

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**

Eveline de Lima Nunes

**Associação entre a auscultação
cervical e eletromiografia na fase
faríngea da deglutição**

UFCSPA

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Porto Alegre
2017

Eveline de Lima Nunes

Associação entre a auscultação cervical e eletromiografia na fase faríngea da deglutição

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Dra. Fga. Maria Cristina de Almeida
Freitas Cardoso.

Porto Alegre
2017

Dedico este trabalho ao meu pai Henrique,
a minha mãe Elaine, ao meu amor Vitor e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por estar sempre presente na minha vida, conduzindo-me para as melhores escolhas.

À minha Mãe Profa. Elaine, por ser a minha guerreira, minha melhor amiga, minha inspiração e mesmo nos desafios da vida me fazer ver o lado positivo das circunstâncias. Desde sempre me incentivar a cumprir, com excelência, as minhas responsabilidades pessoais e profissionais.

Ao meu Pai Prof. Msc. Doutorando Henrique por todo amor, por durante toda sua vida, me fazer lembrar que não somos perfeitos, mas sempre podemos fazer o nosso melhor seja qual for a situação. Desde sempre, estimulando a minha busca pelo conhecimento, sendo meu exemplo na vida pessoal e profissional.

À minha avó Clélia e ao meu padrasto Francisco, com quem compartilho tantas angústias e alegrias do dia a dia.

Ao meu amor, Vitor, que compartilhou comigo esta busca e que não poupou esforços e dedicação para que mais esta conquista fosse alcançada.

Aos meus irmãos, Luis Henrique e Eduardo, aos meus primos-irmãos Márcia e Marcelo, que me incentivam a não desistir e me ajudam a superar os desafios da vida.

Às irmãs que a vida me deu, amigas de Bagé, amigas da faculdade e amigas cariocas, que estão sempre prontas para me ajudar.

À minha querida orientadora Dra. Maria Cristina que, desde 2007, me acompanha e motiva para a realização de trabalhos e de pesquisas. Obrigada por todo o apoio, confiança, compreensão, carinho durante esses anos, e por seguir ao meu lado nesta trajetória. Obrigada por mais esta oportunidade de crescimento pessoal e profissional, valorizando cada passo dado, enriquecendo o que foi construído com sua sabedoria e experiência.

Às técnicas do Laboratório de Fisioterapia, que foram incansáveis em todos os momentos que precisei delas. Ao fisioterapeuta Bruno, pela sua disponibilidade, paciência e dedicação ao meu trabalho, compartilhando seu conhecimento de eletromiografia.

Aos meus amigos e familiares, que são presentes na minha vida, muito obrigada!

*“Se não puder voar, corra.
Se não puder correr, ande.
Se não puder andar, rasteje,
mas continue em frente
de qualquer jeito.”*

(Martin Luther King)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo associar os dados acústicos da auscultação cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição sem transtornos. Trata-se de um estudo observacional e transversal que envolve uma abordagem quantitativa e foi aprovado em 15/01/16 pelo CEP / UFSCPA (número 1.389.050). Todos os participantes do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Por meio da deglutição de 90 ml de água, foi avaliada a fase faríngea da deglutição com auscultação e eletromiografia de superfície. Os valores da auscultação foram transferidos para o software DeglutiSom® e as medidas de duração e amplitude da atividade eletromiográfica, durante as deglutições, foram feitas pelo EMGs Miotec®. O nível de significância adotado foi de 5%. Cinquenta e sete mulheres adultas participaram deste estudo. A idade média foi de 23,4 anos. Constatamos que quanto maior a frequência média do pico da auscultação, menor era a média dos picos da musculatura supra-hioidea e quanto maior a intensidade da auscultação, maior o pico, bem como a média dos picos da musculatura supra-hioidea. Foi possível evidenciar que o pico da atividade muscular da região supra-hioidea foi significativamente maior do que o pico da atividade muscular da região infra-hioidea para a deglutição de 90 ml de água ininterruptos. Concluímos que os parâmetros acústicos de deglutição são associados à atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição.

Palavras chave: 1: Deglutição; 2: Transtorno de deglutição; 3: Auscultação; 4: Eletromiografia

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the acoustic data of cervical auscultation with an electrical activity of the muscles involved in the pharyngeal phase of swallowing without disturbances. This is an observational and cross-sectional study involving a quantitative approach and approved on 01/15/16 by CEP / UFSCPA (number 1,389,050). All study participants signed the informed consent form. By swallowing 90 ml of water, the pharyngeal phase of swallowing with auscultation and surface electromyography was evaluated. The auscultation values were transferred to the DeglutiSom® software and as measures of duration and amplitude of electromyographic activity during swallowing were made for Miotec® EMGs. The level of significance was 5%. Fifty-seven adult women participated in this study. The mean age was 23.4 years. We found that the higher the mean frequency of the auscultation peak, the lower an average of the supra-hyoid muscle spikes and the higher the auscultation intensity, the higher the peak, as well as a mean of the supra-hyoid muscle spikes. It was possible to show that the peak muscle activity of the supra-hyoid region was greater than the peak muscle activity of the infra-hyoid region for swallowing 90 ml of uninterrupted water. We conclude that the acoustic parameters are associated with the electrical activity of the muscles involved in the pharyngeal phase of swallowing.

Key words: 1: Deglutition; 2: Deglutition Disorders; 3: Auscultation; 4: Electromyography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Posicionamento dos eletrodos e estetoscópio eletrônico para a coleta de sinal eletromiográfico.....	38
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra	35
Tabela 2 – Associação entre a atividade elétrica com frequência e intensidade	36
Tabela 3 – Dados da Eletromiografia de Superfície durante a deglutição	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Auscultação Cervical
EMGs	Eletromiografia de Superfície
μV	Microvolt
s	Segundo
dB	Decibel
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
RAW	Sinal eletromiográfico bruto
RMS	Root mean square - valor médio da raiz quadrada
cm	Centímetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	14
2.1 AUSCULTAÇÃO CERVICAL	14
2.2 MÉTODO DE REALIZAÇÃO DA AUSCULTAÇÃO CERVICAL.....	14
2.2.1 Consistências	15
2.3 MÉTODO DE REALIZAÇÃO DA EMGs	17
2.3.1 Equipamentos para coleta e computação dos dados	17
2.3.2 Localização dos eletrodos.....	18
3 REFERÊNCIAS DA REVISÃO	19
4 ARTIGO.....	23
5 CONCLUSÃO GERAL	39
ANEXOS	40
ANEXO A – Normas de Formatação do Periódico Dysphagia.	40
ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP	45
APÊNDICES	48
APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	48
APÊNDICE 2 – Entrevista Inicial.....	49
APÊNDICE 3 – Artigo em Português.....	49

1 INTRODUÇÃO

A deglutição normal é caracterizada pelo transporte do bolo alimentar ou da saliva, desde boca até o estômago, protegendo a via aérea de resíduos¹⁻³. O processo de deglutição é uma atividade neuromuscular e pode ser dividida nas fases: antecipatória; oral: preparatória oral e oral propriamente dita; faríngea e esofágica^{3,4}.

A fase antecipatória caracteriza-se pelo envolvimento dos sentidos visão e olfato, que causam o aumento da salivação secundário à resposta sensorial. A oral está dividida em: fase preparatória oral, que é voluntária e inicia com o reconhecimento do alimento em seu utensílio, a sua aproximação e a sua introdução na boca. A fase oral propriamente dita, também voluntária, é o processamento do alimento na cavidade oral e a sua propulsão para a farínge. A fase faríngea é involuntária e consiste no transporte do bolo alimentar para o esôfago. Quando o alimento ultrapassa o esfíncter esofágico superior, inicia-se a fase esofágica, involuntária, responsável pelo encaminhamento do alimento até o estômago^{4,5}.

Durante a fase faríngea da deglutição, ocorre a posteriorização da língua, a adução do esfíncter velofaríngeo e das pregas vocais, a elevação e a anteriorização da laringe, o abaixamento da epiglote, o relaxamento e a abertura do esfíncter esofágico superior. Observa-se ainda a apneia da deglutição, caracterizada pela interrupção imediata da respiração antes do início da fase faríngea. A coordenação desses eventos produz sons, e estes são imprescindíveis para o direcionamento do bolo alimentar para o esôfago e, posteriormente, para o estômago, prevenindo a entrada do bolo na via aérea^{6,7}.

Durante a avaliação clínica da deglutição, os fonoaudiólogos utilizam recursos instrumentais dentre eles a auscultação cervical, que se trata de um método complementar de avaliação clínica. Esse é um procedimento não invasivo e de fácil realização, que permite a inferência quanto à integridade do processo de proteção das vias aéreas, por meio da caracterização do tipo de ruído encontrado e do estabelecimento dos tempos dos sons associados à deglutição⁶.

Os sons observados são captados por instrumentos de amplificação como microfones, acelerômetros e estetoscópios. Posteriormente, podem ser verificados por programas computadorizados que realizam a análise acústica do som, fornecendo dados quantitativos e visuais relacionados à amplitude, à duração e à

frequência do som, além de sugerir normalidade ou comprometimento da deglutição^{8,9}.

A deglutição normal produz dois cliques audíveis e um som expiratório. Os sons auscultados podem ser originados por diversas fontes prováveis, porém não há evidências quanto às relações causais diretas entre os sons e os mecanismos fisiológicos^{10,11}.

Na avaliação clínica, observa-se que há diferenças nos sons da auscultação cervical em indivíduos sem queixas de distúrbios de deglutição, podendo ser influenciadas pela idade, pelo utensílio utilizado, pela viscosidade e pelo volume ofertado¹². Outro fator que pode influenciar essa variação é o gênero, devido às diferenças anatômicas das estruturas estomatognáticas entre homens e mulheres, porém não há padrões estabelecidos na literatura científica^{13,14}.

Nas últimas décadas, a fonoaudiologia vem se apropriando da eletromiografia de superfície para compor suas avaliações, pois essa pode servir como base de comparação das condições fisiológicas e patológicas da musculatura envolvida, confirmando a ativação de determinados grupos musculares para a execução de funções específicas^{15,16}.

Em pesquisas realizadas com adultos sem queixas de transtornos, observou-se que a amplitude da musculatura supra-hioidea varia de 23 μ V a 40,76 μ V durante a deglutição. A duração da atividade muscular, durante a deglutição, varia de 1,0 s a 2,05 s. No entanto, em pacientes com distúrbio de deglutição observou-se que a amplitude pode variar de 17 μ V a 21 μ V, e a duração da atividade muscular, durante a deglutição, foi de 1,9 s a 2,2 s. O valor sofre interferência do volume e da consistência do alimento¹⁷⁻¹⁹. Na avaliação eletromiográfica, ainda não há consenso quanto à diferença no tempo e na amplitude da atividade muscular entre diferentes gêneros^{15,16}.

Este estudo tem como objetivo associar os dados acústicos da auscultação cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição sem transtornos.

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 AUSCULTAÇÃO CERVICAL (AC)

A AC é uma técnica subjetiva que depende não somente da experiência do examinador como também do uso de um equipamento adequado, sendo um método não invasivo e de baixo custo. A análise digital dos sons da deglutição pode diminuir a subjetividade do método ²⁰.

Estudos descrevem os sons encontrados na deglutição a partir da auscultação cervical digital, tais como: o início da deglutição, produzindo um sinal de duração de 0,05s, seguido por um intervalo silencioso de 0,1 a 0,15 s. Já o segundo som pode ser observado entre 0,15 a 0,2 s. Posteriormente, ocorre um período de 0,3 a 0,4 s e, logo após, um terceiro som é descrito com baixa amplitude e curta duração. A frequência descrita nas deglutições é relativamente baixa, por volta de 400 a 600 Hz, atingindo ao final 1000 Hz ²¹.

As médias dos sons da deglutição em sujeitos normais encontram-se na frequência entre 0 e 8 kHz, com domínio de energia entre 0 e 2 kHz, com duração entre 0,25 a 3 segundos e com intensidade entre 4 e 41 dB ^{22,23}.

2.2 MÉTODO DE REALIZAÇÃO DA AUSCULTAÇÃO CERVICAL

Para realizar a AC, há inúmeros locais para o posicionamento do instrumento de captação do som, mas a literatura sugere, devido à maior magnitude média e ao menor desvio padrão da relação sinal/ruído, em função da atividade circulatória e das trocas gasosas, que o estetoscópio ou o instrumento de captação do som seja posicionado na parte lateral da junção da laringe com a traqueia e anterior à carótida ²⁴⁻²⁷.

Pesquisas ainda sugerem que o instrumento de captação do som pode também ser posicionado na lateral do pescoço, acima da cartilagem cricoide, na frente do músculo esternocleidomastoideo e dos grandes vasos. Outros autores acreditam que na região imediatamente acima da incisura jugular e do centro da cartilagem cricoide seja encontrada a menor variação do sinal da deglutição ^{20,25,27,28}.

Convencionalmente esta técnica é realizada com o estetoscópio, porém é possível encontrar, na literatura, as captações dos sons realizadas com microfones adaptados em bifurcações de estetoscópios, com microfones de contato, com acelerômetros e com Sonar Doppler. Os ruídos coletados são captados em equipamentos de diferentes tecnologias, para posteriormente serem passados por análises computadorizadas^{6,21}.

O estetoscópio eletrônico permite a gravação do som e a análise do sinal/ruído captado. Ele foi idealizado para análise de sons cardíacos e pulmonares, possibilitando a visualização e a interpretação dos mesmos por meio de um software. Com o sistema de processamento de dados do estetoscópio eletrônico, é possível realizar a digitalização do sinal. Esse recurso permite a análise dos sons de forma objetiva, considerando sua amplitude, duração e faixa de frequência do sinal²⁹.

A amplitude (intensidade) é definida como medida do afastamento ou do deslocamento das partículas materiais de sua posição de equilíbrio³⁰. Na análise das representações acústicas da onda sonora, tem-se, na literatura, uma variação entre a intensidade inicial de 51 dB e a intensidade final da onda sonora de 91 dB para as deglutições³¹. A duração do sinal acústico varia de indivíduo para indivíduo, sendo que essa tem uma duração entre um e três segundos²³.

Na dinâmica da deglutição, o espectro de energia sonora produzida encontra-se na faixa de 0 a 2 kHz. Assim, o instrumento utilizado para a captação deve oferecer resposta à atenuação das frequências mais altas, à uniformidade das médias e à amplificação das frequências mais baixas³².

2.2.1 Consistências

São encontradas diferenças nos sons da deglutição a partir de oferta de consistências distintas²⁹. Em estudo, em que foi cronometrado o tempo de deglutição de três consistências diferentes, observou-se diferença na duração da deglutição, cujas justificativas perpassam por diversos fatores, tendo sido pontuada a produção de saliva como um desses³³.

Quanto à avaliação da deglutição de líquidos, observa-se que a média do tempo de deglutição é de 1,07 s, e para a consistência sólida a média em segundos foi de 17,33³³. Em outro estudo, em que foi ofertado líquido por meio de seringa, os autores relataram ausência de diferença significativa entre os gêneros com relação ao tempo de deglutição, pois os homens apresentaram tempo médio de deglutição de 750 milissegundos, e as mulheres, 540 milissegundos¹⁴. Na comparação de líquidos finos com espessados, observou-se que o pico do sinal acústico era significativamente menor nos líquidos finos (137dB) do que nos líquidos espessados na consistência de néctar (322dB) e de mel (342dB)²¹.

Em outra pesquisa ainda, os autores afirmam que o aumento da viscosidade dos alimentos está diretamente relacionado a um maior tempo de deglutição, pois, nos líquidos finos, o tempo foi de 2,09s e, nos líquidos espessados na consistência de néctar em 2,22 s e de mel, foi de 2,32 s³⁴.

O pico inicial de frequência para a deglutição seca, detectado em um estudo, foi maior que as frequências iniciais encontradas para a deglutição de líquido e de pastoso. Já a frequência do pico final para deglutição de pastoso foi maior do que a deglutição seca e de líquido. Nesse estudo, não houve comparação entre os gêneros³¹.

Quando avaliada a deglutição seca, comparada com a de líquidos, observa-se que as médias dos tempos decorridos entre os picos das duas explosões da deglutição tendem a ser menores quanto maior for o volume deglutido. Os resultados dos estudos mostram que os homens apresentaram duração entre os intervalos, entre dois cliques de deglutição e apneia, maiores do que as mulheres 6,22,35,36.

Em estudo realizado com diferentes consistências, observa-se que a intensidade do som da deglutição foi maior nos homens, quando comparado às mulheres³⁷. Outro estudo pondera que mulheres apresentam menor duração da deglutição que os homens³⁸.

Estudo comparando medidas temporal e acústica da deglutição, em relação à consistência, à idade e ao gênero, realizado com 97 adultos normais, com acelerômetro na linha média da cartilagem cricoide e com oferta de alimentos na consistência de purê, mel, líquido fino e sólido, observou tempo de trânsito menor para alimentos menos consistentes, obtendo o tempo médio de deglutição de 0,53 s, e a intensidade de 60 dB com a frequência de 2304 Hz²².

2.3 MÉTODO DE REALIZAÇÃO DA EMGs

A EMGs vem sendo cada vez mais utilizada na clínica fonoaudiológica de forma a auxiliar no registro da atividade muscular, no que diz respeito às funções relacionadas à mastigação e à deglutição ³⁹.

O registro eletromiográfico é captado por meio de eletrodos de superfície, gerado por um sinal elétrico a partir do ponto de inervação do músculo. Para registrar o sinal eletromiográfico, é necessária uma fase de processamento, quando o sinal elétrico é amplificado. Ainda é necessário que o sinal elétrico seja convertido em sinais visuais e/ ou auditivos, de modo que possam ser visualizados e analisados. Esse sinal fornece informações eletrofisiológicas como duração e amplitude durante uma contração muscular ^{40,41}.

Resultados de um estudo que avaliou a atividade muscular dos músculos supra-hioideos mostraram registros de deglutição dupla (dois picos), de deglutição tripla (três picos) e de deglutição contínua (vários picos) de 5ml de água em indivíduos normais ⁴².

Estudo realizado com a população de 440 indivíduos normais, mesmo não apresentando os valores absolutos de cada pico, afirma que não houve diferença estatística entre a duração da atividade muscular entre adultos masculinos e femininos durante a deglutição ¹⁵.

2.3.1 Equipamentos para coleta e computação dos dados

A EMGs envolve a detecção e o registro de potenciais elétricos das fibras musculares esqueléticas. Esse registro requer um sistema de três fases: uma fase de entrada, que inclui os eletrodos superfície para captar os potenciais elétricos do músculo em contração; uma fase de processamento, durante a qual o pequeno sinal elétrico é amplificado e uma fase de saída, na qual o sinal elétrico é convertido em sinais visuais e/ou auditivos, de maneira a fornecer informações eletrofisiológicas como duração, amplitude e morfologia do eletromiograma durante uma contração muscular ^{17,41,42}.

Os traçados eletromiográficos, frequentemente, são obtidos em sinal bruto (*RAW*) e analisados em sinal retificado (*RMS*) por meio da verificação dos registros impressos das curvas de deglutição ⁴³.

2.3.2 Localização dos eletrodos

Os eletrodos, para estudo da fase faríngea da deglutição, são colocados nos músculos supra-hioideos, incluindo o ventre anterior do digástrico, o milo-hioideo, o gênio-hioideo e na musculatura infra-hioidea. Esses músculos são selecionados pela maioria dos estudos porque são superficiais e, a fixação dos eletrodos deve estar a uma distância de 1,5 cm a 2 cm um do outro ^{15,16,17,40,44}.

Também é necessária a colocação do eletrodo de referência ou “terra”, porque este é utilizado para minimizar interferências do ruído elétrico externo. Deve ser colocado em um ponto distante do local de registro dos músculos avaliados ⁴⁴.

As pesquisas que utilizam a eletromiografia de superfície estão expostas a diversas variáveis que podem influenciar a aquisição do sinal, tais como a temperatura, a impedância da pele, a profundidade e a localização do músculo, a colocação dos eletrodos e as variações individuais da musculatura. A consistência, a viscosidade, a temperatura e o volume, bem como o paladar do sujeito e a intensidade do sabor do alimento, modulam os padrões de deglutição ^{40,45}.

Algumas pesquisas utilizam a deglutição de líquido para avaliação eletromiográfica, pois esta é passível de controle do volume, não sofre interferências em relação às diferenças inerentes ao preparo de alimentos de outras consistências, ou seja, é possível solicitar a deglutição de forma habitual, permitindo obter diagnóstico diferencial em diversos casos de alterações da deglutição ^{40,44}.

Apesar da ausência de padronização de valores da eletromiografia de superfície para a deglutição, em pesquisas utilizando adultos e idosos, é possível encontrar que, para a deglutição de saliva, a duração obtida pela EMGs varia de 3,22 a 3,84s, dependendo da faixa etária dos indivíduos saudáveis. Com água é possível encontrar valores entre 0,69 a 3,34 s ^{46,47}.

Quanto à amplitude da musculatura envolvida na deglutição, em microvolts (μV) para a consistência líquida, varia de 11,4 μV a 51,6 μV . Esses valores sofrem influencia da faixa etária e da velocidade de deglutição ⁴⁶.

3 REFERÊNCIAS DA REVISÃO

1. Marchesan IQ. Deglutição-normalidade. In: Furkim AM. Disfagias Orofaríngeas. 2. ed. Carapicuíba: Pró-fono; 2004. p.3-18.
2. Silva RG, Gatto NA, Cola PC. Disfagia orofaríngea neurogênica em adultos – avaliação fonoaudiológica em leito hospitalar. In: Jacobi JS, Levy DS, Corrêa Da Silva LM. (org) Disfagia. Avaliação e Tratamento, Revinter; 2003. p. 181 - 96.
3. Ertekin C, Aydogdu I. Neurophysiology of swallowing. Clin Neurophysiol 2003; 114(12):2226-44.
4. Dray TG, Hillel AD, Miller RM. Dysphagia caused by neurologic deficits. Otolaryngol Clin North Am. 1998; 31(3):507-24.
5. Jean A. Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. Physiol Rev. 2001; 81:929–69.
6. Patatas OHG, Gonçalves MIR, Chiari BM, Gielow I. Parâmetros de duração dos sinais acústicos da deglutição de indivíduos sem queixa. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2011; 16:282-90.
7. Douglas CR. Fisiologia da deglutição. In: Douglas CR. Fisiologia aplicada à Fonoaudiologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007. p. 351-69.
8. Frakking TT et al. Acoustic and Perceptual Profiles of Swallowing Sounds in Children: Normative Data for 4-36 Months From a Cross-Sectional Study Cohort. Dysphagia. 2017; 32 (2), 261-70.
9. Ferrucci JL, Mangilli LD, Sassi FC, Limongi SCO, Andrade CRF. Sons da deglutição na prática fonoaudiológica: análise crítica da literatura. Einstein. 2013; 535 – 9.
10. Gielow I. Ausculta Cervical. In: Disfagias nas Unidades de Terapia Intensiva, 1. ed. São Paulo: Roca; 2014. p 130-49.
11. Leslie P, Drinnan MJ, Zammit-Maempel I, Coyle JL, Ford GA, Wilson JA. Cervical auscultation synchronized with images from endoscopy swallow evaluations. Dysphagia 2007; 22:290-98.
12. Lee SI, Yoo JY, Kim M, et al. Gender, age, vessel size, cup vs. straw sipping, and sequence effects on sip volume. Dysphagia. 2003; 18:196-202.
13. Ayuse T, Ayuse T, Ishitobi S, Kurata S, Sakamoto E, Okayasu I, Oi K. Effect of reclining and chin-tuck position on the coordination between respiration and swallowing. J Oral Rehabil. 2006; 33:402–8.

14. Morinière S, Boiron M, Beutter P. Sound component duration of healthy human pharyngoesophageal swallowing: a gender comparison study. *Dysphagia*. 2006; 21:175–82.
15. Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Surface electromyographic studies of swallowing in normal subjects: a review of 400 adults. Report 2. Quantitative data: Amplitude measures. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004; 131(5):773-80.
16. Constantinescu G, Hodgetts W, Scott D, Kuffel K, King B, Brodt C, Rieger, J. Electromyography and Mechanomyography Signals During Swallowing in Healthy Adults and Head and Neck Cancer Survivors. *Dysphagia*. 2017; 32(1), 90-103.
18. Watts CR, Kelly B. The Effect of Bolus Consistency and Sex on Electrophysiological Measures of Hyolaryngeal Muscle Activity During Swallowing. *Dysphagia*. 2015;30(5):551-7.
19. Monteiro D, Coriolano MGWS, Belo LR, Cabral ED, Asano AG, Lins OG. Verificação dos efeitos da Levodopa na deglutição de pacientes com doença de Parkinson. *Audiol Commun Res*. 2014;19(1):88-94.
20. Almeida ST. Detecção dos Sons da Deglutição através da Ausculta Cervical. In: Jacobi JS, Levy DS, Silva LMC. *Disfagia: Avaliação e Tratamento*. [1ª Edição] Rio de Janeiro: Revinter, 2004. p. 373 -81.
21. Youmans SR, Stierwalt JAG. An Acoustic Profile of Normal Swallowing. *Dysphagia*. 2005; 20:195-09.
22. Cichero JA, Murdoch BE. Acoustic signature of the normal swallow: characterization by age, gender, and bolus volume. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2002; 111:623-32.
23. Yagi N, Nagami S, Lin MK, Yabe T, Itoda M, Imai T, Oku Y. A noninvasive swallowing measurement system using a combination of respiratory flow, swallowing sound, and laryngeal motion. *Medical & biological engineering & computing*. 2017; 55(6), 1001-17.
24. Filho JAX, Melo ECM, Carneiro, CG, Tsuji DH, Sennes LU. Correlação entre altura e as dimensões das pregas vocais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003; 69(3):371-74.
25. Takahashi K, Groher ME, Michi K: Methodology for detecting swallowing sounds. *Dysphagia* .1994; 9:54–62.

- 26 .Leslie P, Drinnan MJ, Finn S, Ford GA, Wilson JA. Reliability and validity of cervical auscultation: a controlled comparison using videofluoroscopy. *Dysphagia*. 2004;19(4):231-40.
27. Borr C, Fastabend MH, Lücking A. Reliability and validity of cervical auscultation. *Dysphagia*. 2007; 22(3):225-34.
28. Corrêa SMA, Felix VN, Gurgel JL, Sallum RAA, Cecconello I. Clinical evaluation of oropharyngeal dysphagia in Machado-Joseph disease. *Arq. Gastroenterol*. 2010; 47(4):334-8.
29. Reynolds EW, Vice FL, Gewolb IH. Variability of Swallow-associated Sounds in Adults and Infants. *Dysphagia*. 2009; 24(1):9-13
30. Russo ICP. *Acústica e Psicoacústica Aplicadas à Fonoaudiologia*. São Paulo: Editora Lovise, 1993.
31. Santos RS, Filho EDM. Sonar Doppler as an instrument of deglutition evaluation. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2006; 10(3):182-91.
32. Soria FS, Silva RG, Furkim AM Acoustic analysis of oropharyngeal swallowing using Sonar Doppler. *Brazilian journal of otorhinolaryngolog*. 2016; 82(1), 39-46.
33. Cardoso MCAF, Gomes DH. Ausculta cervical em adultos sem queixas de alteração na deglutição. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2010; 14(4):404-09.
34. Lee J, Sejdic E, Steele CM, Chau T. Effects of liquid stimuli on dual-axis swallowing accelerometry signals in a healthy population. *Biomed Eng Online*. 2010; 9:7.
35. 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):860-63.
36. 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.
37. Silva EHAA, Santana F, Gonçalves MIR, Menezes PL. Parâmetro de intensidade do som da deglutição normal. *Rev extensão e sociedade*. 2011; 2(3).
38. Youmans SR, Stierwalt, JAG. Normal Swallowing Acoustics Across Age, Gender, Bolus Viscosity, and Bolus Volume. *Dysphagia*. 2011; 26, 374-84.

39. Rahal A. A eletromiografia de superfície como ferramenta para o estudo da deglutição. In: Marchesan IQ, organizador. Tratamento da deglutição: a atuação do fonoaudiólogo em diferentes países. São José dos Campos: Pulso; 2005. p. 95.
40. Vaiman M, Eviatar E: Surface electromyography as a screening method for evaluation of dysphagia and odynophagia. *Head & Face Medicine*. 2009; 5(9): 1-11.
41. Alfonsi E, Cosentino G, Mainardi L, Schindler A, Fresia M, Brighina F, Sandrini G. Electrophysiological investigations of shape and reproducibility of oropharyngeal swallowing: interaction with bolus volume and age. *Dysphagia*. 2015;30(5), 540-550.
42. Leslie P, Drinnan MJ, Finn S, Ford GA, Wilson JA. Reliability and validity of cervical auscultation: a controlled comparison using videofluoroscopy. *Dysphagia*. 2004;19(4):231-40.
43. Bianchini EMG, Kayamori, F. Caracterização eletromiográfica da deglutição em indivíduos com e sem alterações clínicas. *Rev. CEFAC*. 2012;14(5):872-82.
44. Pernambuco LA, et al. Atividade elétrica do músculo masseter durante a deglutição de líquido em adultos jovens. *J. Soc. Bras. Fonoaudiol*. 2011; 23(3):214-9.
45. Miura Y, Morita Y, Zoizumi H, Shingai T. Effects of taste solutions, carbonation, and cold stimulus on the power frequency content of swallowing submental surface electromyography. *Chem Senses*. 2009;34(4):325-31.
46. Belo LR, et al. Valores referenciais da eletromiografia de músculos envolvidos na deglutição: uma revisão sistemática. *Revista CEFAC*. 2012; 14(1):156-63
47. Taniguchi H, et al. Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing. *Journal of Applied Physiology*. 2008; 105(3): 791-9.

4 ARTIGO

Association between auscultation and electromyography in the pharyngeal phase of swallowing.

(Será submetido ao periódico *Dysphagia*)

Nunes, Eveline de Lima¹; Cardoso, Maria Cristina de Almeida Freitas²

¹Speech-language Therapist, Student of the Science of Rehabilitation Postgraduate Program of Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA, Porto Alegre, RS, Brazil;

²Speech-language Therapist, Assistant Professor of UFCSPA, Porto Alegre, RS, Brazil; ScD in Biomedical Gerontology at Pontifica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, RS, Brazil;

Study carried out at Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA, Rio Grande do Sul, Brazil: (<http://www.ufcspa.edu.br>)

Institutional Address: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Sarmiento Leite Street, 245 – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. ZIP CODE 90050-170. Tel: +55 (51) 3303-8817

Author in charge: Eveline de Lima Nunes

Address: Protásio Alves Street, 1047/302. Rio Branco, Porto Alegre – Rio Grande do Sul. Brazil. ZIP CODE 90410-004 Email: evelinelimanunes@hotmail.com Telephone: 55 (51) 981283233

There is no interest's conflict.

Association between cervical auscultation and electromyography in the pharyngeal phase of swallowing.

Abstract

This study aimed to associate the acoustic data of cervical auscultation to the electrical activity of the muscles involved in the pharyngeal phase of swallowing. This is an observational, cross-sectional study involving a quantitative approach and was approved on January 15, 2016 by CEP/UFSCPA (number 1.389.050). All participants of the study signed a consent form. The pharyngeal phase of swallowing was assessed by employing auscultation and surface electromyography. Subjects ingested 90 ml of water. The auscultation data were transferred to DeglutiSom®, a software program, and duration and amplitude of electromyographic activity was measured during swallowing using a Miotec®, a surface electromyography (EMGs) device. The level of significance adopted was 5%. Fifty-seven adult women participated in this study..They were aged 23.4 years on average. It must be highlighted that the greater the average frequency of peak of auscultation, the lower was the average peak of the suprahyoid muscle, and the greater the intensity of auscultation, the greater was the peak, as well as the average of the suprahyoid peaks. It was possible to demonstrate that the peak of suprahyoid muscle activity was significantly higher than the peak of infra hyoid muscle activity for swallowing 90 ml of water. In conclusion, the acoustic swallowing parameters in healthy individuals are associated with the electrical activity of muscles involved in the pharyngeal phase of swallowing.

Key words: Deglutition; Deglutition Disorders; Auscultation; Electromyography.

Introduction

Normal swallowing is characterized by transporting the food bolus or saliva from the mouth to the stomach, protecting the airway from waste [1-3]. The swallowing process is a neuromuscular activity and may be divided into the following phases: 1. anticipatory; 2. oral: oral preparatory and oral itself; 3. pharyngeal; and 4. esophageal [3,4].

Coordination of movements occurring in the pharyngeal phase produces sounds that are essential to directing the food bolus to the esophagus and stomach, as well as preventing the food bolus from entering the airway [5,6].

Cervical auscultation is a complementary method of clinical evaluation of dysphagia that enables one to listen to these sounds of swallowing. Sounds to be auscultated are picked up by amplification instruments. Subsequently, they may be transferred to computerized programs, which carry out an acoustic sound analysis. This provides quantitative and visual data related to the amplitude, duration, and sound frequency, besides suggesting normalcy or swallowing impairment [5,7,8]. In the clinical evaluation, differences in cervical auscultation sounds of individuals without complaints of disturbances of swallowing were found. These may be influenced by various factors, such as age, consistency, volume offered, and anatomical inter-subject differences [9-11].

Studies describe the sounds found in swallowing from digital cervical auscultation as the beginning of swallowing which produces a signal duration of 0.05 s, followed by a silent interval of 0.1 s to 0.15 s. In contrast, the second sound may be heard between 0.15 s to 0.2 s. After that, there is a period of 0.3 to 0.4 s and then, a third sound with low amplitude and short duration is heard. The frequency described in swallowing is relatively low, around 400 to 600 Hz, reaching 1000 Hz at the end [12].

The means of swallowing sounds in normal subjects are at a frequency between 0 and 8 kHz, with an energy domain between 0 and 2 kHz, with duration between 0.25 s to 3 s, and intensity ranging between 4 dB and 41 dB [13,14].

Surface electromyography (EMGs) is a method for assessing the supplementary muscle group that may serve as a basis for comparing physio pathological conditions of muscles involved. This may confirm activation of certain muscle groups to execute specific tasks. There is no consensus on the difference in time and amplitude of muscle activity between sexes in an electromyographic evaluation [15,16].

In studies conducted with adults without complaints of inconvenience, the amplitude of the suprahyoid muscle varies from 23 μ V the 40.76 μ V during swallowing. The duration of muscle activity during swallowing varies from 1.0 s to 205 s. The volume and consistency of food interfere in the values [17-19]. There is no consensus on the difference in time and amplitude of muscle activity between sexes in electromyographic evaluation [15,16].

This study aimed to link the acoustic data from cervical auscultation with muscle electrical activity in the pharyngeal phase of swallowing without disorders.

Methods

Ethical Procedures

This is an observational, cross-sectional, quantitative study that was approved on January 15, 2016 by the Research Ethics Committee of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre (UFCSPA; number 1.389.050). All the participants of the study signed a consent form.

Participants

The sample consisted of 60 individuals, which, in accordance with the criteria, included those without complaints of swallowing disorders, aged 18 to 59 years and 11

months, and belonged to the academic community of UFCSPA. The exclusion data were as follows: adults affected with neurogenic disorders, lung, and cancer of head and neck diseases, or by their sequelae; people with tracheostomies; elderly individuals and three male subjects due to non-parity of data. The collection was carried out in March 2017, for which two shifts per week were appointed.

Procedures

The collection was performed in the physiotherapy laboratory of the UFCSPA. Initially, an interview was conducted to fill out a questionnaire with open and closed questions, and data relating to age and absence of difficulty in swallowing were evaluated. Before fixing the electrodes, the participant's skin was cleaned with cotton soaked in alcohol 70°. The ground electrode was fixed on the clavicle.

The Miotec® EMGs device, model EMG 400c, with four channels, was used to record data. Electrical activity was captured by disposable, self-adhesive electrodes. The signal picked up by the electrodes was filtered with a band pass filter of 20 Hz to 500 Hz.

The root mean square (RMS) measurements of duration and amplitude of the electromyographic activity during swallowing were obtained using the Miotec® EMGs functions.

The electrodes were fixed on the skin at the submental region, in a position anterior to the neck on both sides, which refers to the suprahyoid muscles. The electrodes were placed parallel to the anterior belly of the digastric muscle fibers and were horizontally separated from each other (center to center) by 2 cm. Two additional electrodes were fixed in the anterior region of the neck, lateral to the thyroid cartilage of the larynx, which refers to the infra hyoid muscle, horizontally separated from each other (center to center) by 2 cm. The electrodes were cut, so as not to disrupt the movement of the larynx.

Subsequently, the participant was told about the procedures to be performed: sit with his feet parallel to the floor; position his head medially to the trunk; and swallow 90 ml of liquid (water) without interruption in order to record the cervical auscultation and surface electromyography. Water was measured using a sterilized syringe and offered in a plastic cup.

Cervical auscultation was carried out with a Littmann® Model 3200 electronic stethoscope, which attenuates a noisy environment by approximately 85% (-12 dB) without eliminating the important physiological sounds. It was placed at the infra-glottis region. The stethoscope was positioned below the region of the cricoid cartilage, so that the signal to be picked up would not interfere with the electromyographic signal (Figure 1).

The signals/noise collected were transmitted to a computer via Bluetooth and transferred to the DeglutiSom® software, which was developed for recording the acoustic signals of swallowing.

Statistical Analysis

The quantitative variables are expressed as means and standard deviation. Categorical variable are expressed as absolute and relative frequencies.

The Student's t-test was used to compare means. The association between variables was evaluated by the Pearson correlation coefficient.

The level of significance adopted was 5% ($p < 0.05$) and analyses were performed using SPSS, version 21.0.

Results

The sample was composed of students and workers of the female UFCSPA, whose characteristics are shown in Table 1.

The frequency and intensity captured by cervical auscultation were 692 Hz and 42 dB, respectively. The peak EMGs of the suprahyoid muscle was 124.2 μ V and the mean peak

was 37.4 μV . These data analysis revealed that the greater the mean frequency of the peak, the lower were the mean peaks of the suprahyoid muscle, and the greater the intensity, the greater were the peak and the mean peaks of the suprahyoid muscle. Table 2 shows the association of acoustic data from cervical auscultation (intensity and frequency) with the electrical activity of the suprahyoid and infra hyoid muscles.

In this study the women presented time of 1.9 s for each swallow. When associated with duration of swallowing to electrical activity, no significant difference was found.

Table 3 shows a comparison between the peak and the average suprahyoid and infra hyoid muscle activity. There was a significant difference between the peaks and the means of the suprahyoid and infra hyoid muscle activity ($p < 0.001$), which suggests that the peak of the suprahyoid muscle activity was significantly higher than that of the peak of the infra hyoid muscle activity while the 90 ml of thin liquid was swallowed. However, there was no significant association between the suprahyoid and infra hyoid peaks ($r = 0.032$; $p = 0.808$) or between the means of both muscle groups ($r = 0.134$; $p = 0.308$).

Discussion

The muscle electromyographic characteristics related to the pharyngeal phase of swallowing are widely described in the literature [15, 20-22]; however, the association with the acoustic data of cervical auscultation has not yet been described.

The characteristic of the sample of this study shows the predominant participation of the female population in researches, the same verified with the collection of electromyographic data [23-25] and acoustic data regarding swallowing [5,26,27].

As to the average peak frequency of swallowing 90 ml of liquid, this study found that the association with the average amplitude of the suprahyoid muscle may be explained by the size of the larynx, which interferes with the resistance of the acoustic signal [28,29]. In this

analysis, the greater the intensity of auscultation, the higher were the peak and the average peak activity of the suprahyoid muscle, which is in line with values published regarding the electrical activity of swallowing [15]. This suggests that the greater the muscle displacement for swallowing, the greater the muscle activity will be for this function[28].

The frequency range found for swallowing in this study corroborates previously published data [12,13,29-31] in relation to the female gender.

A recently published study shows that the initial time of swallowing 10 ml of liquid was 1.6 s[32]. In that study, the time for each swallow was 1.9 s for women. This difference may be explained by the amount of liquid offered to subjects [32,33], although no association between the time of swallowing and electrical activity was found.

With regard to the statistical difference between the peak and average suprahyoid and infra hyoid muscle activity, it has been found in the literature there is a difference in the activation of the suprahyoid muscle during swallowing [20, 21]. Research indicates that the activation of the infra hyoid muscle occurs simultaneously with the activation of the suprahyoid muscle [16]. Studies reveal that the peaks of muscle activity may vary per head position at the time of swallowing [34]. Furthermore, EMGs swallowing records vary substantially among subjects. This suggests that each individual may have his own activation characteristic for each muscle group during normal swallowing [35].

Future studies on normal swallowing with a greater number of participants, different consistencies, viscosities and volumes should be compared in dysphagia's patients.

Conclusion

In conclusion, the acoustic swallowing parameters in healthy individuals are associated with the electrical activity of muscles involved in the pharyngeal phase of swallowing.

We found that the higher the mean peak frequency, the lower the peak of the supra-hyoid muscles and the higher the intensity, the higher the peak and the average peak of the supra-hyoid muscles. It was possible to show that the peak of muscular activity of the supra-hyoid region was significantly greater than the peak of muscular activity of the infra-hyoid region for swallowing 90 ml of uninterrupted water.

Referencies

1. Marchesan IQ (2004) Deglutição-normalidade. In: Furkim AM. Disfagias Orofaríngeas, 2. ed. Pró-fono, Carapicuíba: pp.3-18.
2. Silva RG, Gatto NA, Cola PC (2003) Disfagia orofaríngea neurogênica em adultos – avaliação fonoaudiológica em leito hospitalar. In: Jacobi JS, Levy DS, Corrêa Da Silva LM (org) Disfagia. Avaliação e Tratamento, Revinter; pp. 181 - 196.
3. Ertekin C, Aydogdu I (2003) Neurophysiology of swallowing. Clin Neurophysiol 114: 2226-2244.
4. Dray TG, Hillel AD, Miller RM (1998) Dysphagia caused by neurologic deficits. Otolaryngol Clin North Am 31:507-524.
5. Patatas OHG, Gonçalves MIR, Chiari BM, Gielow I (2011) Parâmetros de duração dos sinais acústicos da deglutição de indivíduos sem queixa. Rev Soc Bras Fonoaudiol 16: 282-290.
6. Douglas CR (2007) Fisiologia da deglutição. In: Fisiologia aplicada à Fonoaudiologia. 2. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro: pp 351-369.
7. Frakking TT et al. (2017) Acoustic and Perceptual Profiles of Swallowing Sounds in Children: Normative Data for 4-36 Months From a Cross-Sectional Study Cohort. Dysphagia. 32 (2), pp 261-70.

8. Ferrucci JL, Mangilli LD, Sassi FC, Limongi SCO, Andrade CRF (2013) Sons da deglutição na prática fonoaudiológica: análise crítica da literatura. *Einstein* p. 535 – 539.
9. Lee SI, Yoo JY, Kim M et al (2003). Gender, age, vessel size, cup vs. straw sipping, and sequence effects on sip volume. *Dysphagia* 18:196-202.
10. Ayuse T et al (2006) Effect of reclining and chin-tuck position on the coordination between respiration and swallowing. *J Oral Rehabil* 33:402–408.
11. Morinière S, Boiron M, Beutter P (2006) Sound component duration of healthy human pharyngoesophageal swallowing: a gender comparison study. *Dysphagia* 21:175–182.
12. Youmans SR, Stierwalt JAG (2005) An Acoustic Profile of Normal Swallowing. *Dysphagia* 20:195-209.
13. Cichero JA, Murdoch BE (2002) Acoustic signature of the normal swallow: characterization by age, gender, and bolus volume. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111:623-632
14. McKaig TN (1999) Ausculta - Cervical e Torácica. In: Furkin AM, Santini CS. *Disfagias Orofaríngeas Pró-Fono*, São Paulo pp.171-187
15. Vaiman M, Eviatar E, Segal S (2004) Surface electromyographic studies of swallowing in normal subjects: a review of 400 adults. Report 2. Quantitative data: Amplitude measures. *Otolaryngol Head Neck Surg* 131:773-780.
16. Constantinescu G, Hodgetts W, Scott D, Kuffel K, King B, Brodt C, Rieger, J. (2017) Electromyography and Mechanomyography Signals During Swallowing in Healthy Adults and Head and Neck Cancer Survivors. *Dysphagia*.. 32(1) pp 90-103.
17. Coriolano, MGWS, et al (2010) Monitorando a deglutição através da eletromiografia de superfície. *Rev. CEFAC* 12:434-440.

18. Watts CR, Kelly B (2015) The Effect of Bolus Consistency and Sex on Electrophysiological Measures of Hyolaryngeal Muscle Activity During Swallowing. *Dysphagia* 30:551-557.
19. Monteiro D et al (2014) Verificação dos efeitos da Levodopa na deglutição de pacientes com doença de Parkinson. *Audiol Commun Res* 19:88-94.
20. Nagae MH, Alves MC (2009) Estudo eletromiográfico da deglutição na musculatura supra-hióidea em sujeitos classe I e III de Angle. *Rev CEFAC* 11:355-62.
21. Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, Giannoni M (2008) Surface electromyography pattern of human swallowing. *BMC Oral Health* 26:8-6.
22. Bianchini EMG, Kayamori, F (2012) Caracterização eletromiográfica da deglutição em indivíduos com e sem alterações clínicas. *Rev. CEFAC* 14:872-882.
23. Watts CR (2013) Measurement of two of Hyolaryngeal Muscle Activation Using Surface Electromyography for Comparison of Two Rehabilitative Dysphagia Exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94:2542-2548.
24. Gürgör N et al (2013) An electrophysiological study of the sequential water swallowing. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23:619–626
25. Nakamura A, Imaizumi S (2013) Auditory verbal cues alter the perceived flavor of beverages and ease of swallowing a psychometric and electrophysiological analysis. *BioMed Research International* 1-10.
26. Lésle P et al (2007) Cervical auscultation synchronized with images from endoscopy swallow evaluations. *Dysphagia* 22:290-298.
27. Dantas RO et al (2011) Possible interaction of gender and age on human swallowing behavior. *Arq Gastroenterol* 48:195-198.

28. Oliveira KV et al (2013) Análise das medidas aerodinâmicas no português brasileiro por meio do método multiparamétrico de avaliação vocal objetiva assistida (eva). *Rev. CEFAC* 15:119-127.
29. Yagi N et al (2017) A noninvasive swallowing measurement system using a combination of respiratory flow, swallowing sound, and laryngeal motion. *Dysphagia* 55:1001-1017.
30. Alfonsi E, Cosentino G, Mainardi L, Schindler A, Fresia M, Brighina F, Sandrini G. (2015) Electrophysiological investigations of shape and reproducibility of oropharyngeal swallowing: interaction with bolus volume and age. *Dysphagia* 30:540-550.
31. Santamato A et al (2009) Acoustic analysis of swallowing sounds: a new technique for assessing dysphagia. *J Rehabil Med* 41:639-645.
32. Soria FS, Silva RG, Furkim AM (2016). Acoustic analysis of oropharyngeal swallowing using Sonar Doppler. *Brazilian journal of otorhinolaryngolog.* 82: 39-46.
33. Dudik JM, Kurosu A, Coyle JL, Sejdić E (2015): A comparative analysis of DBSCAN, K-means, and quadratic variation algorithms for automatic identification of swallows from swallowing accelerometry signals. *Computers in Biology and Medicine* 59: 10-18..
34. Brasil OOC, Yamasaki R, Leao SHS (2005) Proposta de medição da posição vertical da laringe em repouso. *Rev. Bras. Otorrinolaringol* 71:313-317.
35. Taniguchi H et al (2008) Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing. *J Appl Physiol* 105:791-799.

Table 1 - Characteristics of participants

Variables	n = 57
Age (years) - average $\pm$ SD	23.4 $\pm$ 4.5
Sex - n (%)	
Female	57 (100.0)

SD: standard deviation.

Table 2 – The association between electrical activity, frequency and intensity

Variables	Average peak frequency		Intensity	
	Pearson correlation coefficient	<i>P</i>	Pearson correlation coefficient	<i>P</i>
Suprahyoid peak (μV)	-0.111	0.412	0.273	0.040
Mean suprahyoid (μV)	-0.252	0.049	0.264	0.047
Infrahyoid peak (μV)	0.016	0.904	0.183	0.172
Mean suprahyoid (μV)	-0.004	0.979	0.126	0.349

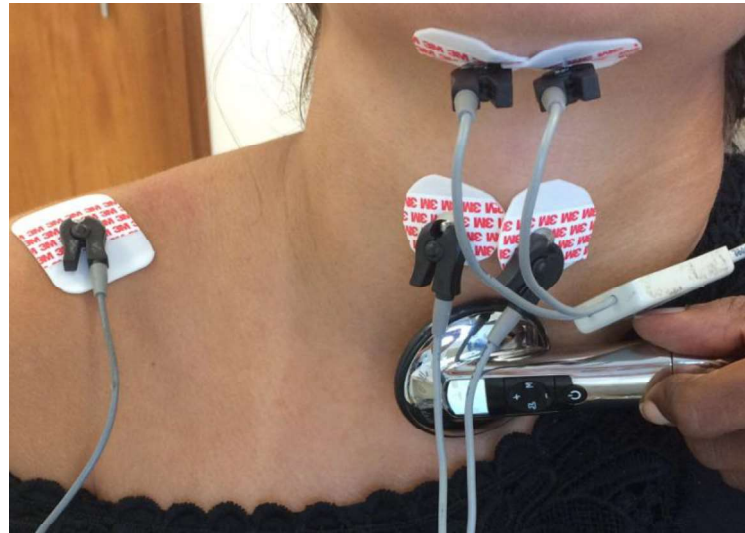
μV : microvolts

Table 3 - Surface electromyography data for swallowing

Variables	n = 57
Suprahyoid peak (μV) - average $\pm$ SD	124.2 $\pm$ 54.0
Suprahyoid mean (μV) - mean $\pm$ SD	37.4 $\pm$ 18.1
Suprahyoid peak (μV) - mean $\pm$ SD	44.9 $\pm$ 26.5
Suprahyoid peak (μV) - mean $\pm$ SD	17.8 $\pm$ 9.2

μV : microvolts; SD: standard deviation

Fig. 1 Placement of the electrodes and electronic stethoscope for collecting data on the electromyographic signal



5 CONCLUSÃO GERAL

Os parâmetros acústicos da deglutição de adultos sadios são associados à atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição.

Constatamos que quanto maior a frequência média de pico na auscultação, menor foi a média dos picos da musculatura supra-hioidea e que quanto maior a intensidade na auscultação, maior foi o pico e a média dos picos da musculatura supra-hioidea. Foi possível evidenciar que o pico da atividade muscular da região supra-hioidea é significativamente maior do que o pico da atividade muscular da região infra-hioidea para a deglutição de 90ml de água.

Futuros estudos sobre deglutição normal com um maior número de participantes, com diferentes consistências, viscosidades e volumes devem ser aplicados para possíveis comparações com pacientes disfágicos.

ANEXOS

ANEXO A – Normas de Formatação do Periódico Dysphagia.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscript Submission

All manuscripts are to be submitted in English. Manuscripts should be typed double-spaced on 8 1/2" x 11" (DIN A4) paper, with 1" to 1 1/2" margins. The order of the manuscript should be: title page, abstract and key words, text, references, tables, legends, and figures. The original of the manuscript, including figures and tables, etc., should be submitted to the online submission site, Editorial Manager at the following URL:

<http://dysp.edmgr.com/>

Manuscript Preparation

Title page. The title page should be separate, and should include the article title, the full names and addresses, as well as the degrees, of all authors, and the name of the institution where the work was performed. The names of the authors should appear only on the title page. The reprint address should include the full name and address, including the ZIP code, of the author to whom all reprint requests are to be sent. Please also include the telephone number of this author. It will not appear in the journal. If the author to whom proofs are to be sent is not the one to whom reprint requests are to be sent, please indicate this, giving the full name and address of the author to receive proofs. A short running title should be listed at the top left-hand corner of the title page. Any information about grants or other financial support should be supplied as an unnumbered footnote to the article title.

Abstract and key words. On a separate sheet, a concise abstract of 250 words should be accompanied by about 2-6 relevant key words (index terms).

General articles. General articles are defined as reports of original work, and these contributions should be substantial and valid. Readers should be able to learn from a general article what has been firmly established and what significant questions remain unresolved. Speculation should be kept to a minimum.

Review articles. Review articles are usually solicited. They are expected to fully cover the extant literature concerned with a specific topic. The review should assess the bases and validity of published opinions and should identify differences of interpretation or opinion. The reviewer must be informed in the topic under consideration and must be recognized as competent in judgment and evaluation of its literature.

Research articles. The text of research reports should be organized into a short introduction outlining the main point of the research, a description of the materials, methods, and results, and finally a discussion or conclusion.

Clinical Conundrum

Instead of case reports, Dysphagia will now be accepting interesting cases that are a diagnostic and/or a therapeutic clinical challenge in regards to swallowing and transit of food from the mouth to the stomach. Besides descriptive information, one is also encouraged to submit images with case. This section is expected to illustrate the decision making process involved in the diagnosis and treatment of difficult

dysphagia problems. The answer will be provided on a separate page in the same issue.

Instruction on submission:

1. Short relevant history, physical examination, laboratory tests and initial clinical course. The limit is one typed double-spaced page (12 point, Times New Roman, 1" margin).
2. Images are encouraged. These could be clinical, endoscopic, radiographic, manometric/pH/impedance, and histology. Images should be of high quality (300ppi) in .tif or .jpg formats.
3. Answer highlighting important teaching and clinical points should be provided in no more than one typed double-spaced page (12 point, Times New Roman, 1" margin) and cover the pertinent information in the history, physical examination and clinical course correlating these with relevant findings in the investigations and abnormalities seen on the images. An additional high quality image of a follow-up test can be provided.
4. A brief discussion of no more than half typed double-spaced page (12 point, Times New Roman, 1" margin) including up to four references.

Abbreviations and terminology. Uncommon abbreviations must be fully identified upon their first appearance in the text. Since Dysphagia is designed for a multidisciplinary audience, authors should avoid jargon specific to only one discipline. Footnotes should be avoided.

Tables.

Tables should be numbered with Arabic numbers and titled concisely, and abbreviations used in the table should be defined in table footnotes. Use superscript lower case letters (a, b, etc.) to list footnotes.

Figure legends.

Figure legends should be typed double-spaced on a separate sheet. All symbols, lettering, arrows, and abbreviations used in the figures should be defined in the legends.

Illustrations. The journal reserves the right to return illustrations for revision.

Photographs:

Three of each should be submitted as unmounted glossy prints. They should be carefully marked on the back with an adhesive label or tape indicating the figure number, top of illustration, and the principal author's name. Several prints to be combined into a single illustration should be mounted on cardboard with permanent adhesive or should be accompanied by a schematic drawing of the arrangement desired. Be sure that they will withstand a reduction to 169 x 226 mm. The Publisher reserves the right to cut apart and rearrange figures that do not fit the page. Such combined prints should all be cropped to square off at the edges to facilitate attractive reproduction. The journal reproduces radiographs in their original presentation. For example, prints should be submitted with the barium bolus appearing in white. Illustrations of the body should be oriented so that right-sided anatomical structures are on the reader's left; however, head scans should be oriented in the conventional manner, i.e., as if the brain were viewed from the top. Lateral views should be oriented with the facial profile to the reader's left. Line drawings: three sharp glossy prints should be submitted in a form suitable for reproduction, to allow for a reduction to 81 mm.

Black-and-white halftone drawings: originals and three prints should be submitted and the final size should be indicated. Shooting the original will ensure optimal

reproduction and it will be returned as soon as possible. Labels and lines should be on an overlay of the original, properly registered for accuracy.

Size of illustrations. Use the smallest size illustration that can be reproduced with clarity. If possible, prepare artwork so that a 1:1 reproduction is possible. In sizing art, allow for the legend - i.e., do not size the illustration to occupy the entire page space. The dimensions that should be kept in mind when sizing artwork for Dysphagia are:

A full page = a maximum of 169 mm x 226 mm.

A full column = a maximum of 81 mm x 226 mm.

From 1 to 3 mm must be left between figures grouped together.

Original drawings will be returned. Line art and halftone photographs will not be returned unless a request to do so accompanies the author's corrected proofs.

Books for review. The receipt of books submitted for review will be acknowledged.

Critical reviews will be solicited and published at the discretion of the Editorial Board.

Proofs. The author will receive one set of page proofs and photoprints of the halftones for each paper. Separate instructions for proofreading accompany the proofs.

TITLE PAGE

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 250 words. The abstract should not contain any undefined

abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).

Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the

title page. The names of funding organizations should be written in full.

SCIENTIFIC STYLE

Generic names of drugs and pesticides are preferred; if trade names are used, the generic name should be given at first mention.

Specific Remark on References:

References should be cited numerically in order of appearance. Abbreviations for periodicals should follow Index Medicus style.

REFERENCES

Citation

Reference citations in the text should be identified by numbers in square brackets.

Some examples:

1. Negotiation research spans many disciplines [3].
2. This result was later contradicted by Becker and Seligman [5].
3. This effect has been widely studied [1-3, 7].

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

The entries in the list should be numbered consecutively.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of "et al" in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325-329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb.
<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see ISSN.org LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of intext citations and reference list.

Authors preparing their manuscript in LaTeX can use the bibtex file spbasic.bst which is included in Springer's LaTeX macro package.

TABLES

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Acesso:

<http://www.springer.com/medicine/otorhinolaryngology/journal/455>

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP

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

Título da Pesquisa: Associação entre a auscultação e eletromiografia na fase faríngea da deglutição de adultos saudáveis

Pesquisador: Maria Cristina Cardoso

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 50465315.1.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.389.050

Apresentação do Projeto:

A deglutição normal é caracterizada pelo transporte do bolo alimentar ou da saliva desde boca até o estômago, sem permitir a entrada de resíduos na via aérea. O processo de deglutição é uma atividade neuromuscular e pode ser dividida em fases. A ausculta cervical é um método complementar de avaliação clínica da fase faríngea da deglutição. Na avaliação clínica observa-se que há diferenças nos sons da ausculta cervical em indivíduos normais, podendo ser influenciada pela variação de gênero, resultado da diferença anatômica e funcional das estruturas estomatognáticas. A eletromiografia é uma avaliação objetiva, das condições fisiológicas e patológicas da musculatura envolvida e confirmando a ativação de grupos musculares para a execução da deglutição. Este estudo tem como objetivo associar os dados acústicos da ausculta cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição de adultos saudáveis. Trata-se de um estudo observacional de abordagem transversal e quantitativa. A participação dos sujeitos será formalizada mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Por meio da

deglutição de saliva, 10ml de água e um pão francês será avaliada a fase faríngea da deglutição com auscultação e eletromiografia. Os valores serão transferidos para o software DeglutiSom®. Os resultados obtidos serão considerados em um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) e as análises serão realizadas no programa SPSS (Statistical Package for the Social Science) versão 18.0

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Primário:**

Associar os dados acústicos da auscultação cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição de adultos saudáveis.

Objetivo Secundário:

- Avaliar o tempo médio da atividade muscular;
- Investigar a amplitude média da atividade muscular;
- Averiguar o tempo médio e amplitude média da atividade muscular entre gêneros;
- Coletar os ruídos da deglutição através da auscultação cervical eletrônica com diferentes consistências de alimentos;
- Analisar os ruídos coletados quanto à intensidade, frequência e duração da deglutição;
- Associar o tempo e amplitude da atividade muscular aos ruídos da auscultação eletrônica da fase faríngea.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:**Riscos:**

Os participantes envolvidos no estudo poderão apresentar um risco mínimo na realização da deglutição, embora não seja esperada qualquer dificuldade na realização deste estudo, pois a coleta se dará com a execução de uma função corporal básica e esta se dá de forma coordenada e integrada em indivíduos saudáveis.

Benefícios:

Os dados coletados propiciarão um conhecimento mais objetivo da auscultação cervical, permitindo ou facilitando o seu uso como uma avaliação objetiva.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa bem escrito e fundamentado. Pesquisa relevante científica e socialmente,

apresentando todos os requisitos exigidos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos atendidos.

Recomendações:

Sem mais recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências apontadas em parecer anterior foram atendidas. Aprovar.

Considerações Finais a critério do CEP:

Término do projeto: julho de 2017

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_598063.pdf	24/12/2015 09:17:03		Aceito
Outros	Carta_ao_parecerista.doc	24/12/2015 09:16:17	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Orçamento	Orcamentoo.doc	24/12/2015 09:15:27	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Outros	anuencia.pdf	24/12/2015 09:13:43	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Cronograma	Cronograma.doc	24/12/2015 09:11:09	Eveline de Lima Nunes	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.pdf	24/12/2015 09:09:53	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_mestrado.doc	24/12/2015 09:08:30	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_.pdf	01/12/2015 20:59:18	Eveline de Lima Nunes	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso.jpg	14/10/2015 18:01:19	Eveline de Lima Nunes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 15 de Janeiro de 2016

Assinado por:
Julia Fernanda Semmelmann Pereira Lima
(Coordenador)

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
TÍTULO DA PESQUISA: ASSOCIAÇÃO ENTRE A AUSCULTAÇÃO E ELETROMIOGRAFIA NA
FASE FARÍNGEA DA DEGLUTIÇÃO DE ADULTOS SADIOS

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa com o objetivo de associar os sons capturados durante a deglutição com a atividade dos músculos envolvidos, em adultos sem queixas de dificuldades para engolir. Para avaliarmos a forma de engolir de uma pessoa utilizamos o estetoscópio eletrônico para capturar o som. O trabalho será realizado em horários individuais previamente agendados, no laboratório de Audiologia, localizado no andar térreo do anexo II desta Universidade, e a avaliação durará em torno de 20 minutos. Esse estudo conta com um questionário de perguntas sobre a possibilidade de dificuldades no momento de engolir, a colocação de eletrodos no pescoço para a captura da atividade muscular durante a oferta da água e de pão francês. Ao mesmo tempo será encostado no seu pescoço o estetoscópio eletrônico para gravar o ruído da deglutição. A sua participação será sigilosa, podendo você desistir de participar em qualquer momento da sua execução, não lhe acarretando qualquer prejuízo. O risco ou desconforto devesse ser mínimo, comparado ao momento em que você realiza as suas refeições. Não haverá despesas de qualquer natureza com a sua participação e você poderá fazer qualquer pergunta em relação à pesquisa. Desde já, agradecemos sua contribuição.

Eu,.....fui informado dos objetivos da pesquisa de maneira clara e detalhada. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu o desejar. A Profª Maria Cristina Almeida Freitas Cardoso e a mestrande Fonoaudióloga Eveline de Lima Nunes certificam-me de que todos os dados desta pesquisa referentes a mim serão confidenciais, bem como terei liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa. Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso chamar Profª Maria Cristina Almeida Freitas Cardoso no endereço Sarmento Leite, 245 e telefone (51) 3303.8817 ou a Fga. Eveline de Lima Nunes (81101266). Para qualquer pergunta sobre este estudo posso contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFCSPA, Rua Sarmento Leite, 245 ou pelo telefone: 3303.9000. Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Assinatura do Paciente

Nome do Paciente ____/____/____

Assinatura do Pesquisador

Nome do Pesquisador ____/____/____

APÊNDICE 2 – Entrevista Inicial

Nome: _____ (iniciais)

1. Data: _____ Sexo: () F () M Idade: _____

2. Problemas de saúde atuais? () Não () Sim

Se sim qual (quais) _____

3. Problemas de saúde anteriores?

() Doença Celíaca () Neurológico () Câncer (Cabeça e Pescoço)

() Alterações esofágicas/gástricas () Trauma (Cabeça e Pescoço)

Outro: _____

4. Engasgos frequentes?

() Não () 1-2 vezes por mês () 1- 2 vezes por semana ()

1 vez por dia () todas as refeições

3.1. Em que consistência ocorre com mais frequência:

() com saliva () sólido () pastoso

() líquido espesso () líquido fino

5. Outras dificuldades de deglutição? () Não () Sim

Se sim, qual? _____

6. Histórico de disfagia? () Não () Sim

Em que situação ocorreu? _____

Protocolo Adaptado pela proponente do projeto a partir dos dados de Patatas OHG, Gonçalves MIR, Chiari BM, Gielow I. Parâmetros de duração dos sinais acústicos da deglutição de indivíduos sem queixa. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2011; 16: 282-290

APÊNDICE 3 – Artigo em Português

Associação entre auscultação cervical e eletromiografia na fase faríngea da deglutição

Nunes, Eveline de Lima¹; Cardoso, Maria Cristina de Almeida Freitas²

¹Fonoaudióloga, Mestranda em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, UFCSPA, Porto Alegre, RS; Brasil;

²Fonoaudióloga, Professora adjunta da UFCSPA, Porto Alegre, RS, Brasil; Doutora em Gerontologia Biomédica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, RS, Brasil;

Estudo realizado na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
- UFCSPA, Rio Grande do Sul, Brasil: (<http://www.ufcspa.edu.br>)

Endereço Institucional: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Rua Sarmiento Leite, 245 - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. CÓDIGO POSTAL 90050-170. Tel: +55 (51) 3303-8817

Autor responsável: Eveline de Lima Nunes

Endereço: Rua Protásio Alves, 1047/302. Rio Branco, Porto Alegre - Rio Grande do Sul. Brasil. CEP 90410-004 Email: evelinelimanunes@hotmail.com Telefone: 55 (51) 981283233

Não há conflito de interesse.

Associação entre a auscultação e eletromiografia na fase faríngea da deglutição

Resumo

Este estudo teve como objetivo associar os dados acústicos da auscultação cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição sem transtornos. Trata-se de um estudo observacional e transversal que envolve uma abordagem quantitativa e foi aprovado em 15/01/16 pelo CEP / UFSCPA (número 1.389.050). Todos os participantes do estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Por meio da deglutição de 90 ml de água, foi avaliada a fase faríngea da deglutição com auscultação e eletromiografia de superfície. Os valores da auscultação foram transferidos para o software DeglutiSom® e as medidas de duração e amplitude da atividade eletromiográfica, durante as deglutições, foram feitas pelo EMGs Miotec®. O nível de significância adotado foi de 5%. Cinquenta e sete mulheres adultas participaram deste estudo. A idade média foi de 23,4 anos. Constatamos que quanto maior a frequência média do pico da auscultação, menor era a média dos picos da musculatura supra-hioidea e quanto maior a intensidade da auscultação, maior o pico, bem como a média dos picos da musculatura supra-hioidea. Foi possível evidenciar que o pico da atividade muscular da região supra-hioidea foi significativamente maior do que o pico da atividade muscular da região infra-hioidea para a deglutição de 90 ml de água ininterruptos. Concluimos que os parâmetros acústicos de deglutição são associados à atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição.

Palavras chave: Deglutição; Transtorno de deglutição; Auscultação; Eletromiografia.

Introdução

A deglutição normal é caracterizada pelo transporte do bolo alimentar ou da saliva desde boca até o estômago, protegendo a via aérea de resíduos [1-3]. O processo de deglutição é uma atividade neuromuscular e pode ser dividido nas fases: antecipatória; oral: preparatória oral e oral propriamente dita; faríngea e esofágica [3,4].

A coordenação dos movimentos que ocorre na fase faríngea produz sons que são imprescindíveis para o direcionamento do bolo alimentar para o esôfago e estômago, assim como para a prevenção da entrada do bolo na via aérea [5,6].

A auscultação cervical é um método complementar de avaliação clínica da disfagia que permite a escuta destes sons da deglutição. Os sons a serem auscultados são captados por instrumentos de amplificação e, posteriormente, podem ser transferidos para programas computadorizados, que realizam a análise acústica do som, fornecendo dados quantitativos e visuais relacionados à amplitude, à duração e à frequência do som, além de sugerir normalidade ou comprometimento da deglutição [5,7,8]. Na avaliação clínica, observa-se que há diferenças nos sons da auscultação cervical em indivíduos sem queixas de distúrbios de deglutição, podendo ser influenciadas por diversos fatores, dentre eles idade, consistência, volume ofertado, além de diferenças anatômicas inter sujeitos [9-11].

Estudos descrevem os sons encontrados na deglutição a partir da ausculta cervical digital, tais como: o início da deglutição, produzindo um sinal de duração de 0,05 s, seguido por um intervalo silencioso de 0,1 a 0,15 s. Já o segundo som pode ser observado entre 0,15 a 0,2 s. Posteriormente, ocorre um período de 0,3 a 0,4 s e, logo após, um terceiro som é descrito, com baixa amplitude e curta duração. A frequência descrita nas deglutições é relativamente baixa, por volta de 400 a 600 Hz, atingindo ao final 1000 Hz [12].

As médias dos sons da deglutição em sujeitos normais encontram-se na frequência entre 0 e 8 kHz, com domínio de energia entre 0 e 2 kHz, com duração entre 0,25 a 3 s e com intensidade entre 4 e 41 dB [13,14].

A eletromiografia de superfície é o método de avaliação complementar dos grupos musculares e pode servir como base de comparação das condições fisiológicas e patológicas da musculatura envolvida, confirmando a ativação de determinados grupos musculares para a execução de funções específicas. Na avaliação eletromiográfica, não há consenso quanto à diferença no tempo e na amplitude da atividade muscular entre os gêneros [15,16].

Em pesquisas realizadas com adultos sem queixas de transtornos, observou-se que a amplitude da musculatura supra-hioidea varia de 23 μ V a 40,76 μ V durante a deglutição. A duração da atividade muscular, durante a deglutição, varia de 1,0 a 2,05 s. O valor sofre interferência do volume e da consistência do alimento [17-19]. Na avaliação eletromiográfica, ainda não há consenso quanto à diferença no tempo e na amplitude da atividade muscular entre diferentes gêneros [15,16].

Este estudo tem como objetivo associar os dados acústicos da auscultação cervical com a atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição sem transtornos.

Métodos

Procedimentos Éticos

Estudo observacional de abordagem transversal e quantitativa, aprovado em 15/01/16 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre sob o número 1.389.050. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Participantes

A amostra foi composta por 60 sujeitos que, de acordo com os critérios de inclusão, não apresentaram queixas de alteração da deglutição; estavam na faixa etária de 18 a 59 anos e 11 meses e pertencentes à comunidade acadêmica da UFCSPA. Os dados de exclusão foram: adultos acometidos ou com sequelas de doenças neurogênicas, pulmonares

e de câncer de cabeça e de pescoço; pessoas fazendo uso de traqueostomia, idosos além de três sujeitos do gênero masculino devido a não paridade dos dados. A coleta foi realizada no mês de março de 2017, sendo designados dois turnos por semana para a sua realização.

Procedimentos

A coleta foi realizada no laboratório de fisioterapia da UFCSPA. Inicialmente, os sujeitos foram entrevistados para o preenchimento de um questionário com perguntas abertas e fechadas com dados referentes à idade e à ausência de dificuldades para deglutir. Antes da fixação dos eletrodos, a pele do participante foi limpa com algodão embebido por álcool a 70°. O eletrodo terra foi fixado sobre a clavícula.

Para a realização do registro, foi utilizado o aparelho de eletromiografia de superfície – EMGs, modelo EMG 400c, com quatro canais, da marca Miotec®. A captação da atividade elétrica foi realizada por meio de eletrodos autoadesivos descartáveis. O sinal captado pelos eletrodos foi tratado com filtro passa-banda de 20 a 500 Hz.

As medidas de duração e amplitude RMS (root mean square = raiz média quadrática) da atividade eletromiográfica, durante as deglutições, foram feitas utilizando funções próprias EMGs Miotec®.

Os eletrodos foram posicionados sobre a pele, na região submental, em posição anterior ao pescoço, bilateralmente, referente ao grupo dos músculos supra-hioideos, em posição paralela às fibras do músculo digástrico, ventre anterior e foram separados horizontalmente por 2 cm um do outro (centro a centro). Ainda, foram fixados outros dois eletrodos na região anterior do pescoço, lateralmente à cartilagem tireoide da laringe, referente aos músculos infra-hioideos, horizontalmente separados 2 cm um do outro (centro a centro). Os eletrodos foram reduzidos, de modo a não atrapalhar o movimento da laringe.

Em seguida, o participante foi orientado quanto aos procedimentos a serem realizados: sentar apoiando os pés ao chão paralelamente; posicionar a cabeça medialmente ao tronco; deglutir 90ml de líquido (água) ininterruptamente para registro da auscultação

cervical e da eletromiografia de superfície. A água teve sua medida realizada em seringa esterilizada e ofertada em copo plástico.

A auscultação cervical foi realizada com o estetoscópio eletrônico Littmann®, modelo 3200, que atenua ruído ambiente em aproximadamente 85% (-12dB) sem eliminar os importantes sons fisiológicos, localizado em região infra glote. O estetoscópio foi posicionado abaixo da região da cartilagem cricoide, de forma que o sinal a ser captado não interferisse no sinal eletromiográfico (Figura 1).

Os sinais/ruídos coletados foram transmitidos para uma unidade de computador, via Bluetooth e, após, foram transferidos para o software DeglutiSom®, desenvolvido para a realização do sinal acústico da deglutição.

Análise Estatística

As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão, e as categóricas, por frequências absolutas e relativas.

Para comparar médias, o teste t-student foi aplicado. A associação entre as variáveis foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson.

O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 21.0.

Resultados

A amostra foi composta por alunos e trabalhadores da UFCSPA do gênero feminino, cuja caracterização está apresentada na tabela 1.

A frequência e intensidade captadas na auscultação cervical foram de 692 Hz e 42 dB, respectivamente. O pico da musculatura supra-hioidea na EMGs foi de 124,2 μ V, e a média dos picos foi de 37,4 μ V. A associação desses dados, constatou que quanto maior a média do pico de frequência, menor foi a média dos picos da musculatura supra-hioidea e quanto maior a intensidade, maior foi o pico e a média dos picos da musculatura supra-

hioidea. A tabela 2 evidencia a associação dos dados acústicos da auscultação cervical (intensidade e frequência) com a atividade elétrica dos músculos supra-hioideos e infra-hioideos.

Neste estudo as mulheres apresentaram tempo de 1,9 s para cada deglutição. Quando associado a duração de deglutição à atividade elétrica, não foi encontrada diferença significativa.

A tabela 3 evidencia a comparação entre o pico e a média da atividade muscular supra-hioidea e infra-hioidea. Houve diferença significativa entre os picos e as médias da musculatura supra-hioidea e infra-hioidea ($p < 0,001$), demonstrando que o pico da atividade muscular da região supra-hioidea foi significativamente maior do que o pico da atividade muscular da região infra-hioidea durante a deglutição de 90 ml de líquido fino. No entanto, não houve associação significativa entre os picos supra e infra-hioideos ($r = 0,032$; $p = 0,808$) e entre as médias dos dois grupos musculares ($r = 0,134$; $p = 0,308$).

Discussão

As características eletromiográficas da musculatura relacionadas à fase faríngea de deglutição são amplamente descritas na literatura [15,20-22], porém a associação com os dados acústicos da auscultação cervical ainda não foi descrita.

A característica da amostra deste estudo mostra a participação predominante da população feminina em pesquisas, o mesmo verificado junto a coleta de dados eletromiográficos [23-25] e dos dados acústicos da deglutição [5,26,27].

Quanto à média do pico de frequência da deglutição de 90ml de líquido, este estudo observou que a associação com a média da amplitude da musculatura supra-hioidea pode ser justificada pelo tamanho da laringe, o qual interfere na resistência dos sinais acústicos [28,29]. Nesta análise, também se verificou que quanto maior a intensidade da auscultação, maior o pico e a média dos picos da atividade muscular da

região supra-hioidea, semelhante aos valores publicados da atividade elétrica de deglutição [15]. Isso demonstra que quanto maior o deslocamento muscular para deglutição, maior será a atividade muscular para essa função [28].

A faixa de frequência encontrada para a deglutição, neste estudo, corrobora com dados previamente publicados [12,13,29-31] em relação ao gênero feminino.

Um estudo, recentemente publicado, apresenta que o tempo para a deglutição de 10ml de líquido foi de 1,6s [32]. Neste mesmo estudo, o tempo de cada deglutição foi de 1,9s para as mulheres. Essa diferença pode estar argumentada pela quantidade de líquido ofertado aos sujeitos [32,33], embora não tenha ocorrido associação entre o tempo de deglutição com a atividade elétrica.

Quanto à diferença estatística encontrada na comparação entre o pico e a média da atividade muscular supra e infra-hioidea, tem-se na literatura que há diferença de ativação na musculatura supra-hioidea durante a deglutição [20,21]. Pesquisas afirmam que a ativação da musculatura infra-hioidea ocorre no mesmo instante da ativação da musculatura supra-hioidea [16]. Estudos apontam que os picos da atividade muscular podem variar de acordo com a posição da cabeça no momento da deglutição [34] e que, ainda, esses registros de deglutição por EMGs variam muito entre os sujeitos, indicando que cada indivíduo deve ter uma característica própria de ativação de cada grupo muscular para realização de uma deglutição normal [35].

Futuros estudos sobre deglutição normal com um maior número de participantes, com diferentes gêneros, consistências, viscosidades e volumes devem ser aplicados para possíveis comparações com pacientes disfágicos.

Conclusão

Os parâmetros acústicos da deglutição são associados à atividade elétrica dos músculos envolvidos na fase faríngea da deglutição.

Constatamos que quanto maior foi a média do pico de frequência, menor foi a média dos picos da musculatura supra-hioidea e que quanto maior a intensidade, maior foi o pico e a média dos picos da musculatura supra-hioidea. Foi possível evidenciar que o pico da atividade muscular da região supra-hioidea era significativamente maior que o pico da atividade muscular da região infra-hioidea para a deglutição de 90 ml de água ininterruptos.

Referências

36. Marchesan IQ (2004) Deglutição-normalidade. In: Furkim AM. Disfagias Orofaríngeas, 2. ed. Pró-fono, Carapicuíba: pp.3-18.
37. Silva RG, Gatto NA, Cola PC (2003) Disfagia orofaríngea neurogênica em adultos – avaliação fonoaudiológica em leito hospitalar. In: Jacobi JS, Levy DS, Corrêa Da Silva LM (org) Disfagia. Avaliação e Tratamento, Revinter; pp. 181 - 196.
38. Ertekin C, Aydogdu I (2003) Neurophysiology of swallowing. Clin Neurophysiol 114: 2226-2244.
39. Dray TG, Hillel AD, Miller RM (1998) Dysphagia caused by neurologic deficits. Otolaryngol Clin North Am 31:507-524.
40. Patatas OHG, Gonçalves MIR, Chiari BM, Gielow I (2011) Parâmetros de duração dos sinais acústicos da deglutição de indivíduos sem queixa. Rev Soc Bras Fonoaudiol 16: 282-290.
41. Douglas CR (2007) Fisiologia da deglutição. In: Fisiologia aplicada à Fonoaudiologia. 2. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro: pp 351-369.

42. Frakking TT et al. (2017) Acoustic and Perceptual Profiles of Swallowing Sounds in Children: Normative Data for 4-36 Months From a Cross-Sectional Study Cohort. *Dysphagia*. 32 (2), pp 261-70.
43. Ferrucci JL, Mangilli LD, Sassi FC, Limongi SCO, Andrade CRF (2013) Sons da deglutição na prática fonoaudiológica: análise crítica da literatura. *Einstein* p. 535 – 539.
44. Lee SI, Yoo JY, Kim M et al (2003). Gender, age, vessel size, cup vs. straw sipping, and sequence effects on sip volume. *Dysphagia* 18:196-202.
45. Ayuse T et al (2006) Effect of reclining and chin-tuck position on the coordination between respiration and swallowing. *J Oral Rehabil* 33:402–408.
46. Morinière S, Boiron M, Beutter P (2006) Sound component duration of healthy human pharyngoesophageal swallowing: a gender comparison study. *Dysphagia* 21:175–182.
47. Youmans SR, Stierwalt JAG (2005) An Acoustic Profile of Normal Swallowing. *Dysphagia* 20:195-209.
48. Cichero JA, Murdoch BE (2002) Acoustic signature of the normal swallow: characterization by age, gender, and bolus volume. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111:623-632
49. McKaig TN (1999) Ausculta - Cervical e Torácica. In: Furkin AM, Santini CS. *Disfagias Orofaríngeas Pró-Fono*, São Paulo pp.171-187
50. Vaiman M, Eviatar E, Segal S (2004) Surface electromyographic studies of swallowing in normal subjects: a review of 400 adults. Report 2. Quantitative data: Amplitude measures. *Otolaryngol Head Neck Surg* 131:773-780.
51. Constantinescu G, Hodgetts W, Scott D, Kuffel K, King B, Brodt C, Rieger, J. (2017) Electromyography and Mechanomyography Signals During Swallowing in Healthy Adults and Head and Neck Cancer Survivors. *Dysphagia*. 32(1) pp 90-103.

52. Coriolano, MGWS, et al (2010) Monitorando a deglutição através da eletromiografia de superfície. *Rev. CEFAC* 12:434-440.
53. Watts CR, Kelly B (2015) The Effect of Bolus Consistency and Sex on Electrophysiological Measures of Hyolaryngeal Muscle Activity During Swallowing. *Dysphagia* 30:551-557.
54. Monteiro D et al (2014) Verificação dos efeitos da Levodopa na deglutição de pacientes com doença de Parkinson. *Audiol Commun Res* 19:88-94.
55. Nagae MH, Alves MC (2009) Estudo eletromiográfico da deglutição na musculatura supra-hióidea em sujeitos classe I e III de Angle. *Rev CEFAC* 11:355-62.
56. Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, Giannoni M (2008) Surface electromyography pattern of human swallowing. *BMC Oral Health* 26:8-6.
57. Bianchini EMG, Kayamori, F (2012) Caracterização eletromiográfica da deglutição em indivíduos com e sem alterações clínicas. *Rev. CEFAC* 14:872-882.
58. Watts CR (2013) Measurement of two of Hyolaryngeal Muscle Activation Using Surface Electromyography for Comparison of Two Rehabilitative Dysphagia Exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94:2542-2548.
59. Gürgör N et al (2013) An electrophysiological study of the sequential water swallowing. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23:619–626
60. Nakamura A, Imaizumi S (2013) Auditory verbal cues alter the perceived flavor of beverages and ease of swallowing a psychometric and electrophysiological analysis. *BioMed Research International* 1-10.
61. Lésle P et al (2007) Cervical auscultation synchronized with images from endoscopy swallow evaluations. *Dysphagia* 22:290-298.

62. Dantas RO et al (2011) Possible interaction of gender and age on human swallowing behavior. *Arq Gastroenterol* 48:195-198.
63. Oliveira KV et al (2013) Análise das medidas aerodinâmicas no português brasileiro por meio do método multiparamétrico de avaliação vocal objetiva assistida (eva). *Rev. CEFAC* 15:119-127.
64. Yagi N et al (2017) A noninvasive swallowing measurement system using a combination of respiratory flow, swallowing sound, and laryngeal motion. *Dysphagia* 55:1001-1017.
65. Alfonsi E, Cosentino G, Mainardi L, Schindler A, Fresia M, Brighina F, Sandrini G. (2015) Electrophysiological investigations of shape and reproducibility of oropharyngeal swallowing: interaction with bolus volume and age. *Dysphagia* 30:540-550.
66. Santamato A et al (2009) Acoustic analysis of swallowing sounds: a new technique for assessing dysphagia. *J Rehabil Med* 41:639-645.
67. Soria FS, Silva RG, Furkim AM (2016). Acoustic analysis of oropharyngeal swallowing using Sonar Doppler. *Brazilian journal of otorhinolaryngolog.* 82: 39-46.
68. Dudik JM, Kurosu A, Coyle JL, Sejdić E (2015): A comparative analysis of DBSCAN, K-means, and quadratic variation algorithms for automatic identification of swallows from swallowing accelerometry signals. *Computers in Biology and Medicine* 59: 10-18..
69. Brasil OOC, Yamasaki R, Leao SHS (2005) Proposta de medição da posição vertical da laringe em repouso. *Rev. Bras. Otorrinolaringol* 71:313-317.
70. Taniguchi H et al (2008) Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing. *J Appl Physiol* 105:791-799.

71. Ding R et al (2002) Surface electromyographic and electroglottographic studies in normal studies under two swallow conditions: normal and during the Mendelsohn maneuver. *Dysphagia* 17:1-12.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

Variáveis	n=57
Idade (anos) – média $\pm$ DP	23,4 $\pm$ 4,5
Sexo Feminino– n(%)	57 (100)

DP: desvio padrão.

Tabela 2 – Associação entre a atividade elétrica com frequência e intensidade

Variáveis	Frequência média de pico		Intensidade	
	Coeficiente de correlação de		Coeficiente de correlação de	
	Pearson	<i>p</i>	Pearson	<i>p</i>
Pico Supra-hioideo (μV)	-0,111	0,412	0,273	0,040
Média Supra-hioideo (μV)	-0,252	0,049	0,264	0,047
Pico Infra-hioideo (μV)	0,016	0,904	0,183	0,172
Média Infra-hioideo (μV)	-0,004	0,979	0,126	0,349

μV: microvolts

Tabela 3 – Dados da Eletromiografia de Superfície durante a deglutição

Variáveis	n=57
Pico Supra-hioideo (μV) – média $\pm$ DP	124,2 $\pm$ 54,0
Média Supra-hioideo (μV) – média $\pm$ DP	37,4 $\pm$ 18,1
Pico Infra-hioideo (μV) – média $\pm$ DP	44,9 $\pm$ 26,5
Média Infra-hioideo (μV) – média $\pm$ DP	17,8 $\pm$ 9,2

μV : microvolts; DP: desvio padrão.

Figura 1 Posicionamento dos eletrodos e estetoscópio eletrônico para a coleta de sinal eletromiográfico.

