

Parámetros acústicos de la deglución mediante el Sonar doppler – software DeglutiSom: un aporte a la evaluación en adultos

Yolanda Cárdenas-Camayo

Universidad del Cauca, Colombia. ✉ 

Isabel Muñoz-Zambrano

Universidad del Cauca, Colombia. ✉ 

Ariana Vanessa Cháves-Mejía

Universidad del Cauca, Colombia. ✉ 

Jeniffer Tobar-Bonilla

Universidad del Cauca, Colombia. ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/rlog.87630>

Recibido 23 de marzo de 2023 Primera revisión 19 de junio de 2023 Aceptado 30 de noviembre de 2023

Resumen: Con el avance de la tecnología se crean mecanismos que facilitan y optimizan el proceso de evaluación de los parámetros acústicos de la deglución, pero es necesario que la medición sea confiable, considerando los patrones de normalidad. El objetivo de este estudio fue determinar los parámetros acústicos de frecuencia, intensidad y duración de la deglución con el sonar doppler y software DeglutiSom en población adulta y personas mayores de Popayán. La metodología fue cuantitativa descriptiva y transversal. Se evaluó la deglución a 115 adultos y 31 personas mayores, sujetos normotípicos seleccionados de manera no aleatoria. Se realizó la evaluación con la ingesta de tres consistencias: fluidos propios, líquido claro y pastoso. Se observó que para el grupo de “adultos” los valores promedio (\bar{x}) de los parámetros que indicaron estar dentro de normalidad fueron: en frecuencia entre 760,44 Hz a 785,02 Hz, la intensidad osciló entre 99,99 a 100 dB; y en la duración entre 0,90 a 0,97 segundos. En las personas mayores los valores de normalidad en el parámetro de frecuencia estuvieron entre 763,41 Hz a 769,25 Hz, la intensidad entre 92,64 a 100 dB y la duración sobre 1,01 a 1,11 segundos en las tres consistencias. Los parámetros acústicos son similares entre los mismos grupos de adultos y personas mayores; pero, sí se presentaron diferencias significativas al compararlos entre ellos, especialmente en el parámetro de duración (seg) ($p < ,05$). Se concluye que se logró establecer los parámetros acústicos de la deglución y se observaron algunos cambios asociados a la edad y consistencia de los alimentos.

Palabras clave: Parámetros acústicos; deglución; trastornos de deglución; adulto; sonar doppler; tecnología.

ENG Acoustic parameters of swallowing using Doppler Sonar – DeglutiSom software: a contribution to the evaluation in adults

Abstract: With the advance of technology, mechanisms are created that facilitate and optimize the evaluation process of the acoustic parameters of swallowing, but it is necessary for the measurement to be reliable, considering normality patterns. The objective of this study was to determine the acoustic parameters of frequency, intensity and duration of swallowing with Doppler sonar and DeglutiSom software in the adult population and older adults of Popayán. The methodology was quantitative descriptive and cross-sectional. Swallowing was evaluated in 115 adults and 31 older adults, normotypic subjects selected non-randomly. The evaluation was carried out with the three consistencies: proper fluid, clear liquid and pasty. It was observed that for the “adult” group the average values (\bar{x}) of the parameters that indicated to be within normality were: in frequency between 760,44 Hz a 785,02 Hz, intensity ranged between 99,99 a 100 dB; and in duration between 0.90 to 0.97 seconds. In the “older adults” the normality values in frequency parameter were between 763,41 Hz a 769,25 Hz, intensity between 92.64 to 100 dB and duration over 1.01 to 1.11 seconds in all three consistencies. The acoustic parameters are similar between the same groups of “adults” and older adults; however, there were significant differences when comparing them, especially in the duration parameter (sec) ($p < .05$). It is concluded that the acoustic parameters of swallowing were established and some changes associated with the age and consistency of the food were observed.

Keywords: acoustic parameters; swallowing; swallowing disorders; adult; doppler sonar; technology.

Sumario: Introducción. Metodología. Resultados. Discusión Conclusiones Consideraciones éticas Conflicto de interés Referencias.

Cómo citar: Cárdenas-Camayo, Y., Muñoz-Zambrano, I., Cháves-Mejía, A. V., y Tobar-Bonilla, J. (2024). Parámetros acústicos de la deglución mediante el Sonar doppler – software DeglutiSom: un aporte a la evaluación en adultos. *Revista de Investigación en Logopedia* 14(1), e87630. <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.87630>

Introducción

La deglución es un proceso neuromuscular que hace posible el pasaje del bolo alimenticio desde la cavidad oral hacia el esófago y posteriormente hacia el estómago; en este acto, intervienen estructuras anatómicas y musculares que difieren de acuerdo a la etapa del ciclo vital del individuo (Jerez, 2017). Algunos estudios mencionan que existen diferencias en la deglución de personas mayores, comparadas con edades más tempranas, pues en los primeros, la faringe tiene mayor longitud, diámetro transversal y además requiere de mayor fuerza en la deglución. Con el envejecimiento se observan modificaciones anatómicas y fisiológicas que disminuyen las funciones cotidianas, incluidas el proceso de la deglución (Garrido, Flores y Núñez, 2016).

Entre las características más representativas se encuentran la reducción en la movilidad y fuerza del movimiento de la lengua, por lo que la reserva de presión disminuye provocando la reducción en la fuerza de la propulsión lingual, localizando el alimento en vallecúlas y senos piriformes aumentando el riesgo de eficacia y seguridad del paciente (Méndez, 2016). Además de lo anterior, se presenta la disminución del tejido conectivo en la musculatura supra e infrahiodea, lo cual ocasiona una reducción de la elevación laríngea, y disminución en la fuerza de cierre de esta misma musculatura (Steenhagen y Motta, 2006). Así mismo, en personas mayores se observa anquilosis en el ligamento periodontal lo cual repercute en el aflojamiento de los dientes hasta llegar a la ausencia de piezas dentarias y en algunos casos al edentulismo completo. Lo anterior causa a su vez, deficiencias en la masticación, asimetría facial por dominancia masticatoria, reducción de la fuerza labial, alteración funcional del músculo masetero, lo cual impacta en su calidad de vida por el deterioro oro-facial (Meneses, 2010; Schimmel, Ono, Lam y Müller, 2017).

Estos cambios anatómicos, neurales y fisiológicos, que son atribuidos principalmente al envejecimiento se conocen como presbifagia, los cuales afectan la deglución retardando y reduciendo su eficiencia; La disfagia producida por la edad en esta población podría tener graves consecuencias que incluyen desnutrición, deshidratación, neumonía por aspiración e incluso asfixia, por lo cual es un problema de salud importante para las poblaciones de edad avanzada. Algunas estadísticas muestran que afecta del 7% al 13% de las personas mayores de 65 años (Nawaz y Tulunay-Ugur, 2018). También se estima que afecta del 15-22% de las personas que viven en comunidades de mayores de 50 años y hasta el 60% de la población geriátrica que residen en instalaciones de vida asistida y residencias de ancianos (Lindgren y Janzon, 1991; Siebens, Trupe, Siebens, et al. 1986).

Existen personas particularmente vulnerables a la disfagia no solo por la edad, sino también aquellos que padecen trastornos cognitivos, demencia o parkinsonismo o aquellos que residen en instalaciones de vida asistida; hasta 50% del último grupo experimenta dificultades para tragar (Nawaz y Tulunay-Ugur, 2018). Hoy en día, la causa más frecuente de la disfagia es por enfermedades neurológicas cerebrovasculares, pero no se puede desconocer que la pandemia por SARSCoV-2 ha causado un alto número de pacientes con esta secuela, tanto en presencia de la enfermedad como posterior a ella (Núñez, 2022). Algunos datos muestran una incidencia variable de disfagia postextubación que fluctúa entre 3 % a 62 %, y de estos pacientes un 60 % persiste con disfagia orofaríngea al alta hospitalaria (Fernández, Cabrera, Fernández y Olcese, 2020). Es crucial reconocer que la disfagia afecta significativamente la calidad de vida, con efectos sociales y psicológicos, por lo que es un tema que merece de atención ya que a menudo, la disfagia en los ancianos puede malinterpretarse como una parte normal del envejecimiento tanto por parte de los médicos como de los propios pacientes, permaneciendo así desapercibido (Nawaz y Tulunay-Ugur, 2018).

Actualmente en Colombia, para la evaluación de la deglución, se utilizan métodos de cribado como el de exploración clínica volumen-viscosidad (MECV-V o V-VST), el Gugging Swallowing Screen (GUSS), el Test del agua combinada con la oximetría, (Rivero, et al., 2021; Saura, E. et al., 2010), y con mayor frecuencia la auscultación cervical, siendo este último es el más utilizado por los profesionales de fonoaudiología, pues, conlleva un procedimiento sencillo, práctico y proporciona información sobre el paso del bolo alimenticio por la faringe durante la deglución. Aun así, genera controversia, ya que se requiere de la experticia del observador para interpretar de forma confiable los sonidos producidos en la deglución y correlacionarse con los eventos fisiológicos. Por este motivo lo sitúa como un método debatible por su poca precisión (Dudik, Coyle y Sejdic, 2015). Ocasionalmente se usa la auscultación cervical digital, como una alternativa screening, pero no está disponible en muchos centros de atención de salud.

Es importante que los profesionales en fonoaudiología cuenten con herramientas de fácil acceso y de bajo costo que permitan aportar a la evaluación clínica. Una opción es la evaluación acústica de la deglución, mediante el uso del sonar Doppler y el software DeglutiSom, que es una valoración dinámica, objetiva, no invasiva de fácil manejo que explora ondas o registros acústicos y permite analizar

los parámetros de “frecuencia de la señal”, “intensidad” (amplitud) y “duración” (tiempo), con el fin de determinar si existe alguna dificultad en estos procesos deglutorios (Lemos et al., 2020, Vieira et al., 2022, Sampaio S.R., Macedo ED., 2006). Así mismo, es una prueba que permite establecer diferencias entre la ingesta de las consistencias y volúmenes, lo que conlleva a encaminar el marco de un plan terapéutico y aportar al profesional y al cuidador del paciente disfágico, en la prevención de aspiraciones y penetraciones tal como lo refiere Vargas, Delprado, Posada y Grajales (2023). Esta Técnica, con los años, ha venido tomando relevancia y ganando credibilidad, sin embargo, tiene cierta subjetividad, ya que requiere de entrenamiento y es susceptible a la experticia del observador.

El software DeglutiSom, posibilita establecer los parámetros acústicos, frente a lo cual Sampaio (2018) sugiere que, en el adulto, se presentan valores de 650 - 1300 Hz para la frecuencia, 50 - 100 dB para la intensidad y 0,8 a 1,5 seg para el tiempo. En personas mayores, se encuentra una reducción considerable con respecto a los adultos en la frecuencia e intensidad (500 - 1000 Hz y 25 - 90 dB respectivamente), y un incremento en el tiempo (0,8 - 2 seg) (Contreras, 2020). Sobre este tema, un estudio realizado en un grupo de personas adultas, evidenció un aumento en el tiempo de la deglución con respecto a estos parámetros planteados por la idealizadora del sonar doppler y software DeglutiSom, quienes establecieron diferencias de estos parámetros entre adultos y personas mayores relacionados con la consistencia y el volumen de los alimentos ofrecidos (Da Silva et al., 2021; García y Henao, 2022).

El examen también permite analizar la espectrografía de la deglución y comparar con otros grupos poblacionales y entre las muestras del mismo paciente la representación visual de las variaciones que da el sonido a lo largo del tiempo para monitorizar la rehabilitación, aspecto que es mencionado por varios autores. (Jerez, 2017; Taveira et al., 2018; Vargas-García, 2019)

El análisis acústico, es una alternativa tecnológica para la evaluación de la deglución. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo determinar los parámetros acústicos de la deglución con diferentes consistencias con el Sonar doppler - software DeglutiSom en adultos y personas mayores de la ciudad de Popayán-Colombia. De esta forma, aportar al conocimiento científico, estandarizando el instrumento en una primera fase de normalización de estos parámetros en población colombiana. Tanto las baterías o test como las herramientas tecnológicas, deben ser utilizadas con rigor científico e implementadas como un método complementario para el diagnóstico clínico y monitoreo de la deglución en el país.

Metodología

Esta investigación tuvo un diseño cuantitativo descriptivo y transversal. Es la primera etapa de estandarización del sonar doppler y software DeglutiSom con la normalización de los parámetros acústicos de la deglución en sujetos colombianos. La población se eligió teniendo en cuenta la clasificación del ciclo de vida del ministerio de salud y protección social de Colombia de acuerdo a las etapas del desarrollo: adulto (27 - 59 años) y personas mayores (60 años y más) (Ministerio de Salud y Protección Social, s.f.).

La selección de la población se hizo de forma no aleatoria, de la comuna 3 en la ciudad de Popayán, quienes debían estar en condiciones de salud estable, aspecto que se analizó mediante la aplicación del “protocolo de detección de riesgos para la deglución”; que permitió descartar aquellos individuos con enfermedades neurológicas, cambios estructurales en la cabeza y el cuello, exposición a radioterapia y / o quimioterapia y aquellos con problemas para deglutir. Los seleccionados debieron aprobar su participación con el consentimiento informado. El tamaño de muestra fue de 146 personas normotípicas, de los cuales 115 correspondieron al grupo de adultos (27 - 59 años) y 31 al grupo de personas mayores (más de 60 años) (Anaya, 2017).

La evaluación de la deglución se llevó a cabo con el Sonar doppler de marca AngelSounds - JPD-100S mini, que transmite la onda de ultrasonido a través de un piso eléctrico cerámico con una frecuencia de ultrasonido 3.0 MHz, potencia de ultrasonidos < 10mW / cm², intensidad acústica < 10 mW / c, presión negativa máxima < 1 Mpa, intensidad del haz de salida < 20mW / c, dimensión 104,5 x 50 x 70 mm, y peso 69,5 g. La onda acústica fue analizada mediante el software DeglutiSom, que es una herramienta utilizada en la evaluación, monitorización y rehabilitación de las dificultades de la deglución (Lemos et al., 2020) Se utilizó el software DeglutiSom®, desarrollado por Engefono en 2014 y validado en 2021(Enz, Vaz, Nunes, Rosa, Marques, et al., 2022; García y Henao,2022).

El software fue instalado en el equipo ASUS A9 Windows 10 pro (figura 1).

Para llevar a cabo este procedimiento se empleó el instructivo de la evaluación de la deglución que menciona Sampaio y Macedo (2006). Inicialmente se ubicó al participante en posición sedente respetando un ángulo de 90 °, se procedió a limpiar la zona lateral del cuello, se aplicó el gel transductor sobre el piso eléctrico cerámico del Sonar doppler y se ubicó en la región lateral derecha de la tráquea inmediatamente inferior al cartílago cricoides (figura 1); se ejecutó la prueba, solicitando deglutir tres veces las siguientes consistencias: fluidos propios (saliva), líquido claro (agua) y pastoso (compota) en una cantidad de 5 ml.



Figura 1. Aplicación de la prueba

El análisis de los sonidos de la deglución se realizó mediante el software DeglutiSom, que mostró una serie de gráficas en las cuales se aprecian las características de cada una de las ondas deglutorias y se calculó el promedio de los picos en relación con la frecuencia, de intensidad y el tiempo de las degluciones. La curva típica de los sonidos de la deglución mostró un pico bajo (a), que está relacionado con una débil señal producida por la elevación de la laringe al paso del bolo; uno alto (b), que indica la apertura del esfínter esofágico superior; otro bajo (c), que indica el descenso laríngeo (figura 2) (Lemos et al., 2020).

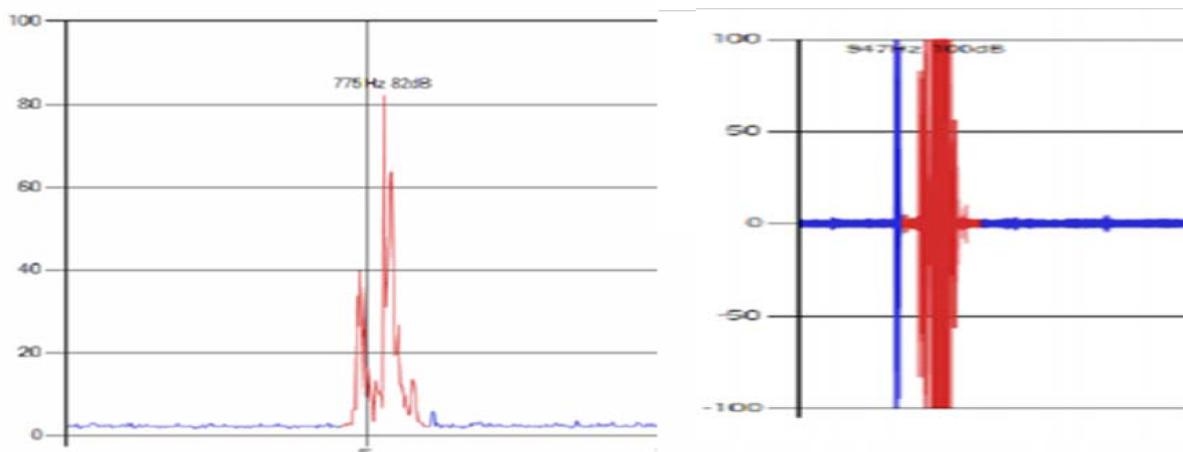


Figura 2. Espectrograma de la deglución.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados, de la evaluación de los parámetros acústicos de “frecuencia”, “intensidad” y “tiempo de la deglución” de fluidos propios, líquidos y pastosos, se utilizó el programa estadístico programas Excel® y SPSS biostatistics® (versión 22). Se realizó un análisis univariado de las variables consideradas en los parámetros acústicos, evaluados en la deglución en las diferentes consistencias, según la edad por el ciclo de vida establecido de “adulto” y “personas mayores”.

Con los datos recolectados, se realizó la comparación de cada parámetro acústico evaluado en la deglución, calculando el \bar{x} frecuencia (Hz), el \bar{x} intensidad y el \bar{x} duración entre adultos y personas mayores con la finalidad de observar las diferencias analizadas mediante estadísticas descriptivas. Se exploró la presencia de diferencias del promedio (\bar{x}) entre grupos en las diferentes variables, mediante la aplicación de la herramienta que corresponda en cada caso utilizando ANOVA de un factor y T student: para mirar diferencias significativas. Se consideraron significativas todas aquellas con un valor estimado de $p < 0,05$.

Resultados

A continuación, se presenta el comportamiento de los parámetros acústicos: frecuencia, intensidad y duración de la onda deglutoria, encontrados en los grupos etarios de adulto (115) y personas mayores (31).

Se analizó primero el comportamiento del promedio (\bar{x}) del parámetro de “frecuencia Hz (ciclo/ seg)”, en cada sub-grupo de edad. Se observó para el subgrupo de adultos, que en el promedio de los valores obtenidos en la ingesta en todas las tres consistencias no se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$). De igual manera, en el subgrupo de adulto mayor la “frecuencia” en ninguna de las consistencias tuvo diferencias ($p < 0,05$).

Así mismo, al comparar los promedios de los adultos y las personas mayores, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre el parámetro de “frecuencia Hz” de estos dos grupos poblacionales. (tabla 1). Sin embargo, llama la atención que, en el grupo de adultos, la “frecuencia” se presentó un poco más elevada en la deglución de la consistencia líquida (\bar{x} 785,02 Hz), frente a la de las personas mayores (769,25 Hz). La SD indicó una alta dispersión de los valores en la frecuencia de los sujetos de la muestra, respecto al promedio.

Tabla 1. Comparación del promedio (\bar{x}) del parámetro acústico Frecuencia (Hz) entre adultos y personas mayores

| Consistencia | Adultos n = 115 (78,8%) | Desvi standard | Personas mayores n = 31 (21,2%) | Desvi standard SD | valor - p ,05 |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------------------|------------------|
| Fluidos propios | 760,44 | 114,41 | 765,93 | 108,6 | ,80 |
| Líquido | 785,02 | 116,61 | 769,25 | 97,4 | ,45 |
| Pastoso | 766,92 | 119,35 | 763,41 | 103,7 | ,87 |

Diferencias significativas $p < 0,05$

Respecto al promedio del parámetro de “Intensidad dB”, se observó que, en el grupo de adultos, al ingerir las tres consistencias no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) en los parámetros deglutorios (\bar{x} 99,9 dB – 100 dB); lo mismo ocurrió en el grupo entre las personas mayores, donde el promedio de los parámetros fue (\bar{x} 92,64 dB – 100 dB). Sin embargo, al comparar este parámetro entre los grupos de adultos y adulto mayor, se encontró una diferencia significativa en intensidad en la deglución de la consistencia pastosa ($p < 0,04$) (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación del promedio (\bar{x}) del parámetro acústico Intensidad (dB) entre adultos y personas mayores

| Consistencia | Adultos n = 115 (78,8%) | Desvi Standard | Personas mayores n = 31 (21,2%) | Desvi standard SD | valor - p ,05 |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------------------|------------------|
| Fluidos propios | 99,99 | 0,02 | 100,00 | 0,00 | ,78 |
| Líquido | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | ,00 |
| Pastoso | 100,00 | 0,00 | 92,64 | 1,95 | ,04* |

*diferencias significativas $p < 0,05$

Observando el promedio del parámetro de “duración (seg)” para cada grupo, se estableció que el tiempo que tarda la deglución al ingerir las tres consistencias no tiene diferencias significativas ($p < 0,05$) por lo que es similar en cada grupo; en adultos (\bar{x} 0,91 – 0,97 seg.) y (\bar{x} 1,01 – 1,11 seg) en personas mayores. Pero, al comparar los dos grupos, se observó que la población de personas mayores utilizó mayor tiempo en la deglución con las tres consistencias a diferencia de los adultos, por lo que sí existieron diferencias estadísticamente significativas evidenciadas en el valor ($p < 0,05$). (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación del promedio (\bar{x}) del parámetro acústico “Duración (segundos)” entre adultos y personas mayores.

| Consistencia | Adultos n = 115 (78,8%) | Desvi standard | Personas mayores n = 31 (21,2%) | Desvi Standard SD | valor - p ,05 |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|--|-------------------------|------------------|
| Fluidos propios | 0,91 | 0,20 | 1,11 | 0,29 | ,001* |
| Líquido | 0,97 | 0,14 | 1,11 | 0,24 | ,001* |
| Pastoso | 0,90 | 0,14 | 1,01 | 0,15 | ,002* |

*Diferencias significativas $p < 0,05$

Discusión

La evaluación de la deglución se realiza utilizando diferentes métodos, entre ellos el Sonar doppler, que es capaz de percibir los sonidos producto de las vibraciones y movimientos de las estructuras faríngeas y laríngeas que participan en la deglución y que el evaluador no las percibe (Soria, Gonçalves y Furkim, 2016). Algunos autores indican que las características de estos sonidos pueden variar de acuerdo con la consistencia de los alimentos, ya que según la viscosidad van a requerir mayor o menor esfuerzo para ser deglutidos. Además, dependen de las diferencias anatómicas en la cavidad orofaríngea, resultado del factor edad, del

volumen del bolo alimenticio y la fuerza con que se realiza la función deglutoria (Shenzhen Jumper Medical Equipment, 2018; Vargas et. al., 2023).

La presente investigación utilizó el Sonar doppler y el software DeglutiSom como método de evaluación para comprobar las diferencias existentes entre dos grupos etarios (adultos y personas mayores); tanto en los parámetros acústicos: frecuencia, intensidad y duración; como en la ingesta de diferentes consistencias: fluidos propios, líquido y pastoso. Para el análisis de datos se tuvo en cuenta el promedio (\bar{x}), SD, T student y Anova, por cada parámetro y consistencia.

En el grupo etario de adultos se obtuvo valores promedio en el parámetro de frecuencia con \bar{x} 760,44 Hz para fluidos propios, \bar{x} 785,02 Hz para líquidos y \bar{x} 766,92 Hz para pastoso, es decir se presentó un comportamiento similar, independientemente de la consistencia. Así mismo, en personas mayores se obtuvo un promedio de \bar{x} 756,93 para fluidos propios, \bar{x} 769,25 para líquidos y \bar{x} 763,41 para pastosos, observándose un valor ligeramente menor a los referidos en los adultos. La desviación típica para el grupo de adultos en el parámetro de "frecuencia" indicó una alta variabilidad en los valores respecto al promedio, pero en las personas mayores esta variabilidad fue menor en la consistencia líquida DS 97,4. Los valores del parámetro de frecuencia, se encontraron dentro de los rangos establecidos en el estudio de Sampaio (2018) los cuales están entre 650-1300 Hz para población adulta (Da Silva et. al., 2021; Madalozzo, Aoki, Soria, Santos y Furkim, 2017).

En el actual estudio, es importante mencionar que el parámetro de "frecuencia", presentó un leve aumento en la ingestión de la consistencia líquida, a diferencia de las otras consistencias, en el grupo de adultos, por lo cual podría pensarse que estos tienen ligeramente más fuerza el acto de la deglución frente a las personas mayores, aunque no hubo diferencias significativas. Esto podría explicarse por la respuesta neuromuscular, que realizan las personas al deglutir las diferentes consistencias. Para este caso, al ser el líquido una textura de baja resistencia es más difícil de deglutir, ya que desciende más rápidamente por la orofaringe, exigiendo poner en acción rápida el reflejo de deglución, con mayor fuerza, para de esta manera prevenir las penetraciones o aspiraciones (Santos y Macedo, 2006). De hecho, los líquidos, requieren más control y una adecuada función lingual, de ser difícil se recurre a alimentos espesados, ya que no requieren de tanto esfuerzo para ser deglutidos (Cagliari, Jurkiewicz, Santos y Márquez, 2009).

En este mismo parámetro las personas mayores obtuvieron valores menores en la frecuencia de la deglución de líquidos y pastosos; es decir, su fuerza fue menor al deglutir estas consistencias, debido a que los sujetos en edad avanzada presentan modificaciones en la composición de sus músculos y cambios en la unidad motora, lo que provoca una disminución en las fibras de contracción rápida y las enzimas encargadas de la contracción muscular. Estos cambios ocurren en todas las estructuras corporales afectando la fuerza y movilidad de los órganos fonoarticulatorios (Rodríguez et al., 2018). Así como el estudio de Karla, 2020, donde se muestra una frecuencia baja en pacientes asociada a fuerza débil de movimiento laríngeo. (Brendim, Borges, Muniz, Ferreira y Muxfeldt, 2020; Hamlet, Nelson y Patterson, 1990).

Los valores del parámetro de intensidad, no presentaron diferencias en cada subgrupo (adultos y personas mayores), con relación a las consistencias de fluidos propios y líquidos, es decir que el comportamiento fue similar, esto se evidencia en la poca variabilidad (SD 0,02) respecto del promedio en cada grupo etario. Sin embargo, se observó que en la ingesta de la consistencia pastosa para las personas mayores existe una leve reducción de la intensidad (92,64 dB) con una diferencia entre los grupos estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Este evento está relacionado con lo descrito al analizar la frecuencia, ya que como se había explicado, los cambios en la edad adulta mayor, afectan los aspectos anatomofuncionales y conllevan a la disminución de las habilidades para realizar el proceso deglutorio. En relación a la transferencia del bolo alimenticio desde la boca hasta el esófago, autores refieren que esta cualidad está dada principalmente por la fuerza de propulsión lingual, la cual es mayor en sujetos adultos y se reduce considerablemente en las personas mayores, en especial por tratarse de una consistencia espesa como la pastosa (Molina, Guerra y Gutiérrez, 2021; Da Silva et al., 2021). La adaptación es más lenta a las diferentes consistencias, la reducción de la fuerza para realizar la elevación laríngea, la disminución en la salivación, el enlentecimiento muscular al realizar la apertura cricofaríngea, la elevación y descenso reducido de la laringe, hacen que su deglución sea efectuada con menos fuerza, por lo que la intensidad también se ve afectada. (Silva et al., 2021; Hamlet, Nelson, y Patterson, 1990). Pese a esto los valores se encontraron dentro de los parámetros de 50 a 100 dB, que fueron similares a los hallazgos en el estudio de Sampaio (2018) y Da Silva et al. (2021).

Por otro lado, en el parámetro de "duración", se observó un mayor tiempo en segundos en la deglución de las personas mayores al ingerir las tres consistencias: fluidos propios, líquidos y pastosos, frente a las personas pertenecientes al grupo de adultos; también, se observó poca variabilidad en el tiempo utilizado en la deglución reflejado en la SD. Al comparar la duración de la deglución entre los dos grupos, se evidenció diferencias significativas $p < 0,05$.

Como se mencionó con antelación, para transportar el alimento se requiere de suficiente fuerza para la propulsión del bolo y de altas velocidades para que este alimento pueda atravesar el esfínter esofágico superior; por ende, los individuos en el grupo de adultos, son quienes presentan una mayor velocidad y un menor gasto de tiempo en la ejecución de este proceso. Las personas mayores, por el contrario, tienen una velocidad de tránsito faríngeo menor, por lo cual su duración también aumenta (Molina et al., 2021).

Estos cambios en los parámetros acústicos están asociados a las diferencias anatómo-estructurales propias de cada ciclo vital y las edades evaluadas. También depende de las consistencias, pues, el manejo de la modificación de los diferentes alimentos, implica un conocimiento de base biológica, y es importante saber la técnica y administrar la cantidad que se requiere (Vargas et al., 2023). El parámetro de

la “duración” encontrado en este estudio coincide con los resultados de Sampaio (2018) y Da Silva et al., (2021), cuyos resultados en rangos fueron de 0,8 a 1,5 segundos en sujetos adultos normo- típicos.

En la deglución, los cambios relacionados con la edad como la disminución de la percepción somato-sensorial, de la densidad y actividad muscular después de los 60 años de edad, hacen que la deglución faríngea sea significativamente prolongada y que incluso, se requiera múltiples tragos por bolo en la deglución. Un estudio en el cual evaluaron el tiempo de tránsito oral ($1,05 \pm 0,31$ segundos) y el tiempo de tránsito faríngeo ($0,7 \pm 0,15$ seg), encontró que éste se veía prolongado en los participantes personas mayores en comparación con los más jóvenes, aludiendo a que el hecho de que estar dentados incide en el tiempo de deglución (Clavé et al., 2007).

No solo los aspectos cuantitativos toman relevancia en el análisis de los sonidos deglutorios, quizá una de las formas valiosas de analizar la información son los resultados espectrográficos de las ondas sonoras de la deglución. Este aspecto puede ser visible y registrado por medio del software DeglutiSom, mediante una curva típica que resalta tres momentos del sonido representados en: ruidos suave, fuerte y suave, que determinan la normalidad del proceso deglutorio y una de las señales acústicas de la deglución corresponde al desplazamiento del bolo a través del músculo cricofaríngeo, lo cual produce un ruido periódico (Vargas-García, 2019; Madalozzo, 2017). En este estudio, las espectrografías mostraron en su mayoría una curva típica relacionada con los sonidos normales de la deglución (figura 3). Esto demuestra que, al realizar el análisis acústico no solo deben tenerse en cuenta los parámetros con sus resultados numéricos, sino que el análisis espectrográfico debe ser relevante para determinar una deglución normal.

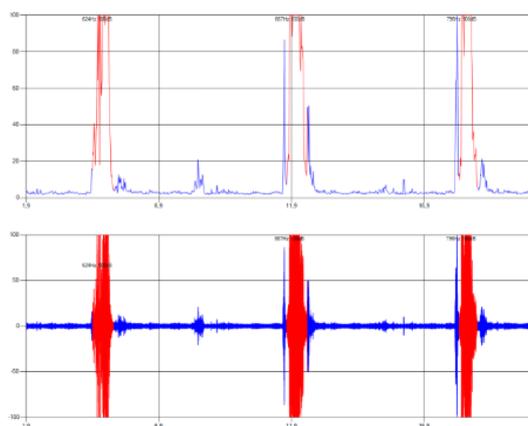


Figura 3. Espectrografía o curva típica de una deglución normal

Algunas investigaciones describieron los tres componentes del sonido de la deglución: el primero una señal débil asociada con la elevación laríngea y el paso del bolo a través de la faringe; segundo, un sonido fuerte asociado con la apertura del esfínter cricofaríngeo y el tercero, una señal débil asociada con el descenso laríngeo. Lo anterior concuerda con la información del presente estudio, en el cual se encontró que el 99 % de individuos evaluados, presentaron este aspecto típico de la curva sonora. Estos resultados se apoyan en otros estudios donde la muestra espectrográfica, a pesar de no ser registrada por el mismo software, muestra este mismo tipo de onda (Madalozzo, 2017).

Conclusiones

La media estadística y la desviación estándar permitió visibilizar información relevante sobre los parámetros encontrados en cumplimiento a los objetivos del estudio. Se logró demostrar el hecho de que sí existen diferencias entre los parámetros de los “adultos” respecto a los de las “personas mayores”, según la ingesta de las diversas consistencias.

En el parámetro de “frecuencia (Hz)” no se encontraron diferencias en los ciclos/seg en la ingesta de las consistencias como fluido propio y pastoso para el grupo de adultos y personas mayores, las cuales fueron similares; sólo en la consistencia líquida se presentó un ligero incremento sobre las demás. Es factible que esta requiera más fuerza y velocidad en el acto deglutorio.

El parámetro de “intensidad” (dB), no varía entre el grupo de adultos y de las personas mayores en la ingesta de líquidos y fluidos propios, pero si hay una diferencia significativa en la ingesta de la consistencia pastosa para las personas mayores. Seguramente esto puede estar ligado a la fuerza de propulsión lingual que se requiere en la deglución, aumentando los valores en este parámetro.

Los parámetros de frecuencia, intensidad y duración, están relacionados con la reducción de la fuerza muscular lo que produce una disminución en la elevación laríngea y falta de fuerza de propulsión en el proceso de deglución, secundario a la sarcopenia que es una condición propia de la edad. Por lo tanto, la edad es un factor determinante en los resultados del análisis acústico de la deglución.

En la dinámica de la deglución la “duración (seg)”, fue el único parámetro acústico que demostró diferencias significativas, en relación con la edad y las diferentes consistencias evaluadas entre los grupos. Se

presentó, mayor tiempo en la ingesta de las tres consistencias en personas mayores, en todos los casos frente a la población “adulta”.

La evaluación con el sonar doppler y software DeglutiSom, puede ser utilizada como un método de apoyo en la evaluación clínica de la deglución, podría complementar la auscultación cervical para analizar los parámetros funcionales de la deglución y utilizarse como un medio de seguimiento de las acciones terapéuticas.

Consideraciones éticas

Para el desarrollo del estudio se contó con el aval del comité de ética del hospital San José de Popayán-Colombia y se registró en la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca. Con lo anterior se aplicó el consentimiento informado de los participantes.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Referencias

- Anaya W.A.Á. (2017). Neck auscultation using acoustic analysis to determine the time and the sounds of swallowing mechanics. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 37, 70–4. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2016.11.002>.
- Ariza CJ, Rojas DM (2020). Disfagia en el adulto mayor. *Universitas Medica*, 61, 117-128. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed61-4.disf>
- Brendim, M., Borges, T., Muniz, C., Ferreira, F. y Muxfeldt, E. (2020). Relation between acoustic analysis of swallowing and the presence of pharyngeal residue and penetration/aspiration in resistant hypertensive patients with obstructive sleep apnea. *Revista CEFAC*, 22, <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20202240420>.
- Cagliari CF, Jurkiewicz AL, Santos R, Marques JM. (2009) Doppler sonar analysis of swallowing sounds in normal pediatric individuals. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 75, 706–715. [https://doi.org/10.1016/S1808-8694\(15\)30522-X](https://doi.org/10.1016/S1808-8694(15)30522-X)
- Clavé Pere, Arreola Viridiana, Velasco Mercedes, Quer Miquel, Castellví Josep Maria, Almirall Jordi, ... y Carrau Ricardo (2007). Diagnóstico y tratamiento de la disfagia orofaríngea funcional. Aspectos de interés para el cirujano digestivo. *Cirugía Española*, 82, 62–76. [https://doi.org/10.1016/S0009-739X\(07\)71672-X](https://doi.org/10.1016/S0009-739X(07)71672-X)
- Contreras Suarez, K. S. (2019). *Caracterización de parámetros acústicos del tiempo de deglución en mujeres universitarias, usando el sonar Doppler y DeglutiSom* (Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona). Recuperado de: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2654>
- Da Silva, G. S., Figueiredo, A. C. G., Zeigelboim, B. S. Araújo, C. M., Neto, J. S., & Santos, R. S. (2021). Acoustic analysis of swallowing as an auxiliary method for assessing dysphagia in Parkinson's disease. *Research, Society and Development*, 10, <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23298>
- Dudik JM, Coyle JL, Sejdíć E. (2015). Dysphagia Screening: Contributions of Cervical Auscultation Signals and Modern Signal-Processing Techniques. *IEEE Trans Hum Mach Syst.* Aug; 45:465–477. <https://doi.org/10.1109/THMS.2015.2408615>.
- Enz, V.C.Q., Vaz, A.R.C., Nunes, M.C.d.A., Rosa M.d.O., Nunes J.d.A, Marques J.M., y Santos, R.S. (2022). Accuracy of Acoustic Evaluation of Swallowing as a Diagnostic Method of Dysphagia in Individuals Affected by Stroke: Preliminary Analysis. *Dysphagia*, 37, 724–735. <https://doi.org/10.1007/s00455-021-10358-5>
- Fernández L, Cabrera N, Fernández D, Olcese L. (2020). Disfagia en tiempos de COVID-19. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 10, 385-394. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162020000300385>
- García Hernández, L. D., & Henao Sierra, K. J. (2022). caracterización de las señales acústicas de la deglución en adultos jóvenes dentro de parámetros de normalidad de 18 a 25 años que viven en Bucaramanga y su área metropolitana, mediante la aplicación del protocolo de evaluación acústica de la deglución (Adaptación Transcultural) y el Software DeglutiSom® con Sonar Doppler. Prueba Piloto. Recuperado de: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3603877>
- Garrido, G.C., Flores, H.S.S., & Núñez, C. (2007). Diferencias anatomofuncionales y endoscópicas entre la vía aérea del niño y la del adulto. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 20, 142-148.
- Hamlet, S. L., Nelson, R. J., & Patterson, R. L. (1990). Interpreting the sounds of swallowing: Fluid flow through the cricopharyngeus. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 99(9), 749–752. <https://doi.org/10.1177/000348949009900916>
- Jerez, R. M. Evaluación funcional de la etapa faríngea de la deglución utilizando sonar Doppler. Revisión crítica de la literatura. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 37, 38-42. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2016.07.007>
- Lemos, R.G., Vieira, T., Portela, K., Pereira, A., Zeigelboim, B.S., & Santos R. (2020) Acoustic analysis of swallowing sounds in tracheostomized patients affected by traumatic brain injury. *Revista CEFAC*, 22, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20202258218>
- Lindgren, S., y Janzon L., (1991) Prevalence of swallowing complaints and clinical findings among 50-79-year-old men and women in an urban population. *Dysphagia*, 6(4),187–92. <https://doi.org/10.1007/BF02493524>
- Madalozzo, B., Aoki, M.C., Soria, F., Santos, R., & Furkim, A.M. (2017). Análise acústica do tempo de deglutição a través do Sonar Doppler. *Revista CEFAC*, 19, 350-359. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201719312316>.

- Mendez, M. (2015). Presbifagia. Presbyphagy. Bachelor's Thesis, University of Fasta. http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/1010/2/2015_F_006.pdf
- Meneses, E. (2010). Salud bucodental y calidad de vida oral en los mayores. Tesis doctoral, Universidad Complutense Madrid. Recuperado de: <https://docta.ucm.es/entities/publication/0737209c-c754-4bb6-928b-78d3a5169e1b>
- Ministerio de Salud y Protección Social, s.f. *Ciclo de Vida*. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/proteccion-social/Paginas/cicloVida.aspx>
- Molina, B., Guerra, F.J., & Gutiérrez, R. (2018). Disfagia y Aspiración. *Libro Virtual de Formación en Otorrinolaringología SEORL*. España. Sociedad Española de Otorrinolaringología.
- Nawaz, S., & Tulunay-Ugur, O. E. (2018). Dysphagia in the older patient. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 51(4), 769-777. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2018.03.006>
- Nuñez, T. (2002). Estudio de prevalencia de lesiones laríngeas y disfagia en pacientes críticos traqueostomizados por COVID-19. *Revista Americana de Medicina Respiratoria RAMR*. 22:159. <https://doi.org/doi.org/10.56538/ramr.KWMY3521>
- Rivero, N., Santo, D., & Larios Sánchez, S. (2021). Efectividad de los métodos de evaluación de la deglución para el diagnóstico de la disfagia en adultos y adultos mayores con accidente cerebrovascular. Recuperado de: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2663>
- Rodríguez, M.N., Vaamonde, P., González, T., Quintana, A., González, M.J., Bascuñana, H., ... y Calvo Henríquez, C. (2018). Disfagia orofaríngea: actualización y manejo en poblaciones específicas. 1ª edición. España: Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329197843_Disfagia_orofaríngea_Actualizacion_y_manejo_en_poblaciones_especificas
- Sampaio, R. (2018). Análisis acústico de la deglución mediante el software DeglutiSom®. Curso realizado por Engefono y Grupo Gesalud. Santiago de Cali – Colombia.
- Sampaio, S.R., & Macedo, E.D. (2006). Sonar Doppler as an instrument of deglutition evaluation. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 10, 182-191.
- Saura, E., Zanuy, E., Jbilou, A., Masferre, M., Rodriguez, S., & Romeral, G. (2010). Disfagia y broncoaspiración en pacientes con ictus agudo, ¿es suficiente el test del agua? *Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica*, 31(1), 28-30. [https://doi.org/10.1016/S2013-5246\(10\)70016-7](https://doi.org/10.1016/S2013-5246(10)70016-7)
- Schimmel, M., Ono, T., Lam, O. L., & Müller, F. (2017). Oro-facial impairment in stroke patients. *Journal of Oral Rehabilitation*, 44, 313-326. <https://doi.org/10.1111/joor.12486>
- Siebens, H., Trupe, E., & Siebens, A. (1986). Correlates and consequences of eating dependency in institutionalized elderly. *Journal of American Geriatric Society*, 34(3), 192-8. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb04202.x>
- Soria, F., Gonçalves da Silva, R., & Furkim, A.M. (2016). Acoustic analysis of oropharyngeal swallowing using Sonar Doppler. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 82, 39-46. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.12.001>
- Steenhagen, C., & Motta, L. (2006). Deglutição e envelhecimento: enfoque nas manobras facilitadoras e posturais utilizadas na reabilitação do paciente disfágico. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 9, 89-100. <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2006.09037>
- Taveira, K., Santos, R., Leão, B., Stechman-Neto, J., Pernambuco, L., Silva, L., De Luca, G., y Porporatti, A., (2018). Diagnostic validity of methods for assessment of swallowing sounds: a systematic review. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 84(5), 638-652. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.12.008>
- Vargas-García, M. (2019). Perfil espectrográfico de la deglución normal en el adulto. *Nutrición Hospitalaria*, 36, 412-419. <https://doi.org/doi.org/10.20960/nh.2173>
- Vargas M. A., Delprado, A. Posada, V. y Grajales, L.D (2023). Factores limitantes del uso de las consistencias en la alimentación del paciente con disfagia: percepción del cuidador principal. *Revista de Investigación en Logopedia*, 13, e82300. <https://doi.org/10.5209/rlog.82300>
- Vieira, T., Figueiredo, A.C., Guidotti, R., Pereira, K., Zeigelboim, B.S., Stechman-Neto, J., & Sampaio Santos R. (2002). Acoustic analysis of swallowing sounds with use of Sonar Doppler in premature babies during food transition. *Research Society and Development*, 11, 1-8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25262>

