

Simone Galli Rocha Bragato¹ 

Roberta Gonçalves da Silva² 

Larissa Cristina Bert³ 

Ultrasonographic analysis of the hyoid bone distance in individuals with neurogenic oropharyngeal dysphagia

Análise ultrassonográfica da distância do osso hioide em indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica

Keywords

Deglutition
Ultrasonography
Hyoid Bone
Deglutition Disorders
Ultrasonics

Descritores

Deglutição
Ultrassonografia
Osso Hioide
Transtornos de Deglutição
Ultrassom

ABSTRACT

To compare the ultrasound measurement of distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak between healthy individuals and neurogenic dysphagic individuals and to verify the effect of food consistencies on the displacement of the hyoid bone. Prospective, controlled clinical study. Ultrasound recordings of the oropharyngeal deglutition were conducted in 10 adults diagnosed with oropharyngeal dysphagia and in 10 healthy adults, matched by sex and age group. A portable ultrasound model Micro ultrasound system with a microconvex transducer 5-10 MHz, coupled to a computer as well as the head stabilizer were used. The ultrasound images were recorded using the AAA software (Articulate Assistant Advanced) at a rate of 120 frames/second. Food consistencies level 0 (free volume and 5 mL) and level 4 (5 mL) were used, based on the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDSSI). The calculation of the mean and standard deviation was used for the descriptive analysis, while the repeated measures ANOVA test was used for the inferential analysis. Results showed dysphagic individuals had lower elevation of the hyoid bone marked by a longer distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak when compared to healthy individuals, regardless of the food consistency offered. It was concluded that the ultrasound measurement of distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak showed less laryngeal elevation in individuals with neurogenic oropharyngeal dysphagia when compared to healthy individuals for all food consistencies offered.

RESUMO

Comparar a medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição entre indivíduos saudáveis e disfágicos neurogênicos e verificar o efeito das consistências do alimento no deslocamento do osso hioide. Estudo clínico prospectivo controlado. Foram realizadas avaliações ultrassonográficas da deglutição orofaríngea em 10 adultos com diagnóstico de disfagia orofaríngea e 10 adultos saudáveis, pareados por sexo e faixa etária. Para tanto, foi utilizado ultrassom portátil com transdutor microconvex 5-10 MHz, além de estabilizador de cabeça. As imagens ultrassonográficas foram gravadas pelo software Articulate Assistant Advanced a uma taxa de 120 quadros/segundo. Foram utilizadas as consistências de alimentos nível 0 (volume livre e 5 mL) e nível 4 (5 mL), conforme as recomendações do International Dysphagia Diet Standardisation Initiative. A distância foi mensurada no momento do pico máximo da deglutição entre a parte inferior do osso hioide e a inserção do músculo milo-hioideo. Cálculos de média e o desvio padrão foram utilizados na análise descritiva, enquanto o teste ANOVA de medidas repetidas foi aplicado na análise inferencial. Resultados evidenciaram que indivíduos disfágicos apresentaram menor elevação do osso hioide, marcada por maior distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição quando comparados aos indivíduos saudáveis, independentemente da consistência alimentar ofertada. Concluiu-se que a medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição mostrou menor elevação laríngea em indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica quando comparados aos indivíduos saudáveis para todas as consistências alimentares ofertadas.

Correspondence address:

Simone Galli Rocha Bragato
Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP
Rua Hygino Muzy Filho, 737, Marília (SP), Brasil, CEP: 17525-900.
E-mail: simone-galli@hotmail.com

Received: March 08, 2022

Accepted: October 11, 2023

Study conducted at cidade de Marília (SP), Brasil.

¹ Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

² Laboratório de Pesquisa e Reabilitação em Disfagia, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

³ Laboratório de Análise Articulatória e Acústica, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

Financial support: nothing to declare.

Conflict of interests: nothing to declare.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

Among the imaging exams used for the quantitative analysis of oropharyngeal swallowing, videofluoroscopic and videoendoscopic assessments of deglutition are commonly employed. However, supplementary methods like ultrasound stand out for their practicality, portability, non-invasiveness, cost-effectiveness, absence of radiation, and the ability to use typical foods during assessments⁽¹⁾. Ultrasonographic analysis has shown its value as an adjuvant tool for studying deglutition biomechanics, as evidenced in previous studies⁽¹⁻¹⁹⁾.

The movement of the hyoid bone is a crucial parameter for analyzing deglutition biomechanics. Its displacement is intimately linked to the timing of the pharyngeal response initiation and the individual's capability to protect the lower airways while transporting the food bolus to the esophagus⁽²⁰⁾. This movement signals the larynx's elevation during oropharyngeal deglutition⁽²¹⁾ and can be easily observed through ultrasonography⁽¹⁹⁾. Ultrasound enables the clear observation of hyoid bone movement during the swallowing of food or saliva by researchers and health professionals⁽¹⁴⁾.

The literature suggests that ultrasound can serve as a screening tool for deglutition function, allowing for the accurate determination of both the duration of deglutition and the displacement or trajectory of the hyoid bone movement⁽¹⁵⁾. Studies have indicated that ultrasound helps distinguish between normal and abnormal hyoid bone movements, offering a consistent and complementary measurement for diagnosing deglutition disorders⁽³⁾.

Investigations into the quantification of hyoid bone displacement using ultrasound have shown high inter- and intra-rater reliability correlation coefficients⁽²²⁾, attesting to its reliability. Another study comparing ultrasound's accuracy in assessing hyoid bone displacement during deglutition using the gold standard—videofluoroscopy—revealed good precision and high evaluator reliability⁽²³⁾.

The elevation of the larynx and hyoid bone, crucial for initiating the pharyngeal phase of deglutition, is influenced by the physical properties of the ingested food, such as consistency, volume, flavor, and temperature. These factors can affect the hyoid bone's trajectory during deglutition⁽⁶⁾. This elevation is also dependent on the food bolus's organoleptic characteristics.

Moreover, the oral phase events, particularly the concurrent movements of the jaw, tongue, and food bolus propulsion, are primary regulators of the hyoid bone's upward displacement during deglutition⁽¹⁹⁾.

Ultrasonographic examination of hyoid bone displacement provides insights into the timing, quality of trajectory, and distance relative to other structures involved in deglutition biomechanics. However, the potential of measuring hyoid bone displacement to augment the analysis of deglutition biomechanics across different food consistencies and volumes in varied populations remains underexplored.

Given the potential differences in deglutition biomechanics between healthy individuals and those with neurogenic oropharyngeal dysphagia, it is anticipated that the latter group will exhibit greater distances in hyoid bone approximation.

Additionally, this study aims to explore how food consistencies affect the displacement of the hyoid bone.

Thus, this study aims to compare the ultrasonographic measurement of the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition between healthy individuals and those with neurogenic oropharyngeal dysphagia and to assess the impact of food consistencies on the hyoid bone's displacement.

METHOD

Ethical aspects

Case study approved by the Research Ethics Committee of the aforementioned Institution under protocol no. 19946119.8.0000.5406. All participants signed an Informed Consent Form (ICF) prior to study commencement.

Sample

The study sample comprised 20 adult individuals divided into two groups: the experimental group (EG) consisted of 10 adults with neurogenic oropharyngeal dysphagia of various etiologies (Table 1), whereas the control group (CG) was composed of 10 healthy adults matched by sex and age (4 men and 6 women; average age = 46.9 years).

Convenience sampling was applied to select the EG individuals: aged ≥ 18 years, of both sexes, able to remain seated, with underlying neurological pathologies diagnosed by a medical team, and with oropharyngeal dysphagia diagnosed by clinical evaluation and videoendoscopic assessment of deglutition.

To recruit the CG individuals, a checklist (Chart 1) was applied to screen for factors that might suggest any functional difficulties and/or changes in deglutition. The individual was

Table 1. Profile of the sample of patients with neurogenic oropharyngeal dysphagia

Individual	Age	Sex	Underlying Disease
Dysphagic 1	30	Female	Spinocerebellar Atrophy
Dysphagic 2	32	Male	Cerebral Aneurysm
Dysphagic 3	40	Female	Myasthenia Gravis
Dysphagic 4	42	Male	Guillain-Barré Syndrome
Dysphagic 5	49	Female	Cerebellar Atrophy
Dysphagic 6	53	Female	Cerebellar Atrophy
Dysphagic 7	53	Male	Multiple Sclerosis
Dysphagic 8	55	Male	Stroke
Dysphagic 9	57	Female	Multiple Sclerosis
Dysphagic 10	58	Female	Cerebral Microinfarcts

Chart 1. Checklist for screening swallowing difficulties in healthy individuals

Questions	YES	NO
Use of antidepressant medication?		
Dental prosthesis?		
Cancer in the head or neck region?		
Neurological and neurodegenerative diseases?		
Difficulty in feeding and/or swallowing?		

excluded from the study sample if any item on the checklist was checked.

Equipment

Data were collected using a portable Micro-Ultrasound System equipped with a microconvex transducer (5-10 MHz, 10 mm radius, 150 degree max. field of view), coupled to a computer, and a head stabilizer. Ultrasound images for each swallowing were recorded on Articulate Assistant Advanced (AAA) software at a rate of 120 frames per second.

Experimental procedure

Ultrasonographic assessment of deglutition was conducted with participants sitting in a comfortable position. The head stabilizer was adjusted for each individual, to couple the microconvex transducer at 90 degrees to the submandibular region. Conductive gel was applied for impedance coupling between the transducer surface and the individual's submandibular region skin, facilitating the formation of the image of the tongue surface and the hyoid bone in the sagittal plane.

After explaining the ultrasonographic examination to the individuals, they were instructed to swallow the food that would be offered to them in disposable spoons and cups.

Food consistencies of level 0 (5 mL and free volume)—which consisted of free swallowing, that is, without specific volume measurement made by the patient—and level 4 (5 mL) were used following the International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDSSI) guidelines⁽²⁴⁾. Filtered water was used for the level 0 consistency (thin liquid), while filtered water, food thickener, and diet peach-flavored juice were utilized in the preparation of level 4 consistency (extremely thickened liquid). The foods were offered in the following order: level 4 consistency (5 mL), level 0 consistency (5 mL), and level 0 consistency (free volume). For each situation, two offerings were made, generating 120 ultrasonographic swallowing videos (20 individuals analyzed under three food consistency conditions and volumes for two offerings).

Ultrasonographic analysis of the hyoid bone

The parameter used for quantitative analysis was the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition, thus the frame corresponding to the maximum approximation of the hyoid bone to the mylohyoid muscle was selected, and the distance between the bottom part of the hyoid bone and the insertion of the mylohyoid muscle was measured, as illustrated in Figures 1 and 2. The measures were taken in centimeters.

Both figures show two arrows each, which indicate the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition. Analysis of these figures evidence that the lower the hyoid bone's elevation, the greater its distance (Figure 1); conversely, the higher the hyoid bone's elevation, the lesser its distance (Figure 2).

Analysis was also performed using the AAA software. The frame corresponding to the maximum displacement of the hyoid bone was selected to measure the distance. The distance

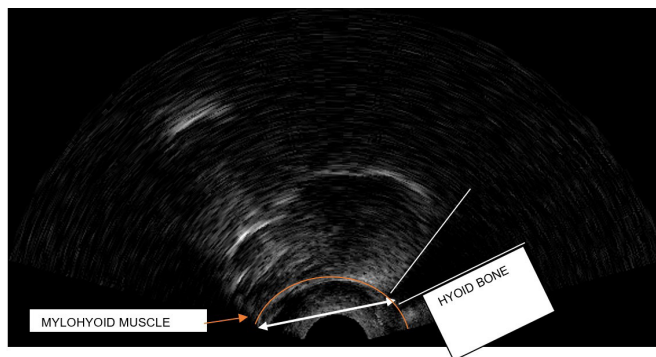


Figure 1. Arrow indicating the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition in a dysphagic individual

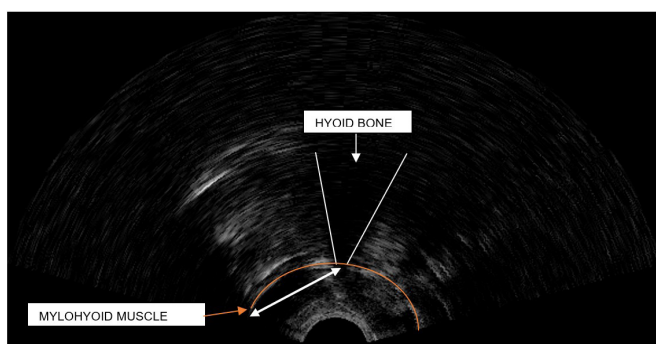


Figure 2. Arrow indicating the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition in a healthy individual

between the bottom part of the hyoid bone and the insertion of the mylohyoid muscle was selected, and the software automatically measured it. This selection was made by the first author of this study, who has previous experience in ultrasonographic analysis. The examiner also re-analyzed 20% of the data within a 90-day interval. The interrater reliability index, that is, the intraclass correlation coefficient (ICC), was 0.80, demonstrating the excellent reliability of the results.

Statistical analysis

Descriptive and inferential statistical treatments of the data were performed using the Statistica 7.0 software. The descriptive analysis employed mean and standard deviation calculations for the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition, whereas the inferential analysis utilized the repeated measures ANOVA test to compare the measurements of the hyoid bone's approximation distance considering the groups and the food consistencies. A significance level of 5% ($p \leq 0.05$) was adopted for all statistical analyses.

RESULTS

Table 2 presents the mean and standard deviation of the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition according to groups and food consistencies.

Table 2. Mean and standard deviation values of the hyoid bone's approximation distance (in centimeters) at the peak of deglutition in dysphagic and healthy individuals by food consistency and volume

Food Consistency	Level 0 - Free Volume	Level 0 - 5ml	Level 4 - 5ml
Group	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
EG	3.37 (±0.50)	3.31 (±0.62)	3.22 (±0.43)
CG	2.86 (±0.42)	2.82 (±0.36)	2.77 (±0.33)

Caption: SD: Standard Deviation; EG: Experimental Group (dysphagic individuals); GC: Control Group (healthy individuals)

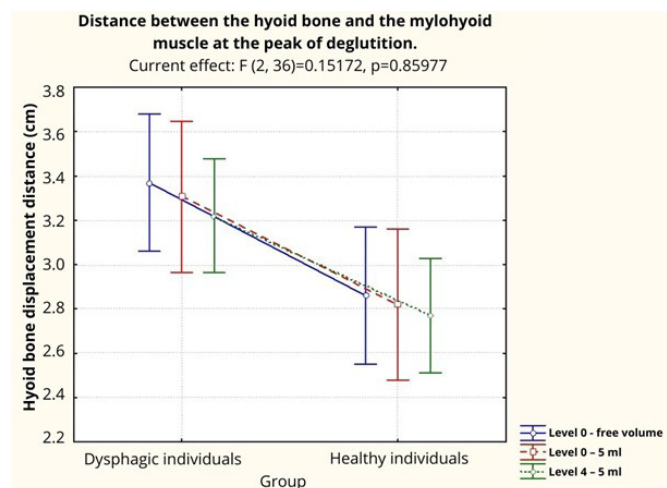


Figure 3. Comparison of the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition between dysphagic and healthy individuals

Table 2 shows that, regardless of the food consistencies (level 0 - free volume, level 0 - 5 mL, and level 4 - 5 mL), the values for the EG are numerically higher than those for the CG.

In the repeated measures ANOVA statistical test, a significant effect was observed only regarding the groups ($F(1, 18) = 6.08, p < 0.05$). No significant effects were observed concerning the food consistencies ($F(2, 36) = 2.45, p > 0.05$) or for the interaction between group and food consistency ($F(2, 36) = 0.15, p > 0.05$). The EG showed a greater hyoid bone approximation distance at the peak of deglutition compared to the CG regardless of the offered food consistency (Figure 3).

DISCUSSION

This study aimed to measure the displacement of the hyoid bone through ultrasonographic evaluation and compare it between healthy adults and those with neurogenic oropharyngeal dysphagia, as well as examine the effect of food consistency in both groups.

The results indicated that there was reduced elevation of the hyoid bone during swallowing in the EG across all food consistencies and volumes offered, meaning there was a greater hyoid bone approximation distance compared with that of the CG. In the literature, various studies using ultrasound have also reported this finding^(8,11,25-27); however, these studies did not use varied food consistencies and volumes in their analysis. One study, in particular, expanded its conclusion by suggesting that ultrasonographic evaluation could be used as a screening tool

for dysphagic patients, indicating that hyoid bone displacement values < 13.5 mm should be used as a cutoff point to detect laryngotracheal penetration or aspiration (26). Nevertheless, the suggestion of using this ultrasonographic finding as a risk marker for aspiration requires further studies on its accuracy.

It is worth noting that although the aforementioned studies adopted different reference points to calculate the hyoid bone's displacement, such as the distance between the hyoid bone and the mandible^(26,27) or that between the hyoid bone and the thyroid cartilage^(8,11,25), all of them reported a difference in hyoid bone displacement values between dysphagic and healthy individuals, confirming the potential of this examination to assist in the qualitative and quantitative investigation of this swallowing parameter. However, it should be emphasized that such measurements have not been explored across different food consistencies and volumes so far.

Such difference in ultrasonographic measurements found between the groups is due to the excursion of the larynx/hyoid bone, which occurs completely in healthy individuals, as there is no underlying disease affecting its movement. In contrast, in dysphagic individuals, in general, because of the neurogenic disease, the corticobulbar fibers, the structures of the nucleus of the solitary tract, and the nucleus ambiguus induce both the representation of the modulation of the pharyngeal response and the weakness of the pharynx, laryngeal muscles, and the muscles innervating the hyoid bone, resulting in reduced laryngeal elevation and decreased hyoid-laryngeal approximation^(11,25).

Only two studies^(28,29) did not find a statistical difference in the displacement of the hyoid bone in patients with dysphagia when compared to healthy individuals. The first study⁽²⁸⁾ explains this fact from the underlying disease – Parkinson's Disease (PD); dysphagia in patients with PD is associated with dysfunction in oropharyngeal swallowing, specifically in lingual bradykinesia, hesitation movement, and tongue tremor. In patients with PD, there is a significantly delayed interval between the onset of tongue movement and the shorter hyoid-thyroid approximation distance, supporting the premise that the dyskinesia occurring in the oral phase does not result in the displacement of the hyoid bone itself when assessed by ultrasound in this population. Meanwhile, the second study⁽²⁹⁾ reports that a compensatory strategy for hyoid bone elevation was employed in individuals with dysphagia. While individuals in the control group consumed the liquid consistency (water), those in the experimental group ingested water with viscosity adjustments depending on the degree of dysphagia impairment, and thus the same hyoid bone displacement during deglutition was observed in both groups.

Previous studies^(11,25-27) have also been emphatic in highlighting the accuracy of the ultrasound examination in assessing the

elevation of the hyoid bone compared with the videofluoroscopic assessment of deglutition, indicating that ultrasound showed high sensitivity and specificity with the videofluoroscopy measures of hyoid bone displacement.

Regarding the effect of food consistencies, statistical difference was found between the different food consistencies offered to the participants. Although a numerical difference showing a tendency for that was observed, it was not statistically significant.

The literature shows that most ultrasonographic studies that analyzed the displacement of the hyoid bone during swallowing in patients with dysphagia and compared it with that of healthy individuals did so using a single consistency – liquid^(8,11,25,26,28), or during saliva swallowing⁽²⁷⁾. Of these, only a recent study (30) concluded that the displacements of the hyoid bone and the larynx were not affected by food viscosity, as the change in food consistency did not significantly alter the contraction rate of the laryngeal muscle.

This study presents some limitations that should be considered in analyzing the evidence found. The small sample size, the heterogeneity of dysphagic patients – both in terms of disease etiology and of age and dysphagia severity, as well as the participants' anthropometric variables, should prompt reflection on the individual differences in hyoid bone elevation and also in the performance of the pharyngeal response provoked in each of the neurogenic etiologies. Conversely, the findings suggest that this ultrasonographic measurement in varied food consistencies can be used complementarily to the evaluation of oropharyngeal dysphagia. These results will provide clinicians with a parameter of laryngeal elevation in this population, through a low-cost, non-invasive technique and a safe and comfortable procedure using portable equipment.

CONCLUSION

The ultrasonographic measurement of the hyoid bone's approximation distance at the peak of deglutition indicated reduced laryngeal elevation in individuals with neurogenic oropharyngeal dysphagia compared to healthy individuals across all tested food consistencies.

ACKNOWLEDGEMENTS

Postgraduate Program in Speech Therapy and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES).

REFERENCES

1. Sonies BC. Ultrasound imaging and swallowing. In: Jones B, Donner M, editors. Normal and abnormal swallowing: imaging in diagnosis and therapy. New York: Springer-Verlag; 1991. p. 109-17. http://doi.org/10.1007/978-1-4757-4150-6_8.
2. Sonies BC, Parent LJ, Morrish K, Baum BJ. Durational aspects of the oral-pharyngeal phase of swallow in normal adults. *Dysphagia*. 1988;3(1):1-10. <http://doi.org/10.1007/BF02406274>. PMID:3073915.
3. Sonies BC, Wang C, Sapper DJ. Evaluation of normal and abnormal hyoid bone movement during swallowing by use of ultrasound duplex-doppler imaging. *Ultrasound Med Biol*. 1996;22(9):1169-75. [http://doi.org/10.1016/S0301-5629\(96\)00158-5](http://doi.org/10.1016/S0301-5629(96)00158-5). PMID:9123641.

4. Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Miethke RR, Lin CT. Ultrasonographic measurement of tongue movement during swallowing. *J Ultrasound Med*. 2000;19(1):15-20. <http://doi.org/10.7863/jum.2000.19.1.15>. PMID:10625185.
5. Peng CL, Miethke RR, Pong SJ, Lin CT. Investigation of tongue movements during Swallowing with M-Mode ultrasonography. *J Orofac Orthop*. 2007;68(1):17-25. <http://doi.org/10.1007/s00056-007-0547-y>. PMID:17238050.
6. Chi-Fishman G, Sonies BC. Effects of systematic bolus viscosity and volume changes on hyoid movement kinematics. *Dysphagia*. 2002;17:278-87. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0070-7>.
7. Söder N, Miller N. Using ultrasound to investigate intrapersonal variability in durational aspects of tongue movement during swallowing. *Dysphagia*. 2002;17(4):288-97. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0071-6>. PMID:12355144.
8. Kuhl V, Eicke BM, Dieterich M, Urban PP. Sonographic analysis of laryngeal elevation during swallowing. *J Neurol*. 2003;250(3):333-7. <http://doi.org/10.1007/s00415-003-1007-2>. PMID:12638025.
9. Shawker TH, Sonies B, Stone M, Baum BJ. Real-time ultrasound visualization of tongue movement during swallowing. *J Clin Ultrasound*. 2005;11(9):485-90. <http://doi.org/10.1002/jcu.1870110906>. PMID:6417184.
10. Wijk RA, Wulfert F, Prinz JF. Oral processing assessed by M-mode ultrasound imaging varies with food attribute. *Physiol Behav*. 2006;89(1):15-21. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.021>. PMID:16820180.
11. Huang YL, Hsieh SF, Chang YC, Hsiang CC, Wang TG. Ultrasonographic evaluation of hyoid–larynx approximation in dysphagic stroke patients. *Ultrasound Med Biol*. 2009;35(7):1103-8. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2009.02.006>. PMID:19427098.
12. Corcoran BC. Duration and distance of hyoid bone movement as observed by ultrasound: the influences of flavor and nectar-thick consistency [thesis]. Ohio: Faculty of Miami University, Miami University Oxford; 2011.
13. Yabunaka K, Sanada H, Sanada S, Konishi H, Hashimoto T, Yatake H, et al. Sonographic assessment of hyoid bone movement during swallowing: a study of normal adults with advancing age. *Radiological Phys Technol*. 2011;4(1):73-7. <http://doi.org/10.1007/s12194-010-0107-9>. PMID:20945118.
14. Steele C, Sasse C, Bressmann T. Tongue–pressure and hyoid movement timing in healthy liquid swallowing. *Int J Lang Commun Disord*. 2012;47(1):77-83. <http://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2011.00082.x>. PMID:22268903.
15. Hsiao MY, Wahyuni LK, Wang TG. Ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia. *J Med Ultrasound*. 2013;21(4):181-8. <https://doi.org/10.1016/j.jmu.2013.10.008>.
16. Rocha SG, Silva RG, Berti LC. Análise ultrassonográfica qualitativa e quantitativa da deglutição orofaríngea. *CoDAS*. 2015;27(5):437-45. <http://doi.org/10.1590/2317-1782/20152015015>. PMID:26648214.
17. Ogawa N, Mori T, Fujishima I, Wakabayashi H, Itoda M, Kunieda K, et al. Ultrasonography to measure swallowing muscle mass and quality in older patients with sarcopenic dysphagia. *J Am Med Dir Assoc*. 2018;19(6):516-22. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.11.007>. PMID:29287693.
18. Ohkubo M, Scobbie JM. Tongue shape dynamics in swallowing using sagittal ultrasound. *Dysphagia*. 2019;34(1):112-8. <http://doi.org/10.1007/s00455-018-9921-8>. PMID:29955953.
19. Ishida R, Palmer JB, Hiemae KM. Hyoid motion during swallowing: factors affecting forward and upward displacement. *Dysphagia*. 2002;17(4):262-72. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0064-5>. PMID:12355141.
20. Cordaro MA, Sonies BC. An image processing scheme to quantitatively extract and validate hyoid bone motion based on real-time ultrasound recordings of swallowing. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1993;40(8):841-4. <http://doi.org/10.1109/10.238473>. PMID:8258453.
21. Cichero J, Murdoch BE. *Dysphagia: foundation, theory and practice*. Hoboken: Wiley; 2006.
22. Macrae PR, Doeltgen SH, Jones RD, Huckabee ML. Intra- and inter-rater reliability for analysis of hyoid displacement measured with sonography. *J Clin Ultrasound*. 2012;40(2):74-8. <http://doi.org/10.1002/jcu.20874>. PMID:21953135.

23. Chen YC, Hsiao MY, Wang YC, Fu CP, Wang TG. Reliability of Ultrasonography in Evaluating Hyoid Bone Movement. *J Med Ultrasound*. 2017;25(2):90-5. <http://doi.org/10.1016/j.jmu.2017.01.002>. PMID:30065466.
24. Steele CM, Namasivayam-Mcdonald AM, Guida BT, Cichero JA, Fuivestein J, Hanson B. Creation and initial validation of the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative functional diet scale. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(5):934-44. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.012>. PMID:29428348.
25. Hsiao MY, Chang YC, Chen WS, Chang HY, Wang TG. Application of ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia in stroke patients. *Ultrasound Med Biol*. 2012;38(9):1522-8. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.04.017>. PMID:22698507.
26. Lee YS, Lee KE, Kang Y, Yi TI, Kim JS. Usefulness of submental ultrasonographic evaluation for dysphagia patients. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(2):197-205. <http://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.197>. PMID:27152268.
27. Kwak HJ, Kim L, Ryu BJ, Kim YH, Park SW, Cho DG, et al. Influence of nasogastric tubes on swallowing in stroke patients: measuring hyoid bone movement with ultrasonography. *Ann Rehabil Med*. 2018;42(4):551-9. <http://doi.org/10.5535/arm.2018.42.4.551>. PMID:30180524.
28. Oh EH, Seo JS, Kang HJ. Assessment of oropharyngeal dysphagia in patients with parkinson disease: use of ultrasonography. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(2):190-6. <http://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.190>. PMID:27152267.
29. Matsuo T, Matsuyama M. Detection of poststroke oropharyngeal dysphagia with swallowing screening by ultrasonography. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248770. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0248770>. PMID:33730038.

Author contributions

SGRB was responsible for collecting, analyzing data and writing the article, RGS determined the study design, supervised the findings and corrected the article including its technical language and LCB supervised, corrected the article and also performed the statistical analysis of the results.

Simone Galli Rocha Bragato¹ 

Roberta Gonçalves da Silva² 

Larissa Cristina Berti³ 

Análise ultrassonográfica da distância do osso hioide em indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica

Ultrasonographic analysis of the hyoid bone distance in individuals with neurogenic oropharyngeal dysphagia

Descritores

Deglutição
Ultrassonografia
Osso Hioide
Transtornos de Deglutição
Ultrassom

Keywords

Deglutition
Ultrasonography
Hyoid Bone
Deglutition Disorders
Ultrasonics

RESUMO

Comparar a medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição entre indivíduos saudáveis e disfágicos neurogênicos e verificar o efeito das consistências do alimento no deslocamento do osso hioide. Estudo clínico prospectivo controlado. Foram realizadas avaliações ultrassonográficas da deglutição orofaríngea em 10 adultos com diagnóstico de disfagia orofaríngea e 10 adultos saudáveis, pareados por sexo e faixa etária. Para tanto, foi utilizado ultrassom portátil com transdutor microconvex 5-10 MHz, além de estabilizador de cabeça. As imagens ultrassonográficas foram gravadas pelo software Articulate Assistant Advanced a uma taxa de 120 quadros/segundo. Foram utilizadas as consistências de alimentos nível 0 (volume livre e 5 mL) e nível 4 (5 mL), conforme as recomendações do International Dysphagia Diet Standardisation Initiative. A distância foi mensurada no momento do pico máximo da deglutição entre a parte inferior do osso hioide e a inserção do músculo milo-hioideo. Cálculos de média e o desvio padrão foram utilizados na análise descritiva, enquanto o teste ANOVA de medidas repetidas foi aplicado na análise inferencial. Resultados evidenciaram que indivíduos disfágicos apresentaram menor elevação do osso hioide, marcada por maior distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição quando comparados aos indivíduos saudáveis, independentemente da consistência alimentar ofertada. Concluiu-se que a medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição mostrou menor elevação laringea em indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica quando comparados aos indivíduos saudáveis para todas as consistências alimentares ofertadas.

ABSTRACT

To compare the ultrasound measurement of distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak between healthy individuals and neurogenic dysphagic individuals and to verify the effect of food consistencies on the displacement of the hyoid bone. Prospective, controlled clinical study. Ultrasound recordings of the oropharyngeal deglutition were conducted in 10 adults diagnosed with oropharyngeal dysphagia and in 10 healthy adults, matched by sex and age group. A portable ultrasound model Micro ultrasound system with a microconvex transducer 5-10 MHz, coupled to a computer as well as the head stabilizer were used. The ultrasound images were recorded using the AAA software (Articulate Assistant Advanced) at a rate of 120 frames/second. Food consistencies level 0 (free volume and 5 mL) and level 4 (5 mL) were used, based on the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDSSI). The calculation of the mean and standard deviation was used for the descriptive analysis, while the repeated measures ANOVA test was used for the inferential analysis. Results showed dysphagic individuals had lower elevation of the hyoid bone marked by a longer distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak when compared to healthy individuals, regardless of the food consistency offered. It was concluded that the ultrasound measurement of distance from the approximation of the hyoid bone during of the maximum deglutition peak showed less laryngeal elevation in individuals with neurogenic oropharyngeal dysphagia when compared to healthy individuals for all food consistencies offered.

Endereço para correspondência:

Simone Galli Rocha Bragato
Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP
Rua Hygino Muzy Filho, 737, Marília (SP), Brasil, CEP: 17525-900.
E-mail: simone-galli@hotmail.com

Recebido em: Março 08, 2022

Aceito em: Outubro 11, 2023

Trabalho realizado na cidade de Marília (SP), Brasil.

¹ Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

² Laboratório de Pesquisa e Reabilitação em Disfagia, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

³ Laboratório de Análise Articulatória e Acústica, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: nada a declarar.

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

Dentre os exames de imagem com análise quantitativa utilizados para avaliar a deglutição orofaríngea, a videofluoroscopia e a videoendoscopia da deglutição são as comumente usadas. Entretanto, existem métodos complementares para auxiliar no diagnóstico e na caracterização de alguns aspectos da deglutição orofaríngea. Dentre eles, o ultrassom tem sido evidenciado por sua praticidade, portabilidade, por ser uma ferramenta não invasiva, de baixo custo, livre de radiação e com possibilidade de utilizar alimentos usuais nas avaliações⁽¹⁾. As contribuições da análise ultrassonográfica podem ser utilizadas como achados complementares para análise da biomecânica da deglutição como foi observado em estudos prévios⁽¹⁻¹⁹⁾.

O deslocamento do osso hioide é um parâmetro importante na avaliação da biomecânica da deglutição, uma vez que sua excursão está intimamente relacionada ao tempo de início da resposta faríngea e à capacidade do indivíduo em proteger a via aérea inferior durante o transporte de bolo alimentar para o esôfago⁽²⁰⁾, na medida em que sinaliza a elevação da laringe durante a deglutição orofaríngea⁽²¹⁾. Esse deslocamento pode ser facilmente visualizado no exame ultrassonográfico⁽¹⁹⁾. A ultrassonografia é uma técnica que pesquisadores e profissionais da saúde podem facilmente observar o movimento do osso hioide durante a deglutição de alimentos ou saliva⁽¹⁴⁾.

A literatura também sugere que a ultrassonografia pode ser utilizada como ferramenta para triagem da função da deglutição. Além disso, é possível determinar com precisão tanto a duração da deglutição, quanto o deslocamento ou trajetória do movimento do osso hioide pelo ultrassom⁽¹⁵⁾. Pesquisadores⁽³⁾ indicaram que a ultrassonografia auxilia na discriminação entre movimentos normais e anormais do osso hioide sendo um método que propicia mensuração altamente consistente e complementar para o diagnóstico dos distúrbios da deglutição.

Quando investigado a viabilidade de quantificar o deslocamento do osso hioide utilizando a ultrassonografia por meio da confiabilidade inter e intra-avaliadores, foi verificado alto coeficiente de correlação⁽²²⁾ entre as medidas extraídas pelos examinadores, indicando sua confiabilidade. Outro estudo recente verificou a acurácia do uso da ultrassonografia para avaliar o deslocamento do osso hioide durante a deglutição, a partir da confiabilidade dos examinadores, comparando sua precisão com o exame padrão ouro da deglutição, ou seja, a videofluoroscopia. Os resultados encontrados mostraram boa precisão e alta confiabilidade entre os avaliadores⁽²³⁾.

Em relação a elevação da laringe e do osso hioide verifica-se que estes mecanismos são acionados na deglutição quando iniciada a fase faríngea por meio do início da resposta faríngea. A literatura tem reportado⁽⁶⁾ que as propriedades físicas do alimento ingerido, como a consistência, volume, sabor e temperatura do bolo alimentar, podem influenciar na trajetória do osso hioide durante a deglutição. Isso significa dizer que a elevação do osso hioide tem codependência das características organolépticas do bolo alimentar.

Além das características organolépticas do bolo alimentar, eventos que ocorrem na fase oral da deglutição, em especial os movimentos concomitantes da mandíbula, da língua e da propulsão do bolo alimentar são os principais reguladores do deslocamento ascendente do osso hioide durante a deglutição⁽¹⁹⁾.

A observação do deslocamento do osso hioide pelo exame ultrassonográfico permite extrair medidas quanto ao tempo do deslocamento, qualidade da trajetória do osso hioide, além da distância em relação à outras estruturas envolvidas na biomecânica da deglutição.

Destaca-se, porém, que apesar da viabilidade de se adotar a medida de deslocamento do osso hioide para complementar a análise da biomecânica da deglutição, esse dado não foi explorado em diferentes consistências e volumes de alimentos em populações distintas.

Assim, assumindo que há uma diferença na biomecânica da deglutição entre indivíduos saudáveis e disfágicos, espera-se que indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica apresentem maiores valores de distância da aproximação do osso hioide comparativamente aos sujeitos sem disfagia orofaríngea neurogênica. Além disso, considerando o impacto das consistências alimentares na modulação da fase oral da deglutição e no acionamento da resposta faríngea, espera-se encontrar diferenças no deslocamento do osso hioide em função da consistência alimentar.

Portanto, este estudo tem por objetivo comparar a medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição entre indivíduos saudáveis e disfágicos neurogênicos, e verificar o efeito das consistências do alimento no deslocamento do osso hioide.

MÉTODO

Aspectos éticos

Estudo de caso aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo nº 19946119.8.0000.5406. Todos os indivíduos incluídos na pesquisa tiveram ciência e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Casuística

Participaram deste estudo 20 indivíduos adultos divididos em dois grupos. O grupo experimental (GE) foi composto por 10 adultos com disfagia orofaríngea neurogênica de distintas etiologias, conforme mostra a Tabela 1 e o grupo controle (GC) constituído por 10 indivíduos adultos saudáveis, pareados por

Tabela 1. Perfil da amostra dos pacientes com disfagia orofaríngea neurogênica

Indivíduos	Idade	Sexo	Doença de base
Disfágico 1	30	Feminino	Atrofia Espinocerebelar
Disfágico 2	32	Masculino	Aneurisma Cerebral
Disfágico 3	40	Feminino	Miastenia Gravis
Disfágico 4	42	Masculino	Guillain-Barré
Disfágico 5	49	Feminino	Atrofia Cerebelar
Disfágico 6	53	Feminino	Atrofia Cerebelar
Disfágico 7	53	Masculino	Esclerose Múltipla
Disfágico 8	55	Masculino	Acidente Vascular Encefálico
Disfágico 9	57	Feminino	Esclerose Múltipla
Disfágico 10	58	Feminino	Microinfartos cerebrais

sexo e idade, sendo 4 sujeitos do sexo masculino, 6 sujeitos do sexo feminino com média de idade de 46,9 anos.

Os indivíduos do GE foram selecionados por conveniência, com idade igual e/ou superior a 18 anos, ambos os sexos, que conseguissem permanecer na posição sentada e com patologias de base neurológica diagnosticada por equipe médica e com disfagia orofaríngea diagnosticada por avaliação clínica e videoendoscópica da deglutição.

Na seleção dos indivíduos saudáveis foi aplicado um *checklist* (Quadro 1) para o rastreamento de fatores que sugerissem qualquer dificuldade e/ou alteração na função da deglutição. No caso da presença de apenas um item do *checklist*, o indivíduo foi excluído da amostra.

Equipamento

Para a coleta dos dados foi utilizado ultrassom portátil modelo Micro ultrasound system com transdutor microconvex 5-10 MHz, 10 mm radius, 150 *degree max field of view* acoplado a um computador, além do estabilizador de cabeça. As imagens ultrassonográficas referentes a cada uma das deglutições foram gravadas pelo software AAA (*Articulate Assistant Advanced*) em uma taxa de 120 frames/segundo.

Procedimento experimental

A avaliação ultrassonográfica da deglutição foi conduzida com os participantes sentados em uma posição confortável. O estabilizador de cabeça foi ajustado em cada um dos indivíduos, de modo a acoplar o transdutor micro-convexo a 90° com a região submandibular. Foi utilizado o gel condutor para acoplamento de impedância entre a superfície do transdutor e a superfície cutânea da região submandibular do indivíduo, propiciando a formação da imagem da superfície da língua e do osso hioide no plano sagital.

Após a explanação do exame ultrassonográfico aos indivíduos, os mesmos foram orientados a deglutir os alimentos que lhe seriam ofertados em colheres e copos descartáveis.

Foram utilizadas as consistências de alimentos nível 0 no volume de 5 mL e volume livre, que consistiu em deglutição livre, ou seja, sem mensuração de volume específico realizada pelo próprio paciente e nível 4 (5 mL) conforme o *International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDSSI)*⁽²⁴⁾. Para a consistência nível 0 (líquido ralo) foi utilizado água filtrada e para a preparação da consistência nível 4 (líquido extremamente espessado) foi utilizado água filtrada, espessante de alimentos e suco dietético sabor pêssego. Os alimentos foram ofertados, iniciando-se pela consistência nível 4 com volume de 5 mL,

Quadro 1. *Check-list* para rastreamento da dificuldade de deglutição no indivíduo denominado saudável

Responda sim ou não para as perguntas abaixo:	SIM	NÃO
Uso de medicamentos antidepressivos?		
Prótese dentária?		
Câncer em região de cabeça ou pescoço?		
Doenças neurológicas e neurodegenerativas?		
Dificuldade para se alimentar e/ou para deglutir?		

consistência nível 0 com volume de 5 mL e, posteriormente, com volume livre. Para cada situação foram realizadas duas ofertas, gerando 120 vídeos ultrassonográficos da deglutição (20 indivíduos analisados em três condições de consistências e volumes de alimentos por duas ofertas).

Análise ultrassonográfica do osso hioide

O parâmetro utilizado para a análise quantitativa foi a distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição, assim selecionou-se o frame correspondente a máxima aproximação do osso hioide ao músculo milo-hióideo e a mensuração da distância entre a parte inferior do osso hioide e a inserção do músculo milo-hióideo foi realizada, conforme ilustra as imagens da Figura 1 e da Figura 2. Medida mensurada em centímetros.

Em ambas as figuras pode-se visualizar duas flechas, as quais indicam a distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição. A análise dessas figuras permite ilustrar que quanto menor a elevação do osso hioide, maior será a sua distância (Figura 1); e ao contrário, quanto maior a elevação do osso hioide, menor será sua distância (Figura 2).

Para análise, a qual também foi realizada no software AAA (*Articulate Assistant Advanced*), selecionou-se o frame correspondente ao máximo deslocamento do osso hioide afim de realizar a medida da distância. A distância entre a parte inferior do osso hioide e a inserção do músculo milo-hióideo foi selecionada e o próprio *software* mensurou automaticamente

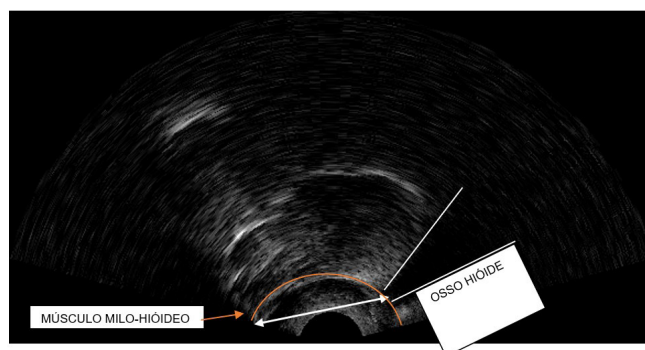


Figura 1. Setas indicando a distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição no indivíduo disfágico

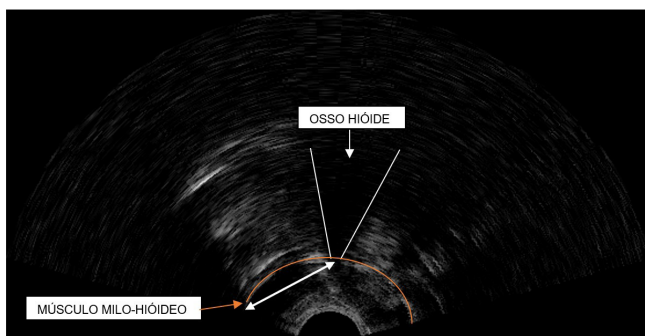


Figura 2. Setas indicando a distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição no indivíduo saudável

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão da distância (em centímetros) da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição nos indivíduos disfágicos e saudáveis por consistência e volume de alimento

Consistência Alimentar	Nível 0		Nível 4	
	Volume Livre		Volume 5ml	
Grupo	Média (DP)		Média (DP)	
GE	3,37 (±0,50)		3,31 (±0,62)	
GC	2,86 (±0,42)		2,77 (±0,33)	

Legenda: DP: desvio padrão; GE: grupo experimental (indivíduos disfágicos); GC: grupo controle (indivíduos saudáveis)

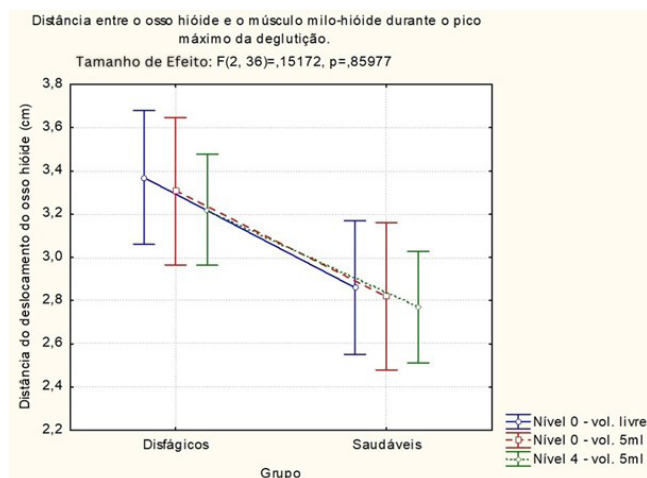


Figura 3. Comparação da distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição entre indivíduos disfágicos e saudáveis

o valor da medida. Essa seleção foi feita pelo primeiro autor do estudo, com experiência prévia em análise ultrassonográfica. O examinador também reanalisou 20% dos dados em um intervalo de 90 dias. O índice da confiabilidade intra-examinador, ou seja, o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) foi de 0,80 evidenciando o resultado como índice de confiabilidade excelente.

Análise estatística

Foram realizados tratamentos estatísticos descritivo e inferencial dos dados com o uso do *software* Statistica (versão 7.0). Para a análise descritiva da distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição foi utilizado o cálculo da média e o desvio padrão, enquanto para análise inferencial foi utilizado o teste ANOVA de Medidas Repetidas para comparar as medidas da distância da aproximação do osso hioide, considerando os grupos, e as consistências alimentares. Estabeleceu-se um nível de significância $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a média e desvio padrão da distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição de acordo com os grupos e as consistências de alimento.

Verificou-se na Tabela 2 que independentemente das consistências de alimentos (nível 0 - volume livre, nível 0 -

volume de 5 mL e nível 4 - volume de 5 mL) os valores para os indivíduos disfágicos são numericamente maiores do que os valores para os indivíduos saudáveis.

No teste estatístico ANOVA de medidas repetidas constatou-se efeito significativo apenas para o grupo ($F(1, 18) = 6,08, p < 0,05$). Não foi observado efeito significativo para as consistências do alimento ($F(2, 36) = 2,45, p > 0,05$) e nem para a interação entre grupo e consistência do alimento ($F(2, 36) = 0,15, p > 0,05$). Os indivíduos disfágicos apresentaram maior distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição quando comparados aos indivíduos saudáveis independentemente da consistência alimentar ofertada, conforme ilustra a Figura 3.

DISCUSSÃO

O presente estudo propôs mensurar o deslocamento do osso hioide por meio da avaliação ultrassonográfica, comparando indivíduos adultos saudáveis e com disfagia orofaríngea neurogênica, além de verificar o efeito da consistência alimentar em ambos os grupos.

Os resultados mostraram que houve menor elevação do osso hioide durante a deglutição no grupo de indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica em todas as consistências e volume de alimentos ofertados, ou seja, houve maior distância da aproximação do osso hioide quando comparados aos indivíduos saudáveis.

Na literatura diversos estudos utilizando o ultrassom também concluíram que houve menor deslocamento do osso hioide nos pacientes disfágicos^(8,11,25-27) comparativamente à indivíduos saudáveis, entretanto tais estudos não utilizaram diferentes consistências e volumes de alimento em sua análise. Um estudo, em particular, ampliou sua conclusão sugerindo que a avaliação ultrassonográfica possa ser utilizada como uma ferramenta de triagem para pacientes disfágicos, indicando que o deslocamento do osso hioide com valores abaixo de 13,5 mm deve ser utilizado como ponto de corte para detectar penetração ou aspiração laringotraqueal⁽²⁶⁾. No entanto, a sugestão deste achado ultrassonográfico ser utilizado como marcador de risco para aspiração exige estudos sobre sua acurácia.

Cabe destacar que apesar dos estudos citados acima adotarem diferentes pontos de referência para calcular o deslocamento do osso hioide, como a distância entre o osso hioide e a mandíbula^(26,27) ou osso hioide e cartilagem tireoide^(8,11,25), todos reportaram a diferença de valores no deslocamento do osso hioide em indivíduos disfágicos e saudáveis confirmando a possibilidade deste exame auxiliar na investigação qualitativa e quantitativa

deste parâmetro da deglutição. No entanto, destaca-se que tais mensurações não foram exploradas em diferentes consistências e volumes de alimentos até o presente momento.

Tal diferença nas medidas ultrassonográficas encontradas entre os grupos se dá pela excursão da laringe/osso hioide que desempenham seu papel integral nos indivíduos saudáveis, pois não há nenhuma doença de base que acarrete na sua movimentação, contrariamente aos indivíduos disfágicos que, de modo geral, devido a doença neurogênica, as fibras corticobulbares, as estruturas do núcleo do trato solitário e do núcleo ambíguo induzem tanto a representação da modulação da resposta faríngea quanto a fraqueza da faringe, dos músculos laríngeos e dos músculos que inervam o osso hioide resultando em uma menor elevação laríngea, assim como a diminuição na aproximação hioide-laríngea^(11,25).

Apenas dois estudos^(28,29) não encontraram diferença estatística no deslocamento do osso hioide em pacientes com disfagia quando comparados a indivíduos saudáveis. O primeiro estudo⁽²⁸⁾ explica tal fato a partir da doença de base, a Doença de Parkinson (DP), a disfagia em pacientes com DP está relacionado à disfunção da deglutição orofaríngea, especificamente na bradicinesia lingual, no movimento de hesitação e tremor da língua. Em pacientes com DP, há um intervalo significativamente atrasado entre o início do movimento da língua e a distância mais curta da aproximação hioide-tireoide, apoiando a premissa de que a discinesia que ocorre na fase oral não acarreta o deslocamento do osso hioide, propriamente dito, quando visualizado pelo US nessa população. Já o segundo estudo⁽²⁹⁾ relata que foi realizada uma estratégia compensatória para elevação do osso hioide nos indivíduos disfágicos. Enquanto indivíduos do grupo controle ingeriram a consistência líquida (água), os indivíduos do grupo alvo ingeriram água com ajustes de viscosidade dependendo do grau de comprometimento da disfagia, e assim foi verificado o mesmo deslocamento do osso hioide durante a deglutição em ambos os grupos.

As pesquisas^(11,25-27) também foram contundentes em destacar a acurácia do exame de ultrassonografia para avaliar a elevação do osso hioide em relação ao exame de videofluoroscopia da deglutição, indicando que o ultrassom apresentou alta sensibilidade e especificidade com as medidas da videofluoroscopia do deslocamento do osso hioide.

Em relação ao efeito das consistências alimentares, verificou-se que não houve diferença estatística nas distintas consistências de alimento ofertada aos participantes. Embora tenha sido possível observar uma diferença numérica mostrando uma tendência para tal diferença, esta não se mostrou estatisticamente significativa.

A literatura mostra que grande parte dos estudos ultrassonográficos que analisaram o deslocamento do osso hioide durante a deglutição em pacientes disfágicos e compararam com indivíduos saudáveis o fizeram somente em uma única consistência, a líquida^(8,11,25,26,28) ou durante a deglutição de saliva⁽²⁷⁾. Desses, somente um estudo recente⁽²⁹⁾ concluiu que o deslocamento do osso hioide e da laringe não foi afetado pela viscosidade do alimento, pois a mudança da consistência alimentar não alterou significativamente a taxa de contração da musculatura laríngea.

Esta pesquisa possui algumas limitações que devem ser consideradas na análise das evidências encontradas. O reduzido tamanho da amostra, a heterogeneidade dos pacientes disfágicos, tanto em termos de etiologia da doença, quanto pela idade e gravidade da disfagia, e também as variáveis antropométricas dos indivíduos devem promover reflexão sobre as diferenças individuais na elevação do osso hioide e também no desempenho da resposta faríngea provocada em cada uma das etiologias neurogênicas. Por outro lado, os achados encontrados sugerem que essa medida ultrassonográfica em diferentes consistências de alimento possa ser utilizada de modo complementar à avaliação da disfagia orofaríngea. Estes resultados permitirão aos clínicos um parâmetro da elevação laríngea nesta população, por meio de um exame de baixo custo, com técnica não invasiva, procedimento seguro e confortável com equipamento portátil.

CONCLUSÃO

A medida ultrassonográfica de distância da aproximação do osso hioide no momento do pico máximo da deglutição mostrou menor elevação laríngea em indivíduos com disfagia orofaríngea neurogênica, quando comparados aos indivíduos saudáveis em diferentes consistências de alimentos testados.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. Sonies BC. Ultrasound imaging and swallowing. In: Jones B, Donner M, editors. Normal and abnormal swallowing: imaging in diagnosis and therapy. New York: Springer-Verlag; 1991. p. 109-17. http://doi.org/10.1007/978-1-4757-4150-6_8.
2. Sonies BC, Parent LJ, Morrish K, Baum BJ. Durational aspects of the oral-pharyngeal phase of swallow in normal adults. *Dysphagia*. 1988;3(1):1-10. <http://doi.org/10.1007/BF02406274>. PMID:3073915.
3. Sonies BC, Wang C, Sapper DJ. Evaluation of normal and abnormal hyoid bone movement during swallowing by use of ultrasound duplex-doppler imaging. *Ultrasound Med Biol*. 1996;22(9):1169-75. [http://doi.org/10.1016/S0301-5629\(96\)00158-5](http://doi.org/10.1016/S0301-5629(96)00158-5). PMID:9123641.
4. Peng CL, Jost-Brinkmann PG, Miethke RR, Lin CT. Ultrasonographic measurement of tongue movement during swallowing. *J Ultrasound Med*. 2000;19(1):15-20. <http://doi.org/10.7863/jum.2000.19.1.15>. PMID:10625185.
5. Peng CL, Miethke RR, Pong SJ, Lin CT. Investigation of tongue movements during Swallowing with M-Mode ultrasonography. *J Orofac Orthop*. 2007;68(1):17-25. <http://doi.org/10.1007/s00056-007-0547-y>. PMID:17238050.
6. Chi-Fishman G, Sonies BC. Effects of systematic bolus viscosity and volume changes on hyoid movement kinematics. *Dysphagia*. 2002;17:278-87. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0070-7>.
7. Söder N, Miller N. Using ultrasound to investigate intrapersonal variability in durational aspects of tongue movement during swallowing. *Dysphagia*. 2002;17(4):288-97. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0071-6>. PMID:12355144.
8. Kuhl V, Eicke BM, Dieterich M, Urban PP. Sonographic analysis of laryngeal elevation during swallowing. *J Neurol*. 2003;250(3):333-7. <http://doi.org/10.1007/s00415-003-1007-2>. PMID:12638025.

9. Shawker TH, Sonies B, Stone M, Baum BJ. Real-time ultrasound visualization of tongue movement during swallowing. *J Clin Ultrasound*. 2005;11(9):485-90. <http://doi.org/10.1002/jcu.1870110906>. PMID:6417184.
10. Wijk RA, Wulfert F, Prinz JF. Oral processing assessed by M-mode ultrasound imaging varies with food attribute. *Physiol Behav*. 2006;89(1):15-21. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.05.021>. PMID:16820180.
11. Huang YL, Hsieh SF, Chang YC, Hsiang CC, Wang TG. Ultrasonographic evaluation of hyoid-larynx approximation in dysphagic stroke patients. *Ultrasound Med Biol*. 2009;35(7):1103-8. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2009.02.006>. PMID:19427098.
12. Corcoran BC. Duration and distance of hyoid bone movement as observed by ultrasound: the influences of flavor and nectar-thick consistency [thesis]. Ohio: Faculty of Miami University, Miami University Oxford; 2011.
13. Yabunaka K, Sanada H, Sanada S, Konishi H, Hashimoto T, Yatake H, et al. Sonographic assessment of hyoid bone movement during swallowing: a study of normal adults with advancing age. *Radiological Phys Technol*. 2011;4(1):73-7. <http://doi.org/10.1007/s12194-010-0107-9>. PMID:20945118.
14. Steele C, Sasse C, Bressmann T. Tongue-pressure and hyoid movement timing in healthy liquid swallowing. *Int J Lang Commun Disord*. 2012;47(1):77-83. <http://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2011.00082.x>. PMID:22268903.
15. Hsiao MY, Wahyuni LK, Wang TG. Ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia. *J Med Ultrasound*. 2013;21(4):181-8. <https://doi.org/10.1016/j.jmu.2013.10.008>.
16. Rocha SG, Silva RG, Berti LC. Análise ultrassonográfica qualitativa e quantitativa da deglutição orofaríngea. *CoDAS*. 2015;27(5):437-45. <http://doi.org/10.1590/2317-1782/20152015015>. PMID:26648214.
17. Ogawa N, Mori T, Fujishima I, Wakabayashi H, Itoda M, Kunieda K, et al. Ultrasonography to measure swallowing muscle mass and quality in older patients with sarcopenic dysphagia. *J Am Med Dir Assoc*. 2018;19(6):516-22. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.11.007>. PMID:29287693.
18. Ohkubo M, Scobbie JM. Tongue shape dynamics in swallowing using sagittal ultrasound. *Dysphagia*. 2019;34(1):112-8. <http://doi.org/10.1007/s00455-018-9921-8>. PMID:29955953.
19. Ishida R, Palmer JB, Hiiemae KM. Hyoid motion during swallowing: factors affecting forward and upward displacement. *Dysphagia*. 2002;17(4):262-72. <http://doi.org/10.1007/s00455-002-0064-5>. PMID:12355141.
20. Cordaro MA, Sonies BC. An image processing scheme to quantitatively extract and validate hyoid bone motion based on real-time ultrasound recordings of swallowing. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1993;40(8):841-4. <http://doi.org/10.1109/10.238473>. PMID:8258453.
21. Cichero J, Murdoch BE. *Dysphagia: foundation, theory and practice*. Hoboken: Wiley; 2006.
22. Macrae PR, Doeltgen SH, Jones RD, Huckabee ML. Intra- and inter-rater reliability for analysis of hyoid displacement measured with sonography. *J Clin Ultrasound*. 2012;40(2):74-8. <http://doi.org/10.1002/jcu.20874>. PMID:21953135.
23. Chen YC, Hsiao MY, Wang YC, Fu CP, Wang TG. Reliability of Ultrasonography in Evaluating Hyoid Bone Movement. *J Med Ultrasound*. 2017;25(2):90-5. <http://doi.org/10.1016/j.jmu.2017.01.002>. PMID:30065466.
24. Steele CM, Namasivayam-Mcdonald AM, Guida BT, Cichero JA, Fuivestein J, Hanson B. Creation and initial validation of the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative functional diet scale. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(5):934-44. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.012>. PMID:29428348.
25. Hsiao MY, Chang YC, Chen WS, Chang HY, Wang TG. Application of ultrasonography in assessing oropharyngeal dysphagia in stroke patients. *Ultrasound Med Biol*. 2012;38(9):1522-8. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.04.017>. PMID:22698507.
26. Lee YS, Lee KE, Kang Y, Yi TI, Kim JS. Usefulness of submental ultrasonographic evaluation for dysphagia patients. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(2):197-205. <http://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.197>. PMID:27152268.
27. Kwak HJ, Kim L, Ryu BJ, Kim YH, Park SW, Cho DG, et al. Influence of nasogastric tubes on swallowing in stroke patients: measuring hyoid bone movement with ultrasonography. *Ann Rehabil Med*. 2018;42(4):551-9. <http://doi.org/10.5535/arm.2018.42.4.551>. PMID:30180524.
28. Oh EH, Seo JS, Kang HJ. Assessment of oropharyngeal dysphagia in patients with parkinson disease: use of ultrasonography. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(2):190-6. <http://doi.org/10.5535/arm.2016.40.2.190>. PMID:27152267.
29. Matsuo T, Matsuyama M. Detection of poststroke oropharyngeal dysphagia with swallowing screening by ultrasonography. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248770. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0248770>. PMID:33730038.

Contribuição dos autores

SGRB foi responsável pela coleta, análise dos dados e elaboração escrita do artigo; RGS determinou o desenho do estudo, supervisionou os achados e corrigiu o artigo incluindo sua linguagem técnica e LCB supervisionou, corrigiu o artigo e também realizou a análise estatística dos resultados.