

Caracterización espectroacústica de los tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos: Análisis percentilar descriptivo

Spectroacoustic characterization of pharyngeal swallowing times in healthy adults: a descriptive percentile analysis



Miguel Antonio Vargas García
Viviana Cecilia Molina Guzmán

 **Universidad
Metropolitana**

ART Volumen 26 #1 enero - julio

Revista

ARETÉ

ISSN-I: 1657-2513 | e-ISSN: 2463-2252 *Fonología*

ID: [10.33881/1657-2513.art.26105](https://doi.org/10.33881/1657-2513.art.26105)

Title: Spectroacoustic characterization of pharyngeal swallowing times in healthy adults: a descriptive percentile analysis

Título: Caracterización espectroacústica de los tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos: análisis percentilar descriptivo

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Spectroacoustic characterization of pharyngeal swallowing times in healthy adults: a descriptive percentile analysis

[es]: Caracterización espectroacústica de los tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos: análisis percentilar descriptivo

Author (s) / Autor (es):

Vargas García & Molina Guzmán

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Auscultation; Cervical Auscultation; Deglutition; Larynx; Pharyngeal Function; Speech-Language Pathology.

[es]: Auscultación; Auscultación cervical; Deglución; Fonoaudiología; Función faríngea; Laringe.

Submitted: 2026-02-12

Accepted: 2026-03-09

Resumen

La auscultación cervical constituye una alternativa clínica complementaria para el análisis funcional en contextos de difícil acceso a métodos instrumentales; su interpretación requiere descripciones estructuradas de la variabilidad temporal en población sana. El objetivo de este estudio fue caracterizar espectroacústicamente los tiempos de la deglución faríngea en adultos sanos y organizar sus valores mediante una estructura percentilar descriptiva. Se realizó un estudio observacional descriptivo transversal en 51 adultos sanos, en quienes se registraron dos degluciones: una con consistencia nivel 0 y otra con nivel 4 según International Dysphagia Diet Standardisation Initiative; ambas fueron auscultadas con fonendoscopio electrónico Littmann® 3200 y software StethAssist®. Se delimitaron manualmente cuatro tiempos: tránsito faríngeo, apnea deglutoria, protección temprana y resolución respiratoria. Se calcularon medidas de tendencia central, dispersión y percentiles (P5, P10, P25, P50, P75, P90 y P95). Los cuatro tiempos fueron identificables de manera consistente. El tiempo de tránsito y la apnea deglutoria mostraron mayor dispersión, mientras que el tiempo de protección temprana presentó la mayor concentración en el intervalo P25–P75 (hasta 74,5% en viscosidad líquida), evidenciando mayor estabilidad. El tiempo final, representante de la resolución respiratoria, mostró variabilidad intermedia. En todas las variables, más del 50% de los datos se ubicó en la franja central percentilar y menos del 12% en valores extremos. La organización percentilar permitió describir la variabilidad funcional sin asumir normalidad estadística, evidenciando estabilidad en los tiempos preventivos y mayor flexibilidad en los tiempos globales, aportando una base descriptiva para la interpretación clínica de la auscultación cervical digital en adultos sanos.

Citar como:

Vargas García, M. A., & Molina Guzmán, V. C. (2026). Caracterización espectroacústica de los tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos: análisis percentilar descriptivo. *Areté*, 26 (1), 41-48.

Abstract

Cervical auscultation is a complementary clinical alternative for functional analysis in contexts where instrumental methods are difficult to access; its interpretation requires structured descriptions of temporal variability in healthy populations. The objective of this study was to spectroacoustically characterize the timing of pharyngeal swallowing in healthy adults and organize their values using a descriptive percentile structure. A descriptive cross-sectional observational study was conducted in 51 healthy adults, in whom two swallows were recorded: one with type 0 consistency and the other with type 4 according to the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative. Both were auscultated using a Littmann® 3200 electronic stethoscope and StethAssist® software. Four phases were manually defined: pharyngeal transit, swallowing apnea, early protection, and respiratory resolution. Measures of central tendency, dispersion, and percentiles (P5, P10, P25, P50, P75, P90, and P95) were calculated. All four phases were consistently identifiable. Transit time and swallowing apnea showed greater dispersion, while early protection time showed the highest concentration in the P25–P75 interval (up to 74.5% in water), demonstrating greater stability. Final time, representing respiratory resolution, showed intermediate variability. In all variables, more than 50% of the data fell within the central percentile range, and less than 12% fell within extreme values. Percentile organization allowed for the description of functional variability without assuming statistical normality, demonstrating stability in preventive times and greater flexibility in overall times, thus providing a descriptive basis for the clinical interpretation of digital cervical auscultation in healthy adults.

Miguel Antonio **Vargas García**
ORCID: [0000-0002-5639-9474](https://orcid.org/0000-0002-5639-9474)

Source | Filiacion:
Universidad Metropolitana

BIO:
Fonoaudiólogo, Doctor en Fonoaudiología

City | Ciudad:
Colombia

e-mail:
mvgarcia1@unimetro.edu.co

-

Viviana Cecilia **Molina Guzmán**
ORCID: [0009-0001-9003-7477](https://orcid.org/0009-0001-9003-7477)

Source | Filiacion:
Universidad Metropolitana

BIO:
Fonoaudióloga - Magister en Gerencia de servicios de salud

City | Ciudad:
Colombia

e-mail:
vmolinag@unimetro.edu.co

-

Caracterización espectroacústica de tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos: Análisis percentilar descriptivo

Spectroacoustic characterization of pharyngeal swallowing times iHealthy adults:
Descriptive percentile analysis

Miguel Antonio **Vargas García**¹
Viviana Cecilia **Molina Guzmán**²

Introducción

La evaluación de la fase faríngea de la deglución constituye un componente crítico en el abordaje clínico de la disfagia (Renz Ambrocio et al., 2023; Sun & Tsang, 2020; Walton & Silva, 2021). Tradicionalmente, su análisis se ha sustentado en métodos instrumentales como la videofluoroscopia y la nasofibrolaringoscopia, considerados estándares de referencia para la valoración estructural y funcional (Kuuskoski et al., 2025; Sassi et al., 2017). No obstante, estas técnicas no siempre están disponibles en contextos clínicos cotidianos, lo que ha impulsado el desarrollo y estudio de métodos complementarios, algunos de ellos basados en el análisis acústico de la deglución.

La espectro-acústica o análisis acústico de la deglución, cuando se hace digital, permite registrar y visualizar eventos vibratorios asociados al tránsito faríngeo mediante representaciones temporo-frecuenciales (Frakking et al., 2019; Khalifa et al., 2020; Sánchez-Cardona, 2018). En este marco, los tiempos de la deglución faríngea, entendidos como segmentos acústicamente delimitables que representan eventos funcionales específicos (Vargas García, 2019), constituyen fenómenos dinámicos discretos, susceptibles de cuantificación objetiva. Sin embargo, la literatura aún presenta una limitada caracterización descriptiva de estos tiempos en adultos sanos bajo condiciones ecológicas de evaluación.

1 Fonoaudiólogo, Doctor en Fonoaudiología. Universidad Metropolitana.

2 Fonoaudióloga - Magister en Gerencia de servicios de salud. Profesor programa de fonoaudiología. Universidad Metropolitana, Colombia.

Caracterización espectroacústica de tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos:

Análisis percentilar descriptivo

Uno de los desafíos en la interpretación clínica de los tiempos deglutorios en fase faríngea radica en que su comportamiento no necesariamente sigue distribuciones gaussianas. En consecuencia, el uso exclusivo de promedios puede resultar insuficiente para comprender su variabilidad funcional. En diferentes áreas biomédicas, como el crecimiento corporal, la electrofisiología o la función cardiorrespiratoria, la organización percentilar se ha utilizado como estrategia descriptiva para representar distribuciones biológicas sin asumir normalidad estadística estricta (Arenn & Keith, 2023; Esteve-Pastor et al., 2019).

En el contexto del uso de la auscultación cervical, aún no se dispone de perfiles descriptivos percentilares suficientemente documentados que permitan organizar los tiempos motores observados en sujetos sanos. Contar con este tipo de caracterización inicial no implica establecer valores normativos poblacionales, pero sí aporta un marco comparativo estructurado que puede orientar futuras investigaciones y análisis clínicos controlados, sin dejar todo el análisis sólo en la interpretación profesional (Bergström & Cichero, 2022).

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar espectroacústicamente los tiempos de la deglución faríngea en adultos sanos y organizar sus valores en una estructura percentilar descriptiva, a partir de registros obtenidos bajo condiciones estandarizadas de ingesta libre, utilizando dos consistencias enmarcadas en la International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) (Cichero et al., 2017; Machado et al., 2019): el nivel 0, el cual se caracteriza por baja viscosidad, contrastado con una consistencia con comportamiento reológico distinto, definida como nivel 4. Se propone así una aproximación exploratoria que contribuya a la comprensión de la variabilidad funcional faríngea en población sin alteraciones deglutorias.

Metodología

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, de tipo observacional descriptivo y corte transversal, orientado a caracterizar la distribución espectroacústica de los tiempos de la deglución faríngea en adultos sanos. La recolección de la información correspondió a medición primaria directa, mediante registro instrumental no invasivo de señales acústicas faríngeas, bajo condiciones controladas. El propósito metodológico fue describir y organizar la variabilidad temporal observada, sin intención de establecer valores normativos poblacionales ni realizar inferencias generalizables.

La muestra estuvo conformada por 51 adultos sanos seleccionados por conveniencia. Se incluyeron participantes mayores de edad que no refirieran antecedentes neurológicos, estructurales o funcionales asociados a trastornos de la deglución, cirugía cervical reciente, procesos infecciosos activos de vía aérea superior o sintomatología disfágica al momento de la evaluación. Todos los participantes aceptaron voluntariamente su inclusión en el estudio mediante consentimiento informado escrito. El protocolo se desarrolló conforme a los principios éticos para investigación en seres humanos.

La recolección de datos siguió un procedimiento estandarizado de captura espectroacústica en tiempo real, en un entorno clínico y con condiciones ambientales controladas. Se empleó para el registro espectroacústico el fonendoscopio electrónico modelo 3200 de la marca Littmann®, diseñado para la auscultación, el cual incorpora tecnología de filtrado y reducción de ruido ambiente. Cada señal fue almacenada y posteriormente analizada, garantizando la trazabilidad entre el evento fisiológico y su representación espectrográfica mediante

el software Littmann StethAssist®, que permite la representación espectrográfica temporo-frecuencial del evento deglutorio.

Cada participante fue evaluado de manera individual, en posición sedente a 90°. Con el fin de favorecer una deglución espontánea y natural, el entorno incluyó estímulos visuales relacionados con alimentos. Previa explicación del procedimiento y obtención del consentimiento informado, se registró una única deglución aislada de consistencia nivel 4 y una única deglución de consistencia nivel 0 según la International Dysphagia Diet Standardisation Initiative; ambas ingestas se generaron de forma libre, sin estandarización del volumen, con el objetivo de reproducir condiciones habituales de la práctica clínica fonoaudiológica.

El análisis espectroacústico fue realizado por un único evaluador con formación especializada y experiencia en interpretación de señales faríngeas. Las demarcaciones acústicas fueron efectuadas manualmente sobre un plano físico de 50 centímetros en el que se proyectaba cada uno de los registros espectrográficos. Los trazos se realizaron considerando la correspondencia exacta con la señal digital observada en el software, identificando los puntos precisos de inicio y final de cada evento de acuerdo con su delimitación temporo-frecuencial visible en el espectrograma y en la zona de análisis espectrográfico. Se registraron en milisegundos los siguientes tiempos definidos en la deglución faríngea:

- **T:** tiempo de tránsito faríngeo del bolo
- **dA:** apnea deglutoria
- **D1:** tiempo preventivo inicial asociado al inicio del cierre laríngeo
- **D2:** tiempo preventivo final relacionado con la reanudación de la respiración posterior al paso del bolo

El procesamiento estadístico se efectuó mediante estadística descriptiva. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para cada variable temporal. Considerando que los tiempos motores faríngeos representan fenómenos dinámicos discretos cuya distribución puede no ajustarse estrictamente a un modelo normal, se procedió a organizar los datos mediante estructura percentilar descriptiva. Se estimaron los percentiles **P5, P10, P25, P50, P75, P90** y **P95** con el fin de representar la dispersión interna de la muestra y facilitar su caracterización.

La utilización de percentiles tuvo un carácter organizativo descriptivo y no implicó la construcción de valores normativos extrapolables a otras poblaciones. Los resultados fueron sistematizados en tablas y representaciones gráficas con fines de descripción estructurada de la variabilidad observada.

Resultados

La muestra estuvo conformada por 51 adultos, con una distribución por sexo predominante para femenino, con 30 participantes (58,8%), mientras que 21 correspondieron al sexo masculino (41,2%). La edad osciló entre 18 y 50 años, con una media de 24,7 años, una desviación estándar aproximada de 6,5 años, y una mediana de 24 años, lo que indica una concentración predominante en adultos jóvenes.

Los cuatro tiempos analizados (**T, dA, D1 y D2**) fueron identificados de manera consistente en el espectrograma digital y físico, corroborando la ubicación de la zona espectral demarcada. Los resultados evidencian que, en nivel 4, el T presentó una duración media de **0,48 s ± 0,14 s**, mientras que en nivel 0 aumentó a **0,52 s ± 0,23 s**, lo que representa una diferencia absoluta de 0,04 s (8,3% más

lento en viscosidad líquida). Asimismo, la variabilidad fue **64,3%** mayor en nivel 0 en comparación con el nivel 4. No obstante, estas diferencias no generaron cambios abruptos que delimitaran subpoblaciones o patrones atípicos (tabla 1).

Tabla 1.
Descripción de tiempos espectroacústicos de la fase faríngea en adultos sanos.

Variable	Ingesta de nivel 4			Ingesta de nivel 0		
	Media (s)	±DE	mín-máx	Media (s)	±DE	mín-máx
T (s)	0,48	± 0,14	(0,13–0,77)	0,52	± 0,23	(0,19–1,22)
dA (s)	0,87	± 0,18	(0,58–1,48)	0,92	± 0,25	(0,55–1,32)
D1 (s)	0,13	± 0,05	(0,06–0,29)	0,12	± 0,06	(0,03–0,26)
D2 (s)	0,25	± 0,16	(0,06–0,91)	0,32	± 0,22	(0,09–1,35)

Fuente: Elaboración propia

Nota: T = Tránsito faríngeo; dA = Apnea deglutoria; D1 = Protección temprana; D2 = Resolución respiratoria tardía. s = segundos; DE = Desviación estándar; mín-máx = Rango mínimo-máximo. N = 51 adultos sanos

La apnea deglutoria, al albergar todos los actos fisiológicos dentro de su tiempo espectral, presentó los tiempos más amplios. En nivel 4 mostró una media de **0,87 s ± 0,18 s**, mientras que en nivel 0 fue de **0,92 s ± 0,25 s**, lo que representa una diferencia absoluta de **0,05 s** (5,7% mayor en viscosidad líquida). Asimismo, la variabilidad fue **39%** mayor en el nivel 0 respecto al nivel 4. Por ubicación fisiológica, los tiempos preventivos de seguridad mostraron valores discretos y un rango comprimido. En D1, la media fue de **0,13 s ± 0,05 s** en nivel 4 y de **0,12 s ± 0,06 s** en nivel 0, evidenciando una disminución absoluta de **0,01 s** (7,7% más corto en viscosidad líquida) y un incremento del **20%** en la variabilidad. En D2, la media en nivel 4 fue de **0,25 s ± 0,16 s**, mientras que en nivel 0 aumentó a **0,32 s ± 0,22 s**, lo que representa una diferencia absoluta de **0,07 s** (28% más lento en viscosidad líquida), acompañada de un incremento del **37,5%** en la variabilidad. Estos resultados sugieren una mayor dispersión temporal en la ingesta de nivel 0.

A partir de los valores espectroacústicos obtenidos en los sujetos sanos, se realizó una organización percentilar destinada a identificar rangos funcionales clínicos para la fase faríngea por cada marcador espectroacústico. El análisis de los cuatro tiempos registrados reveló una distribución continua sin presencia de valores extremos que comprometieran la definición de rangos fisiológicos. Sobre esta base, se calcularon los percentiles P5, P25, P50, P75 y P95, y, simultáneamente, se delimitaron zonas de variación adaptativa y desviación potencial.

A partir de la organización percentilar, se describieron los rangos funcionales de cada marcador espectroacústico y se compararon entre consistencias. El T mostró una mediana (P50) de **0,48 s** en nivel 4 y **0,42 s** en nivel 0, lo que representa un **12,5%** más rápido en viscosidad líquida. El intervalo intercuartílico (P25–P75) fue de **0,36–0,58 s** en nivel 4 y de **0,35–0,55 s** en nivel 0, evidenciando una distribución central ligeramente más comprimida en líquido. El rango funcional ampliado (P5–P95) fue similar entre consistencias (**0,23–0,76 s en nivel 4 vs. 0,24–0,77 s en nivel 0**), lo que indica estabilidad global del tránsito faríngeo.

Por su parte, la dA presentó una mediana de **0,78 s** en nivel 4 y **0,81 s** en nivel 0 (**3,8% mayor en viscosidad líquida**). El intervalo intercuartílico fue de **0,69–0,94 s** en nivel 4 y **0,71–0,96 s** en nivel 0, con una leve expansión del límite superior en líquido. El rango P5–P95 fue de **0,60–1,08 s** en nivel 4 y **0,61–1,32 s** en nivel 0, mostrando una

ampliación del extremo superior del **22%** en líquido, lo que sugiere mayor variabilidad adaptativa en esta viscosidad.

En D1, la mediana fue de **0,13 s** en nivel 4 y **0,10 s** en nivel 0 (**23% más corta en viscosidad líquida**). El intervalo intercuartílico disminuyó de **0,10–0,16 s** en nivel 4 a **0,06–0,13 s** en nivel 0, evidenciando una compresión de la distribución en líquido. El rango total (P5–P95) fue idéntico en su límite superior (**0,26 s**), lo que confirma estabilidad estructural del parámetro.

Finalmente, D2 presentó una mediana de **0,19 s** en nivel 4 y **0,26 s** en nivel 0, lo que representa un **36,8%** más prolongado en viscosidad líquida. El intervalo intercuartílico se amplió de **0,13–0,26 s** en nivel 4 a **0,18–0,36 s** en nivel 0, y el rango P5–P95 pasó de **0,06–0,40 s** a **0,10–0,55 s**, evidenciando una expansión global de la distribución en viscosidad líquida.

En conjunto, los resultados percentilares indican que la consistencia afecta diferencialmente los marcadores temporales, con mayor expansión y desplazamiento hacia valores superiores en nivel 0, particularmente en los tiempos de dA y D2.

Tabla 2.
Segmentación percentilar de los tiempos por marcadores espectroacústicos y consistencias.

Parámetro	Consistencia	P5 (s)	P25 (s)	P50 (s)	P75 (s)	P95 (s)
T – Tránsito faríngeo	Puré	0,23	0,36	0,48	0,58	0,76
	Agua	0,24	0,35	0,42	0,55	0,77
dA – Apnea deglutoria	Puré	0,60	0,69	0,78	0,94	1,08
	Agua	0,61	0,71	0,81	0,96	1,32
D1 – Protección temprana	Puré	0,06	0,10	0,13	0,16	0,26
	Agua	0,06	0,06	0,10	0,13	0,26
D2 – Resolución respiratoria tardía	Puré	0,06	0,13	0,19	0,26	0,40
	Agua	0,10	0,18	0,26	0,36	0,55

Fuente: Elaboración propia

Nota: T = Tránsito faríngeo; dA = Apnea deglutoria; D1 = Protección temprana; D2 = Resolución respiratoria tardía; s = segundos; P5, P25, P50, P75, P95 = Percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 respectivamente (Los percentiles fueron calculados sin asumir normalidad estadística). N = 51 adultos sanos.

El análisis de la distribución por zonas percentilares mostró que, en términos generales, la mayor concentración de datos se ubicó en la zona de normalidad (P25–P75), aunque con diferencias entre marcadores y consistencias. Entre los hallazgos más relevantes, D1 presentó la mayor estabilidad distributiva, con **56,86%** de los valores en zona de normalidad en nivel 4 y un marcado aumento a **74,50%** en nivel 0, consolidándose como el parámetro más estable, particularmente en viscosidad líquida.

En contraste, T mantuvo una distribución idéntica en ambos niveles ingeridos (**54,90% en zona de normalidad**), mientras que dA mostró una ligera expansión en nivel 0 (**50,98% en nivel 4 vs. 54,90% en nivel 0**). D2, por su parte, presentó una menor concentración en el rango central en nivel 0 (**50,98%**) respecto a nivel 4 (**52,94%**), acompañado de un incremento proporcional en las zonas adyacentes (**43,13% en viscosidad líquida**), lo que sugiere mayor dispersión funcional en nivel 0.

En la zona extrema (<P5 o >P95), los porcentajes fueron bajos en todos los marcadores, siendo D1 el que mostró menor frecuencia de valores extremos (**3,92% en nivel 4 y 5,88% en nivel 0**), mientras que



Caracterización espectroacústica de tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos:

Análisis percentilar descriptivo

T concentró el mayor porcentaje de extremos (11,75% en ambos niveles). Estos resultados refuerzan la estabilidad global del modelo percentilar y permiten diferenciar marcadores con mayor y menor variabilidad adaptativa según la consistencia (ver tabla 3).

Tabla 3.
Concentración percentilar de los datos.

Marcador	Ingesta de Puré			Ingesta de agua		
	Zona extrema <P5 o >P95	Zona adyacente P5-P25 y P75-P95	Zona de normalidad P25-P75	Zona de extrema <P5 o >P95	Zona de adyacente P5-P25 y P75-P95	Zona de normalidad P25-P75
T (s)	11.75% (N=6)	33.33% (N=17)	54.90% (N=28)	11.75% (N=6)	33.33% (N=17)	54.90% (N=28)
dA (s)	11.75% (N=6)	37.25% (N=19)	50.98% (N=26)	9.80% (N=5)	35.29% (N=18)	54.90% (N=28)
D1 (s)	3.92% (N=2)	39.21% (N=20)	56.86% (N=29)	5.88% (N=3)	19.60% (N=10)	74.50% (N=38)
D2 (s)	7.84% (N=4)	39.21% (N=20)	52.94% (N=27)	5.88% (N=3)	43.13% (N=22)	50.98% (N=26)

Fuente: Elaboración propia
Nota: T = Tránsito faríngeo; dA = Apnea deglutoria; D1 = Protección temprana; D2 = Resolución respiratoria tardía. Zona extrema = <P5 o >P95 (valores atípicos); Zona adyacente = P5-P25 y P75-P95 (valores periféricos); Zona de Normalidad = P25-P75 (rango central). N = número de participantes. Porcentajes calculados sobre muestra total de 51 adultos sanos.

Discusión

Los resultados de este estudio respaldan la pertinencia de la auscultación cervical digital como una herramienta clínica funcional cuando se estructura bajo criterios temporales que se pueden interpretar mediante unos tiempos de referencia percentilar. La organización de los tiempos faríngeos en bandas de referencia permite superar la lectura descriptiva tradicional de la auscultación y avanzar hacia un modelo de interpretación clínica zonificada, capaz de orientar decisiones terapéuticas en contextos reales de atención fonoaudiológica (Bergström & Cichero, 2022; Jaghbeer et al., 2022).

Estos hallazgos pueden interpretarse a la luz del concepto de variabilidad fisiológica funcional, entendido como la capacidad del sistema deglutorio para modular sus parámetros temporales en respuesta a características del bolo y condiciones contextuales, sin comprometer la seguridad de la vía aérea (Fizman & Laguna, 2023; Lagarde et al., 2016; Pongpipatpaiboon et al., 2022). Desde esta perspectiva, la distribución percentilar no solo describe dispersión estadística, sino que representa un continuo de adaptación motora dentro de límites fisiológicamente tolerables.

Uno de los principales hallazgos es la distribución diferencial de la variabilidad entre los parámetros analizados. Mientras el tiempo total de T y la dA muestran una mayor amplitud percentilar, el tiempo de protección temprana de la vía aérea (D1) tiende a concentrarse en los rangos centrales. Esta configuración sugiere que la fisiología de la deglución tolera variaciones adaptativas en la duración global del evento faríngeo al generar ajuste motor frente a características del bolo, mecanismos de coordinación y contención respiratoria y diferencias individuales en el patrón de aceleración velofaríngea, siempre que se preserve la temporización oportuna de los mecanismos de protección laríngea inicial (Costa, 2018; Lang, 2024; Walton & Silva, 2021). En términos clínicos, esto posicionaría a D1 (cierre laríngeo inicial) como un marcador centinela de seguridad, cuya condición con relación a la ubicación percentilar tendría un mayor peso interpretativo que las variaciones moderadas observadas en T o dA.

Desde una perspectiva fisiológica, la marcación de D1 presentó la mayor concentración en zona de normalidad (P25–P75) en ambas consistencias, con el menor porcentaje de valores extremos; esta rigidez relativa de D1 puede explicarse por la jerarquía funcional de la deglución,

en donde la protección de la vía aérea constituye un mecanismo de alta prioridad y baja tolerancia a la variación, especialmente en sujetos sanos (Lang, 2024; Mills et al., 2017; Paterson et al., 2025; Troche et al., 2016), lo cual se podría establecer como un marcador clínico de seguridad altamente sensible. Por el contrario, los ajustes en T y dA responden a modulaciones del bolo, al patrón respiratorio, al estado de alerta y a microvariaciones de la coordinación neuromuscular, sin que ello implique necesariamente un compromiso patológico. Este hallazgo define la necesidad de no patologizar automáticamente las desviaciones percentilares, sino de interpretarlas dentro de un marco de variabilidad fisiológica (Mancopes et al., 2020; Renz Ambrocio et al., 2023; Walton & Silva, 2021).

El análisis integrado de los cuatro tiempos permite, además, identificar patrones funcionales clínicamente relevantes. La presencia de T o dA en zonas distintas a las frecuentes, con D1 conservado en zona de normalidad (P25–P75), puede interpretarse como una estrategia adaptativa eficiente. En la muestra analizada, D1 permaneció en zona de normalidad en el 56,86% de los casos en nivel 4 y en el 74,50% en nivel 0, incluso cuando T y dA mostraban mayor dispersión percentilar. Por ejemplo, mientras D1 alcanzó 74,50% en zona de normalidad en viscosidad líquida, T y dA concentraron 54,90% en ese mismo rango y presentaron mayores proporciones en zona extrema (33,33% y 35,29%, respectivamente). Esta configuración indica que, aun cuando los tiempos globales se desplazan hacia bandas intermedias o compensatorias, el cierre laríngeo temprano tiende a conservarse dentro de márgenes centrales, sugiriendo un patrón adaptativo sin compromiso primario de seguridad en sujetos sanos.

En contraste, los desplazamientos de D1 hacia bandas extremas (<P5 o >P95) fueron poco frecuentes en la muestra, observándose en 3,92% (N = 2) de los casos en nivel 4 y en 5,88% (N = 3) en nivel 0. Estos porcentajes fueron considerablemente menores que los observados en dA (11,75% en nivel 4 y 9,80% en nivel 0). Aunque el diseño descriptivo no permite establecer con exactitud la coincidencia individual entre extremos de D1 y dA, la baja frecuencia de valores extremos en D1 refuerza su estabilidad fisiológica. No obstante, en escenarios clínicos donde D1 se desplace hacia bandas extremas, especialmente si se acompaña de ampliaciones percentilares en dA, el hallazgo debería estudiarse de manera complementaria mediante evaluación instrumental, dada su potencial implicación en la seguridad de la vía aérea (Helliwell et al., 2023; Jaghbeer et al., 2022).

La inclusión de D2 aporta una dimensión adicional al análisis, al representar la resolución respiratoria tardía del evento deglutorio. Su mayor dispersión percentilar, en comparación con D1, resulta coherente con su función de salida del periodo protector, más influida por la eficiencia de la deglución y el vaciamiento faríngeo y por la reorganización respiratoria posterior (Hennessy & Goldenberg, 2016; Lang, 2024).

En coherencia con el objetivo del estudio, estos resultados no buscan establecer valores normativos, sino proponer una estructura descriptiva que permita interpretar clínicamente la variabilidad temporal de la deglución faríngea en sujetos sanos. Bajo esta lógica, el uso de percentiles aquí descritos puede ser un primer paso para consolidar, bajo objetivos investigativos más robustos, un criterio estable para el análisis e interpretación de la auscultación cervical digital, comparable con el empleado en escalas biológicas como crecimiento corporal, electrofisiología, parámetros cardiorrespiratorios o mediciones estandarizadas de reflejos neuromotores, donde la fisiología se expresa en rangos poblacionales más que en promedios rígidos (Cole, 2020; Wang, 2012), adquiriendo especial relevancia en escenarios donde la evaluación instrumental no es accesible o viable.

De esa manera, en entornos de atención clínica, la auscultación cervical digital se consolida como una herramienta de tamización, seguimiento y documentación de cambios clínicos, sin pretender sustituir a estudios como la Evaluación Fibroendoscópica de la Deglución o la Videofluoroscopia, pero sí complementarlos de manera significativa (Khalifa et al., 2020; Lagarde et al., 2016; Nozue et al., 2017; So et al., 2025).

Los datos aquí analizados revelaron que todos los tiempos espectroacústicos (T, dA, D1 y D2) presentaron estabilidad dentro de los percentiles P5–P95, tanto en consistencia nivel 0 como en 4, consolidando una descripción que amplía la noción de interpretación de la auscultación cervical y de los sonidos espectrográficos de la deglución con ingesta libre.

Conclusión

Desde una perspectiva teórica, el presente estudio estableció una descripción espectrográfica faríngea basada en organización percentilar, que permite comprender la deglución faríngea como un sistema temporalmente jerarquizado al proporcionar una estimación funcional temporal de los tiempos motores de la deglución faríngea obtenidos por auscultación cervical digital en adultos sanos. Los hallazgos permiten describir en la muestra abordada que los parámetros globales (T y dA) muestran amplitud fisiológica adaptable, mientras que los tiempos preventivos de seguridad (D1 y D2), especialmente D1, presentaron una alta estabilidad, lo que confirma su papel prioritario como marcador reflejo de protección laríngea (Kendall et al., 2004). Esta diferenciación respalda un modelo funcional en el que la protección laríngea temprana actúa como eje organizador del evento deglutorio, mientras que los tiempos globales pueden modularse adaptativamente sin implicar necesariamente disfunción.

La distribución percentilar obtenida en esta descripción muestral, constituye una herramienta inicial que sugiere mayores retos en el marco del análisis y la interpretación de la espectrografía de los sonidos deglutorios, buscando formas de estandarizar el análisis de las variaciones normales y adaptativas con posible impacto en seguridad o eficiencia. Este aporte fortalece el uso clínico de la auscultación cervical digital y amplía la capacidad diagnóstica de profesionales en contextos asistenciales reales (Sánchez-Cardona, 2018; Vargas-García et al., 2021), al utilizarse no solo como herramienta de tamización, sino también como instrumento de seguimiento evolutivo y de monitoreo terapéutico, especialmente en contextos donde la evaluación

instrumental no es accesible, contribuyendo a una toma de decisiones más informada y basada en rangos funcionales poblacionales.

No obstante, se reconoce la necesidad de futuras investigaciones que profundicen en la fiabilidad intra e interevaluador de la demarcación espectrográfica, en la validez concurrente con evaluaciones instrumentales y en la estabilidad intra-sujeto frente a diferentes volúmenes y consistencias. Asimismo, la estratificación por edad, condición clínica y variables antropométricas cervicales podría optimizar la precisión interpretativa de este tipo de estudios.

Referencias

- Arenn, C., & Keith, J. (2023). The role of clinical assessment in the era of biomarkers. *Neurotherapeutics*, 20(4), 1001–1018. <https://doi.org/10.1007/s13311-023-01410-3>
- Bergström, L., & Cichero, J. A. Y. (2022). Dysphagia management: Does structured training improve the validity and reliability of cervical auscultation? *International Journal of Speech-Language Pathology*, 24(1), 77–87. <https://doi.org/10.1080/17549507.2021.1953592>
- Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., Duivesteyn, J., Kayashita, J., Lecko, C., Murray, J., Pillay, M., Riquelme, L., & Stanshus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: The IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9758-y>
- Cole, T. (2020). Sample size and sample composition for constructing growth reference centiles. *Statistical Methods in Medical Research*, 30, 488–507. <https://doi.org/10.1177/0962280220958438>
- Costa, M. M. B. (2018). Neural control of swallowing. *Arquivos de Gastroenterologia*, 55, 61–75. <https://doi.org/10.1590/s0004-2803.201800000-45>
- Esteve-Pastor, M. A., Roldán, V., Rivera-Caravaca, J. M., Ramírez-Macías, I., Lip, G. Y. H., & Marín, F. (2019). The use of biomarkers in clinical management guidelines: A critical appraisal. *Thrombosis and Haemostasis*, 119(12), 1901–1919. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696955>
- Fizman, S., & Laguna, L. (2023). Food design for safer swallowing: Focusing on texture-modified diets and sensory stimulation of swallowing via TRP activation. *Current Opinion in Food Science*, 101000. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101000>
- Frakking, T. T., Chang, A. B., David, M., Orbell-Smith, J., & Weir, K. A. (2019). Clinical feeding examination with cervical auscultation for detecting oropharyngeal aspiration: A systematic review of the evidence. *Clinical Otolaryngology*, 44(6), 927–934. <https://doi.org/10.1111/coa.13402>
- Helliwell, K., Hughes, V. J., Bennion, C. M., & Manning-Stanley, A. (2023). The use of videofluoroscopy (VFS) and fibreoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) in the investigation of oropharyngeal dysphagia in stroke patients: A narrative review. *Radiography*, 29(2), 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2022.12.007>
- Hennessy, M., & Goldenberg, D. (2016). Surgical anatomy and physiology of swallowing. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 27(2), 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.otot.2016.04.002>
- Jaghbeer, M., Sutt, A. L., & Bergström, L. (2022). Dysphagia management and cervical auscultation: Reliability and validity against FEES. *Dysphagia*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00455-022-10468-8>
- Kendall, K. A., Leonard, R. J., & McKenzie, S. (2004). Airway protection: Evaluation with videofluoroscopy. *Dysphagia*, 19(2), 65–70. <https://doi.org/10.1007/s00455-003-0500-1>
- Khalifa, Y., Coyle, J. L., & Sejdić, E. (2020). Non-invasive identification of swallows via deep learning in high resolution cervical auscultation recordings. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65492-1>

Caracterización espectroacústica de tiempos deglutorios faríngeos en adultos sanos:

Análisis percentilar descriptivo

- Kuuskoski, J., Rekola, J., Sintonen, H., Aaltonen, L.-M., & Järvenpää, P. (2025). Swallowing guidance with FEES may alleviate symptoms in functional dysphagia. *Dysphagia*. <https://doi.org/10.1007/s00455-025-10869-5>
- Lagarde, M. L. J., Kamalski, D. M. A., & Van Den Engel-Hoek, L. E. N. I. E. (2016). The reliability and validity of cervical auscultation in the diagnosis of dysphagia: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 30(2), 199–207. <https://doi.org/10.1177/0269215515576779>
- Lang, I. (2024). Coordination of pharyngeal and esophageal phases of swallowing. *Journal of Neurogastroenterology and Motility*, 30, 397–406. <https://doi.org/10.5056/jnm24003>
- Machado, A. S., Moreira, C. H. D. S., Vimercati, D. C. da S., Pereira, T. C., & Endringer, D. C. (2019). Consistencies and terminologies – The use of IDDSI. *Nutrición Hospitalaria*, 36(6), 1273–1277. <https://doi.org/10.20960/nh.02690>
- Mancopes, R., Smaoui, S., & Steele, C. (2020). Effects of expiratory muscle strength training on videofluoroscopic measures of swallowing: A systematic review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 1–22. https://doi.org/10.1044/2019_AJSLP-19-00107
- Mills, C., Jones, R., & Huckabee, M. L. (2017). Measuring voluntary and reflexive cough strength in healthy individuals. *Respiratory Medicine*, 132, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.09.013>
- Nozue, S., Ihara, Y., Takahashi, K., Harada, Y., Takei, Y., Yuasa, K., & Yokoyama, K. (2017). Accuracy of cervical auscultation in detecting the presence of material in the airway. *Clinical and Experimental Dental Research*, 3(6), 209–214. <https://doi.org/10.1002/cre2.89>
- Paterson, M., Doeltgen, S., & Francis, R. (2025). Sensory changes related to swallowing in motor neurone disease. *Dysphagia*, 40(2), 407–418. <https://doi.org/10.1007/s00455-024-10742-x>
- Pongpipatpaiboon, K., Inamoto, Y., Aihara, K., Kagaya, H., Shibata, S., Mukaino, M., Saitoh, E., & González-Fernández, M. (2022). Thin liquid bolus volume alters pharyngeal swallowing: Kinematic analysis using 3D dynamic CT. *Dysphagia*, 37, 1423–1430. <https://doi.org/10.1007/s00455-021-10397-y>
- Renz Ambrocio, K., Miles, A., Bhutada, A., Choi, D., & Garand, K. (2023). Defining normal sequential swallowing biomechanics. *Dysphagia*, 38, 1497–1510. <https://doi.org/10.1007/s00455-023-10576-z>
- Sánchez-Cardona, Y. (2018). Caracterización y clasificación de señales de auscultación cervical adquiridas con estetoscopio para detección automática de sonidos deglutorios. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 39(2), 205–216. <https://doi.org/10.17488/RMIB.39.2.6>
- Sassi, F. C., Medeiros, G. C., Zilberstein, B., Jayanthi, S. K., & de Andrade, C. R. F. (2017). Screening protocol for dysphagia in adults: Comparison with videofluoroscopic findings. *Clinics*, 72(12), 718–722. [https://doi.org/10.6061/clinics/2017\(12\)01](https://doi.org/10.6061/clinics/2017(12)01)
- So, S., Tadj, T., Schwerin, B., Chang, A. B., Humphries, S., & Frakking, T. T. (2025). Using machine learning for the automated segmentation and detection of swallows obtained by digital cervical auscultation in preterm neonates. *Dysphagia*. <https://doi.org/10.1007/s00455-025-10879-3>
- Sun, N. H. Y., & Tsang, R. K. Y. (2020). Oropharynx anatomy and physiology of swallowing. In *Encyclopedia of gastroenterology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.65938-X>
- Troche, M. S., Schumann, B., Brandimore, A. E., Okun, M. S., & Hegland, K. W. (2016). Reflex cough and disease duration as predictors of swallowing dysfunction in Parkinson's disease. *Dysphagia*, 31(6), 757–764. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9734-6>
- Vargas García, M. A. (2019). Perfil espectrográfico de la deglución normal en el adulto. *Nutrición Hospitalaria*, 36(2), 412–419. <https://doi.org/10.20960/nh.2173>
- Vargas-García, M. A., Eusse-Solano, P. A., & Alvarado Meza, J. (2021). Ausculta cervical en el paciente pediátrico con parálisis cerebral: Revisión narrativa. *Revista Areté*, 21(1), 87–93.
- Walton, J., & Silva, P. (2021). Physiology of swallowing. *Surgery (Oxford)*, 39(9), 563–568. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2021.07.003>

Wang, Y. (2012). Chapter 2: Use of percentiles and Z-scores in anthropometry. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1_2