sphincter function and dysfunction. *Dig Dis*. 1997;15(1):28-39.

Castell JA, Dalton CB, Castell DO. Pharyngeal and upper esophageal sphincter manometry in humans. *Am J Physiol*. 1990;258(2 Pt 1):G173-8.

Cheung SM, Chen CJ, Hsin YJ, Tsai YT, Leong CP. Effect of neuromuscular electrical stimulation in a patient with Sjogren's syndrome with dysphagia: a real time videofluoroscopic swallowing study. *Chang Gung Med J*. 2010;33(3):338-45.

Chi-Fishman G, Stone M, McCall GN. Lingual action in normal sequential swallowing. *J Speech Lang Hear Res*. 1998;41(4):771-85.

Clark H, Lazarus C, Arvedson J, Schooling T, Frymark T. Evidence-based systematic review: effects of neuromuscular electrical stimulation on swallowing and neural activation. *Am J Speech Lang Pathol*. 2009;18(4):361-75.

Costa MM, Lemme EM. Coordination of respiration and swallowing: functional pattern and relevance of vocal folds closure. *Arq Gastroenterol*. 2010;47(1):42-8.

Crary MA, Carnaby-Mann GD, Faunce A. Electrical stimulation therapy for dysphagia: descriptive results of two surveys. *Dysphagia*. 2007;22(3):165-73.

Crow HC, Ship JA. Tongue strength and endurance in different aged individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1996;51(5):M247-50.

Dantas RO, Dodds WJ. Influence of the viscosity of the swallowed food bolus on the motility of the pharynx. *Arq Gastroenterol*. 1990;27(4):164-8.

Dantas RO, Kern MK, Massey BT, Dodds WJ, Kahrilas PJ, Brasseur JG, et al. Effect of swallowed bolus variables on oral and pharyngeal phases of swallowing. *Am J Physiol*. 1990;258(5 Pt 1):G675-81.

Doeltgen S, Heck F, Huckabee ML. Effect of submental electrical stimulation on pharyngeal pressure generation. [abstract]. *Dysphagia*. 2010;25(4):363.

Doeltgen SH. The effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the submental muscle group on the excitability of corticobulbar projections [Thesis]. New Zealand: University of Canterbury; 2009.

Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol*. 1993;48(Spec. No):77-83.

Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990;263(22):3029-34.

Freed ML, Freed L, Chatburn RL, Christian M. Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke. *Respir Care*. 2001;46(5):466-74.

Gallas S, Marie JP, Leroi AM, Verin E. Sensory transcutaneous electrical stimulation improves post-stroke dysphagic patients. *Dysphagia*. 2010;25(4):291-7.

Gregersen H, Pedersen J, Drewes AM. Deterioration of muscle function in the human esophagus with age. *Dig Dis Sci*. 2008;53(12):3065-70.

Gumbley F, Huckabee ML, Doeltgen SH, Witte U, Moran C. Effects of bolus volume on pharyngeal contact pressure during normal swallowing. *Dysphagia*. 2008;23(3):280-5.

Hårdemark Cedborg AI, Bodén K, Witt Hedström H, Kuylensstierna R, Ekberg O, Eriksson LI, et al. Breathing and swallowing in normal man - effects of changes in body position, bolus types, and respiratory drive. *Neurogastroenterol Motil*. 2010;22(11):1201-8, e316.

Hårdemark Cedborg AI, Sundman E, Bodén K, Hedström HW, Kuylensstierna R, Ekberg O, et al. Co-ordination of spontaneous swallowing with respiratory airflow and diaphragmatic and abdominal muscle activity in healthy adult humans. *Exp Physiol*. 2009;94(4):459-68.

Hirst LJ, Ford GA, Gibson GJ, Wilson JA. Swallow-induced alterations in breathing in normal older people. *Dysphagia*. 2002;17(2):152-61.

Hiss SG, Strauss M, Treole K, Stuart A, Boutilier S. Effects of age, gender, bolus volume, bolus viscosity, and gustation on swallowing apnea onset relative to lingual bolus propulsion onset in normal adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2004;47(3):572-83.

Hiss SG, Treole K, Stuart A. Effects of age, gender, bolus volume, and trial on swallowing apnea duration and swallow/respiratory phase relationships of normal adults. *Dysphagia*. 2001;16(2):128-35.

Hoffman MR, Ciucci MR, Mielens JD, Jiang JJ, McCulloch TM. Pharyngeal swallow adaptations to bolus volume measured with high-resolution manometry. *Laryngoscope*. 2010;120(12):2367-73.

Humbert IA, Fitzgerald ME, McLaren DG, Johnson S, Porcaro E, Kosmatka K, et al. Neurophysiology of swallowing: effects of age and bolus type. *Neuroimage*. 2009;44(3):982-91.

Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, Kearney PR, Crujido L, Wright-Harp W, et al. The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing. *J Appl Physiol*. 2006;101(6):1657-63.

Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, Kearney PR, Ludlow CL. The effect of surface electrical stimulation on vocal fold position. *Laryngoscope*. 2008;118(1):14-9.

Jacob P, Kahrilas PJ, Logemann JA, Shah V, Ha T. Upper esophageal sphincter opening and modulation during swallowing. *Gastroenterology*. 1989;97(6):1469-78.

Kahrilas PJ, Dodds WJ, Dent J, Logemann JA, Shaker R. Upper esophageal sphincter function during deglutition. *Gastroenterology*. 1988;95(1):52-62.

Kahrilas PJ, Lin S, Chen J, Logemann JA. Oropharyngeal accommodation to swallow volume. *Gastroenterology*. 1996;111(2):297-306.

Kahrilas PJ, Logemann JA. Volume accommodation during swallowing. *Dysphagia*. 1993;8(3):259-65.

Kennedy D, Kieser J, Bolter C, Swain M, Singh B, Waddell JN. Tongue pressure patterns during water swallowing. *Dysphagia*. 2010;25(1):11-9.

Kennedy JG, Kent RD. Physiological substrates of normal deglutition. *Dysphagia*. 1988;3(1):24-37.

Kern M, Bardan E, Arndorfer R, Hofmann C, Ren J, Shaker R. Comparison of upper esophageal sphincter opening in healthy asymptomatic young and elderly volunteers. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1999;108(10):982-9.

Kiger M, Brown CS, Watkins L. Dysphagia management: an analysis of patient outcomes using VitalStim therapy compared to traditional swallow therapy. *Dysphagia*. 2006;21(4):243-53.

Leelamanit V, Limsakul C, Geater A. Synchronized electrical stimulation in treating pharyngeal dysphagia. *Laryngoscope*. 2002;112(12):2204-10.

Leslie P, Drinnan MJ, Ford GA, Wilson JA. Swallow respiratory patterns and aging: presbyphagia or dysphagia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(3):391-5.

Lim KB, Lee HJ, Lim SS, Choi YL. Neuromuscular electrical and thermal-tactile stimulation for Dysphagia caused by stroke: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2009;41(3):174-8.

Ludlow CL, Humbert I, Saxon K, Poletto C, Sonies B, Crujido L. Effects of surface electrical Stimulation Both at Rest and During Swallowing in Chronic Pharyngeal Dysphagia. *Dysphagia*. 2007;22(1):1-10.

Ludlow CL. Electrical neuromuscular stimulation in dysphagia: current status. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;18(3):159-64.

Malandraki GA, Perlman AL, Karampinos DC, Sutton BP. Reduced somatosensory activations in swallowing with age. *Hum Brain Mapp*. 2011;32(5):730-43.

Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, Ford CL, Walters B, Heffner J. Breathing and swallowing dynamics across the adult lifespan. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005;131(9):762-70.

Martin-Harris B, Brodsky MB, Price CC, Michel Y, Walters B. Temporal coordination of pharyngeal and laryngeal dynamics with breathing during swallowing: single liquid swallows. *J Appl Physiol*. 2003;94(5):1735-43.

Mendell DA, Logemann JA. Temporal sequence of swallow events during the oropharyngeal swallow. *J Speech Lang Hear Res*. 2007;50(5):1256-71.

- Morgan M, Phillips JG, Bradshaw JL, Mattingley JB, Iansek R, Bradshaw JA. Age-related motor slowness: simply strategic? *J Gerontol*. 1994;49(3):M133-9.
- MysiW W, Jackson RD. Electrical stimulation. In: Braddom RL (Ed.): *Physical medicine and rehabilitation*. Philadelphia, Saunders. 1996. pp 464-89.
- Nicosia MA, Hind JA, Roecker EB, Carnes M, Doyle J, Dengel GA, et al. Age effects on the temporal evolution of isometric and swallowing pressure. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(11):634-40.
- Nilsson H, Ekberg O, Bülow M, Hindfelt B. Assessment of respiration during video fluoroscopy of dysphagic patients. *Acad Radiol*. 1997;4(7):503-7.
- Nilsson H, Ekberg O, Olsson R, Hindfelt B. Quantitative aspects of swallowing in an elderly nondysphagic population. *Dysphagia*. 1996;11(3):180-4.
- Nishino T, Yonezawa T, Honda Y. Effects of swallowing on the pattern of continuous respiration in human adults. *Am Rev Respir Dis*. 1985;132(6):1219-22.
- Ono T, Hori K, Nokubi T. Pattern of tongue pressure on hard palate during swallowing. *Dysphagia*. 2004;19(4):259-64.
- Park JW, Oh JC, Lee HJ, Park SJ, Yoon TS, Kwon BS. Effortful swallowing training coupled with electrical stimulation leads to an increase in hyoid elevation during swallowing. *Dysphagia*. 2009;24(3):296-301.
- Paydarfar D, Gilbert RJ, Poppel CS, Nassab PF. Respiratory phase resetting and airflow changes induced by swallowing in humans. *J Physiol*. 1995;483(1):273-88.
- Peckham PH, Knutson JS. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. *Annu Rev Biomed Eng*. 2005;7:327-60.
- Perlman AL, He X, Barkmeier J, Van Leer E. Bolus location associated with videofluoroscopic and respirodeglutometric events. *J Speech Lang Hear Res*. 2005;48(1):21-33.
- Perlman AL, Schultz JG, VanDaele DJ. Effects of age, gender, bolus volume, and bolus viscosity on oropharyngeal pressure during swallowing. *J Appl Physiol*. 1993;75(1):33-7.

Permsirivanich W, Tipchatyotin S, Wongchai M, Leelamanit V, Setthawatcharawanich S, Sathirapanya P, et al. Comparing the effects of rehabilitation swallowing therapy vs. neuromuscular electrical stimulation therapy among stroke patients with persistent pharyngeal dysphagia: a randomized controlled study. *J Med Assoc Thai*. 2009;92(2):259-65.

Pouderoux P, Kahrilas PJ. Deglutitive tongue force modulation by volition, volume, and viscosity in humans. *Gastroenterology*. 1995;108(5):1418-26.

Preiksaitis HG, Mayrand S, Robins K, Diamant NE. Coordination of respiration and swallowing: effect of bolus volume in normal adults. *Am J Physiol*. 1992;263(3 Pt 2):R624-30.

Preiksaitis HG, Mills CA. Coordination of breathing and swallowing: effects of bolus consistency and presentation in normal adults. *J Appl Physiol*. 1996;81(4):1707-14.

Raut VV, McKee GJ, Johnston BT. Effect of bolus consistency on swallowing-does altering consistency help? *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2001;258(1):49-53.

Robbins J, Levine R, Wood J, Roecker EB, Luschei E. Age effects on lingual pressure generation as a risk factor for dysphagia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1995;50(5):257-62.

Ryu JS, Kang JY, Park JY, Nam SY, Choi SH, Roh JL, et al. The effect electrical stimulation therapy on dysphagia following treatment for head and neck cancer. *Oral Oncol*. 2009;45(8):665-8.

Shaker R, Ren J, Podvrsan B, Dodds WJ, Hogan WJ, Kern M, et al. Effect of aging and bolus variables on pharyngeal and upper esophageal sphincter motor function. *Am J Physiol*. 1993;264(3 Pt 1):G427-32.

Shaw GY, Sechtem PR, Searl J, Keller K, Rawi TA, Dowdy E. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) curative therapy for severe dysphagia: myth or reality? *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2007;116(1):36-44.

Shaw SW, Cook IJ, Grabb M, Holloway RH, Simula ME, Panagopoulos V, et al. Influence of normal aging on oral-pharyngeal and upper esophageal sphincter function during swallowin. *Am J Physiol*. 1995;268(3 Pt 1):G389-96.

Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. *Muscle Nerve*. 2007;35(5):562-90.

Steele CM, Bailey GL, Molfenter SM. Tongue pressure modulation during swallowing: water versus nectar-thick liquids. *J Speech Lang Hear Res.* 2010;53(2):273-83.

Steele CM, Van Lieshout P. Tongue movements during water swallowing in healthy young and older adults. *J Speech Lang Hear Res.* 2009;52(5):1255-67.

Suiter DM, Leder SB, Ruark JL. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Submental Muscle Activity. *Dysphagia.* 2006;21(1):56-60.

Tamine K, Ono T, Hori K, Kondoh J, Hamanaka S, Maeda Y. Age-related changes in tongue pressure during swallowing. *J Dent Res.* 2010;89(10):1097-101.

Tasko SM, Kent RD, Westbury JR. Variability in tongue movement kinematics during normal liquid swallowing. *Dysphagia.* 2002;17(2):126-38.

Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, Yoshida M, Tsuga K, Akagawa Y. Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. *Dysphagia.* 2008;23(3):286-90.

Wijting Y, Freed ML. VitalStim therapy training manual. Hixson, TN: Chattanooga Group. 2003, p. 50.

Yokoyama M, Mitomi N, Tetsuka K, Tayama N, Niimi S. Role of laryngeal movement and effect of aging on swallowing pressure in the pharynx and upper esophageal sphincter. *Laryngoscope.* 2000;110(3 Pt 1):434-9.

Youmans SR, Stierwalt JA. Measures of tongue function related to normal swallowing. *Dysphagia.* 2006;21(2):102-11.

ANEXO

ANEXO - Informed Consent Form

UF Institutional Review Board
UNIVERSITY of FLORIDA

INFORMED CONSENT FORM
to Participate in Research, and

AUTHORIZATION
to Collect, Use, and Disclose Protected
Health Information (PHI)

University of Florida
Health Center
Institutional Review Board
APPROVED FOR USE

From 6/3/10 Through 4/20/11 *JA*

INTRODUCTION

Name of person seeking your consent: _____

Place of employment & position: _____

This is a research study of swallowing function in healthy adults.

Could participating in this study offer any direct benefits to you? No, as described on page 4.

Could participating cause you any discomforts or are there any risks to you? Yes, as described on page 3.

Please read this form which describes the study in some detail. I or one of my co-workers will also describe this study to you and answer all of your questions. Your participation is entirely voluntary. If you choose to participate you can change your mind at any time and withdraw from the study. You will not be penalized in any way or lose any benefits to which you would otherwise be entitled if you choose not to participate in this study or to withdraw. If you have questions about your rights as a research subject, please call the University of Florida Institutional Review Board (IRB) office at (352) 846-1494. If you decide to take part in this study, please sign this form on page 9.

GENERAL INFORMATION ABOUT THIS STUDY**1. Name of Participant ("Study Subject")**

2. What is the Title of this research study?

Effects of transcutaneous electrical stimulation on swallowing function in younger vs older healthy volunteers.

3. Who do you call if you have questions about this research study?

Prof. Dr. Michael A. Crary - 352-273-5299

4. Who is paying for this research study?

This study is unfunded. Researcher time is supported by the Department of Communicative Disorders.

5. Why is this research study being done?

The purpose of this research study is to identify any changes in normal swallow patterns that result from use of electrical stimulation on the anterior neck during swallowing. Electrical stimulation to the anterior neck has become a widely used technique in swallowing therapy. But, we know little of how this technique affects specific aspects of swallowing. So, we want to study the effect of electrical stimulation to the anterior neck on swallowing patterns in healthy adults at different ages.

You are being asked to be in this research study because you have good general and oral health without swallowing difficulties.

WHAT CAN YOU EXPECT IF YOU PARTICIPATE IN THIS STUDY?
--

6. What will be done as part of your normal clinical care (even if you did not participate in this research study)?

Participation in this study will not interfere with any kind of clinical care. This is not a study of patients with clinically significant swallowing problems.

7. What will be done only because you are in this research study?

As part of this research you will be asked to swallow liquids and pudding in small amounts (teaspoon, tablespoon, average drink) while we measure the effort you make and your breathing patterns when swallowing these different materials. We will tape three air filled bulbs to the roof of your mouth. These bulbs are taped using a material that is not harmful to you and is easily removed after the study. The air filled bulbs identify how hard your tongue pushes against the roof of your mouth when you swallow. Finally, we will measure how hard your throat squeezes when you swallow. We will pass a small tube through your nose and into your throat. We will watch the placement of this tube with an endoscope (a thin tube placed through the nose that

connect to a camera so we can see into your throat). Once in place we will tape this tube to your nose so it does not move. Finally we will place a small plastic tube at the entrance of each side of your nose to measure your breathing pattern. Once we have placed these sensors to measure how hard you swallow we will tape 4 small electrodes (like a small button) to the front of your neck. These electrodes will provide a small electrical current to the muscles in the front of your neck. We will gradually increase the current until you feel a tingling sensation and then have you swallow the liquids and pudding. Then we will increase the current until you feel a pulling sensation on your muscles and have you swallow the liquids and pudding again. We will also have you swallow the liquids and pudding without any current. Once all the swallowing tasks have been done, we will remove all the sensors.

If you have any questions now or at any time during the study, please contact Dr. Michael A. Crary in question 3 of this form.

8. How long will you be in this research study?

Two hours will be the maximum time for participating in this study.

9. How many people are expected to take part in this research study?

We will include up to 40 adults in this study: twenty between the ages of 20 to 30 years and twenty over 60 years.

<p>WHAT ARE THE RISKS AND BENEFITS OF THIS STUDY AND WHAT ARE YOUR OPTIONS?</p>
--

10. What are the possible discomforts and risks from taking part in this research study?

The endoscopic and pharyngeal manometry procedures are not painful, but may be uncomfortable for some individuals. The tubes that are passed into the throat are small and flexible, but, during their placement you may experience minor local irritation, gagging, eyes watering, or a small nose bleed. However, once the tubes placed, these discomforts should subside. The person who places these tubes in your throat is well trained and will take all precautions to ensure your comfort during the evaluation.

Other possible risks to you may include: None.

Researchers will take appropriate steps to protect any information they collect about you. However, there is a slight risk that information about you could be revealed inappropriately or accidentally. Depending on the nature of the information, such a release could upset or embarrass you, or possibly affect your insurability or employability. Questions 17-21 in this form discuss what information about you will be collected, used, protected, and shared.

This study may include risks that are unknown at this time.

Participation in more than one research study or project may further increase the risks to you. If you are already enrolled in another research study, please inform Dr. Michael A. Crary (listed in question 3 of this consent form) or the person reviewing this consent with you before enrolling in this or any other research study or project.

Throughout the study, the researchers will notify you of new information that may become available and might affect your decision to remain in the study.

If you wish to discuss the information above or any discomforts you may experience, please ask questions now or call the PI or contact person listed on the front page of this form.

11a. What are the potential benefits to you for taking part in this research study?

You will receive no direct benefit from participating in this study.

11b. How could others possibly benefit from this study?

Since this study is looking at a technique routinely used in swallowing therapy, others could benefit from the results of this study through the development of better therapy procedures.

11c. How could the researchers benefit from this study?

In general, presenting research results helps the career of a scientist. Therefore, Dr. Michael A. Crary may benefit if the results of this study are presented at scientific meetings or in scientific journals.

No conflict of interest exists for this study.

12. What other choices do you have if you do not want to be in this study?

Do not participate.

13a. Can you withdraw from this study?

You are free to withdraw your consent and to stop participating in this study at any time. If you do withdraw your consent, you will not be penalized in any way and you will not lose any benefits to which you are entitled.

If you decide to withdraw your consent to participate in this study for any reason, please contact Dr. Michael A. Crary at 252-273-5299. They will tell you how to stop your participation safely.

If you have any questions regarding your rights as a research subject, please call the Institutional Review Board (IRB) office at (352) 846-1494.

13b. If you withdraw, can information about you still be used and/or collected?

Yes. We will use any results collected up to the time you withdraw.

13c. Can the Principal Investigator withdraw you from this study?

You may be withdrawn from the study without your consent for the following reasons:
Once enrolled in this study the principal investigator will not withdraw you.

WHAT ARE THE FINANCIAL ISSUES IF YOU PARTICIPATE?
--

14. If you choose to take part in this research study, will it cost you anything?

No.

15. Will you be paid for taking part in this study?

No.

16. What if you are injured because of the study?

If you are injured as a direct result of your participation in this study, only professional medical care that you receive at the University of Florida Health Science Center will be provided without charge. However, hospital expenses will be billed to you or your insurance provider. You will be responsible for any deductible, co-insurance, or co-payments. Some insurance companies may not cover costs associated with research studies. Please contact your insurance company for additional information. No additional compensation is offered.

The Principal Investigator and others involved in this study may be University of Florida employees. As employees of the University, they are protected under state law, which limits financial recovery for negligence

Please contact the Principal Investigator listed in question 3 of this form if you experience an injury or have questions about any discomforts that you experience while participating in this study.

17. How will your health information be collected, used and shared?

If you agree to participate in this study, the Principal Investigator will create, collect, and use private information about you and your health. This information is called protected health information or PHI. In order to do this, the Principal Investigator needs your authorization. The following section describes what PHI will be collected, used and shared, how it will be collected, used, and shared, who will collect, use or share it, who will have access to it, how it will be secured, and what your rights are to revoke this authorization.

Your protected health information may be collected, used, and shared with others to determine if you can participate in the study, and then as part of your participation in the study. This information can be gathered from you or your past, current or future health records, from procedures such as physical examinations, x-rays, blood or urine tests or from other procedures or tests. This information will be created by receiving study treatments or participating in study procedures, or from your study visits and telephone calls. More specifically, the following information may be collected, used, and shared with others:

Age, gender, and medical history.

This information will be stored in locked filing cabinets or on computer servers with secure passwords, or encrypted electronic storage devices.

Some of the information collected could be included in a "limited data set" to be used for other research purposes. If so, the limited data set will only include information that does not directly identify you. For example, the limited data set cannot include your name, address, telephone number, social security number, photographs, or other codes that link you to the information in the limited data set. If limited data sets are created and used, agreements between the parties creating and receiving the limited data set are required in order to protect your identity and confidentiality and privacy.

18. For what study-related purposes will your protected health information be collected, used, and shared with others?

Your PHI may be collected, used, and shared with others to make sure you can participate in the research, through your participation in the research, and to evaluate

the results of the research study. More specifically, your PHI may be collected, used, and shared with others for the following study-related purpose(s):

The purpose of this research is to identify any changes in swallow patterns that result from use of electrical stimulation on the anterior neck during swallowing.

Once this information is collected, it becomes part of the research record for this study.

19. Who will be allowed to collect, use, and share your protected health information?

Only certain people have the legal right to collect, use and share your research records, and they will protect the privacy and security of these records to the extent the law allows. These people include the:

- the study Principal Investigator, Dr. Michael A. Crary PhD. and research staff associated with this project.
- other professionals at the University of Florida or Shands Hospital that provide study-related treatment or procedures
- the University of Florida Institutional Review Board (IRB; an IRB is a group of people who are responsible for looking after the rights and welfare of people taking part in research).

20. Once collected or used, who may your protected health information be shared with?

Your PHI may be shared with:

- United States and foreign governmental agencies who are responsible for overseeing research, such as the Food and Drug Administration, the Department of Health and Human Services, and the Office of Human Research Protections
- Government agencies who are responsible for overseeing public health concerns such as the Centers for Disease Control and federal, state and local health departments

Otherwise, your research records will not be released without your permission unless required by law or a court order. It is possible that once this information is shared with authorized persons, it could be shared by the persons or agencies who receive it and it would no longer be protected by the federal medical privacy law.

21. If you agree to take part in this research study, how long will your protected health information be used and shared with others?

Your PHI will be collected and used until the end of the study. This information will be

used and shared with others for an indefinite period of time and will be kept in a secure database.

You are not required to sign this consent and authorization or allow researchers to collect, use and share your PHI. Your refusal to sign will not affect your treatment, payment, enrollment, or eligibility for any benefits outside this research study. However, you cannot participate in this research unless you allow the collection, use and sharing of your protected health information by signing this consent and authorization.

You have the right to review and copy your protected health information. However, we can make this available only after the study is finished.

You can revoke your authorization at any time before, during, or after your participation in this study. If you revoke it, no new information will be collected about you. However, information that was already collected may still be used and shared with others if the researchers have relied on it to complete the research. You can revoke your authorization by giving a written request with your signature on it to the Principal Investigator.

SIGNATURES

As an investigator or the investigator's representative, I have explained to the participant the purpose, the procedures, the possible benefits, and the risks of this research study; the alternative to being in the study; and how the participant's protected health information will be collected, used, and shared with others:

Signature of Person Obtaining Consent and
Authorization

Date

You have been informed about this study's purpose, procedures, possible benefits, and risks; the alternatives to being in the study; and how your protected health information will be collected, used and shared with others. You have received a copy of this Form. You have been given the opportunity to ask questions before you sign, and you have been told that you can ask questions at any time.

You voluntarily agree to participate in this study. You hereby authorize the collection, use and sharing of your protected health information as described in sections 17-21 above. By signing this form, you are not waiving any of your legal rights.

Signature of Person Consenting and Authorizing

Date