

ORIGINAL

Análisis de los niveles de radiación y tiempo de exposición en videofluoroscopias de deglución durante 7 años[☆]



Andrés Domingo Belanche^{a,*}, María José Romea Montañés^a, Ignacio Ros Arnal^a, Gerardo Rodríguez Martínez^b, Cristina Gutierrez Alonso^c, Beatriz Izquierdo Alonso^c y Ruth García Romero^{a,d}

^a Unidad de Gastroenterología Pediátrica, Servicio de Pediatría, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España

^b Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España

^c Servicio de Radiología, Hospital Universitario Miguel Servet, Zaragoza, España

^d IIS Aragón, Instituto de Investigación Sanitaria Aragón, Zaragoza, España

Recibido el 28 de julio de 2025; aceptado el 26 de enero de 2026

Disponible en Internet el 20 de febrero de 2026

PALABRAS CLAVE

Videofluoroscopia;
Dosis radiación;
Niveles de referencia de diagnóstico;
Disfagia;
Trastornos deglutorios

Resumen

Introducción: El estudio de la deglución mediante videofluoroscopia (VFC) se considera el *gold standard* en la evaluación de la disfagia. Al utilizar radiación ionizante, la reducción de la dosis que reciben los pacientes pediátricos debe ser una prioridad, precisando para ello unos adecuados niveles de referencia de diagnóstico.

Objetivos: Evaluar y analizar la dosis / radiación y el tiempo de radiación durante la realización de la VFC en los pacientes pediátricos de un centro de tercer nivel. Así mismo, se pretende determinar la relación entre las variables clínicas y la exposición a la radiación, y comparar los valores obtenidos con los niveles de referencia de diagnóstico europeos.

Material y métodos: Estudio retrospectivo y descriptivo realizado entre 2015 y 2022, en el que se analizan el producto dosis área y tiempo de exposición, así como variables clínicas, epidemiológicas y su relación con los hallazgos en los pacientes sometidos a VFC. También se comparan los resultados con los niveles de referencia de diagnóstico europeos (PiDRL) sobre la VFC en la población pediátrica.

Resultados: Se analizan 322 VFC, el 68,6% presentan disfagia, siendo la más frecuente la orofaríngea (65%), con alteración de la eficacia y la seguridad (61,1%). La disfagia era más frecuente y grave en los pacientes con enfermedades neurológicas. Se reportan aspiraciones y/o penetraciones en 2/3 de los pacientes, siendo aproximadamente un 80% silentes sin tos. La mediana

[☆] Presentación previa en el XXIX Congreso de la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica. Córdoba, 20-22 abril de 2023.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: andresdomingob@gmail.com (A. Domingo Belanche).

del producto dosis / área fue de 9,2 cGy/cm² (RIQ: 5,1-15) y el tiempo de exposición de 123 s (RIQ: 85-167,3); siendo estos valores menores que los recomendados en las guías europeas de 2018 y otros estudios similares. Se observó una relación directa entre la dosis y el tiempo de exposición con la edad, grado de discapacidad, disfagia, puntuación en escala *Bolus Residue Scale* (BRS) y con la alteración en la eficacia y la seguridad.

Conclusiones: La dosis de radiación y el tiempo de exposición fueron menores que en estudios previos, probablemente por las mejoras en las técnicas utilizadas. Establecer unos niveles de referencia de radiación actualizados para la VFC en los niños debería ser un objetivo, para optimizar la exposición en un individuo con mayor radiosensibilidad. Con este estudio se pretende establecer un protocolo común de dosificación de radiación en la VFC pediátrica, para que los datos puedan ser más comparables y unificados.

© 2026 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Videofluoroscopy;
Radiation dose;
Diagnostic reference levels;
Dysphagia;
Swallowing disorders

Radiation and exposure time in videofluoroscopic swallow studies: a 7-year analysis

Abstract

Introduction: Videofluoroscopic swallow studies (VFSSs) are considered the gold standard for evaluating dysphagia. Since the technique involves ionizing radiation, reducing the radiation dose received by pediatric patients must be a priority. This requires the establishment of appropriate diagnostic reference levels.

Objectives: To evaluate and analyze the radiation dose and exposure time during VFSS in pediatric patients managed in a tertiary care center. Additionally, to determine the relationship between clinical variables and radiation exposure, and to compare the results with the European diagnostic reference levels.

Material and methods: We conducted a retrospective and descriptive study between 2015 and 2022. The dose-area product and fluoroscopy time were analyzed, along with clinical and epidemiological variables and their association with VFSS findings. We also compared the results to the European pediatric imaging diagnostic reference levels (PiDRL) for VFSS.

Results: A total of 322 VFSS were analyzed. Dysphagia was present in 68.6% of cases, and was most commonly oropharyngeal (65%), with combined impairment of swallowing efficiency and safety (61.1%). Dysphagia was more frequent and severe in patients with neurological disorders. Aspiration and/or penetration events were observed in two-thirds of the patients, with approximately 80% being silent (ie, without cough). The median dose-area product was 9.2 cGy/cm² (IQR, 5.1-15) and the median exposure time was 123 seconds (IQR, 85-167.3), both values below the thresholds recommended by the 2018 European guidelines and similar studies. We found a direct correlation of both radiation dose and exposure time to age, the degree of disability, the presence of dysphagia, the Bolus Residue Scale (BRS) score, and impairment of swallowing efficiency and safety.

Conclusions: The radiation dose and fluoroscopy time were lower than those reported in previous studies, probably due to technical improvements in the procedure. Establishing updated diagnostic reference levels for pediatric VFSS should be a priority in order to optimize radiation exposure in a population with greater radiosensitivity. This study also aims to contribute to the development of a standardized radiation protocol for pediatric VFSS to allow for more consistent and comparable data across centers.

© 2026 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La disfagia es la incapacidad para poder deglutir alimentos sólidos o líquidos, y se estima que afecta al 1% de la población pediátrica, pero su incidencia puede llegar al 80% en los niños con parálisis cerebral y otros trastornos del desarrollo¹.

En la edad pediátrica suele ser debida a un trastorno funcional, siendo la más frecuente la orofaríngea. Se relaciona con condiciones predisponentes como alteraciones neurológicas, enfermedades musculares, anomalías de la cavidad oral, la faringe y el esófago, la prematuridad, la privación de alimentos por vía oral por largos períodos y la enfermedad pulmonar crónica².

El diagnóstico de disfagia se realiza mediante una evaluación clínica y a través de técnicas instrumentales. Se recomienda la valoración de la ingesta y deglución por parte de un foniatra especializado^{3,4}. Tras ello, si se aprecian alteraciones, se indican técnicas diagnósticas, siendo la videofluoroscopia (VFC) el *gold standard* para la evaluación de la disfagia.

La VFC es un estudio radiológico dinámico de la deglución en la que se obtienen secuencias de perfil lateral mientras el paciente ingiere un contraste, a diferentes texturas y volúmenes. Permite la valoración de la eficacia y la seguridad de la deglución de cada paciente en tiempo real⁵. Asimismo, permite evaluar la eficacia de la terapia deglutoria utilizada en la corrección de la disfunción objetivada y adecuar el tratamiento terapéutico a la postura y/o utensilio recomendado⁶. En función de la gravedad de la disfagia observada durante la prueba se dan unas recomendaciones sobre su ingesta, además del apoyo rehabilitador logopédico.

Aunque la dosis de radiación recibida durante las VFC es relativamente baja, al utilizar radiación ionizante, y siendo los pacientes pediátricos más radiosensibles, la reducción de la dosis que reciben los pacientes debe ser una prioridad siguiendo el principio *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA)⁷.

Para tratar de optimizar la dosis siguiendo el principio ALARA, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) fomentó el uso de los niveles de referencia de diagnóstico (DRL), con el objetivo de evitar radiaciones excesivas que no aporten información clínica adicional⁷. Generalmente, los DRL se refieren al tercer cuartil (percentil 75) de la dosis registrada en los procedimientos, aunque se recomienda también usar como referencia la mediana. La recomendación es, siempre que estén disponibles, utilizar los DRL locales. Si no, utilizar los DRL nacionales⁸ y, por último, los DRL europeos si no se dispone de ninguno de los anteriores.

En los estudios fluoroscópicos no siempre está disponible el valor del *air kerma-area product* (P_{KA}), por lo que se puede utilizar el, «*dosis-area product*», producto dosis-área (DAP) como equivalente a P_{KA} . Dado que los términos radiológicos son complejos, se utilizarán en este estudio indistintamente los términos DAP, dosis de radiación o dosis recibida para referirse al DAP, que es el valor que realmente se obtiene mediante la realización de la VFC.

Los primeros niveles de referencia de diagnóstico europeos para los pacientes pediátricos (PiDRL, por sus siglas en inglés) fueron publicados en 2018, pero los estudios de VFC apenas contaban con un par de estudios aislados⁹. Además, actualmente tampoco se dispone de niveles de referencia nacionales para pacientes pediátricos, impidiendo la correcta optimización de la técnica y comparativa entre diferentes centros españoles.

Por todo ello, se decidió realizar un estudio cuyos objetivos fueron conocer los niveles de radiación y tiempo de exposición de los pacientes a los que se realizaba una VFC en un hospital terciario monográfico pediátrico para poder compararlos con los niveles de referencia de diagnóstico europeos, así como evaluar la relación entre los resultados de la prueba y las variables clínicas.

Material y métodos

Estudio retrospectivo descriptivo, revisando datos recogidos de la VFC realizadas en un centro de tercer nivel durante 7 años (de 2015 hasta 2022).

Las variables clínicas recogidas fueron: edad (también se agruparon por grupos de edad como recomiendan los PiDRL), afección de base, grado de afectación neurológica mediante escala *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS)¹⁰.

Los estudios se realizaron con un fluoroscopio marca Siemens modelo Iconos R200 serie 4501, que permite una vista radiográfica lateral. La escopia se utiliza a 50-56 kV, con 0,2-0,4 mA y a 12,5 imágenes por segundo. La distancia de exploración es de un metro. Se realiza la colimación por parte del enfermero del servicio de radiodiagnóstico, supervisado por un radiólogo. Las diferentes texturas se preparan con contraste hidrosoluble Visipaque®, que es insípido para una mejor aceptación del sabor. Mediante espesante (Resource Clear®), se consiguen las texturas néctar y puding, que, junto a la textura líquido, completan la variedad que se explora. Se realiza exploración a estas 3 texturas indicadas y a 3 volúmenes crecientes medidos en jeringa según edad (2-4-6 ml en menores de 3 años y 3-5-10 ml en mayores de dicha edad). Si un volumen no es seguro por aspiración, no se progresa a más volumen. De la misma manera ocurre con las texturas, si aspira a consistencia néctar no realizaremos la prueba a consistencia líquido por ser menos segura. En los menores de 4 meses se comenzaba con textura líquido y, en caso de aparecer disfagia, se exploraba textura néctar.

Para la realización de la prueba se permite la entrada en la sala para la administración de las diferentes texturas a uno o ambos cuidadores, así como juguetes o dispositivos electrónicos para crear un ambiente más relajado y que la técnica pueda ser más rápida.

Una vez realizada la VFC se determinaba: si había disfagia, la gravedad de la misma (leve: penetraciones o aspiraciones de escasa cantidad, < 10% del volumen ingerido; moderada: penetraciones o aspiraciones del 10 al 50% del volumen ingerido; grave: penetraciones o aspiraciones de más de la mitad del volumen ingerido) así como el tipo de disfagia (oral, faríngea, esofágica o combinaciones de ellas), tipo de alteración (eficacia, seguridad o ambas), aparición de aspiraciones (aspiración, penetración o ambas), tipo de aspiración (silentes, con tos o con tos y silentes), puntuación en escala BRS (que mide el residuo del bolo)¹¹, dosis de radiación (en cGy/cm²) y tiempo de radiación (en segundos).

El análisis estadístico se realizó utilizando el *software* SPSS® v26 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se analizó la normalidad de las variables mediante test de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. Se realizaron descriptivos de las variables cuantitativas con mediana y rango intercuartílico dado su no ajuste a normalidad, incluidos gráficos y tablas para la representación de los datos. Se realizó correlación de Pearson para comparación entre variables cuantitativas, Chi-cuadrado para comparación entre variables cualitativas y Kruskal-Wallis junto a test de Bonferroni para hallar diferencias entre grupos en comparaciones múltiples de variables cuantitativas y cualitativas. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

Tabla 1 Características clínicas de los pacientes sometidos a VFC (n = 322)

	N.º	Porcentaje
<i>Edad (meses, mediana, RIQ)</i>	48 (18,6-96)	
<i>Grupos de edad recomendados en PiDRL</i>		
0 y (< 1 mes)	6	1,9
1 y (un mes a 4 años)	159	49,4
5 y (4 a 10 años)	105	32,6
10 y (10 a 14 años)	45	14
15 y (14 a 18 años)	7	2,1
<i>Enfermedad de base</i>		
<i>Neurológica</i>	233	72,4
<i>GMFCS</i>		
I	46	14,3
II	39	12,1
III	55	17,1
IV	44	13,7
V	49	15,2
<i>Digestiva</i>	31	9,6
<i>Respiratoria</i>	58	18

GMFCS: *Gross Motor Function Classification System*; PiDRL: *European Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging*; RIQ: rango intercuartílico; VFC: videofluoroscopia.

Para la realización del estudio, se obtuvo el consentimiento informado de los padres. El presente estudio fue aprobado por el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 12/01/2022, Acta N.º 01/2022 (PI12/512).

Resultados

Se obtuvieron datos de 322 pacientes, de los cuales las características clínicas se describen con detalle en la [tabla 1](#), siendo destacable que más de 2/3 de los pacientes presentaban enfermedades neurológicas.

Se diagnosticó de disfagia a 221 pacientes (68,6%), clasificándose leve en 95 casos (43%), moderada en 86 (38,9%) y grave en 40 (18,1%). Desglosando los datos por fases deglutorias, 143 pacientes presentaban disfagia oral y faríngea combinadas (65%), 36 pacientes únicamente faríngea (16%), 13 solo oral (6%), 9 pacientes esofágica (4%), 3 faríngea y esofágica (1%) y 17 pacientes (8%) presentaban alteradas todas las fases deglutorias. Aparecieron aspiraciones y/o penetraciones en 179 pacientes (55,6%), siendo 45 aspiraciones (14%), 73 penetraciones (22,7%) y ambas en 61 pacientes (18,9%). Es destacable que la mayoría de aspiraciones eran silentes, que son aquellas que se producen sin aparición de tos ni atragantamiento clínico aparente y que solo se detectan mediante VFC (76 pacientes, 71,7% de las aspiraciones) siendo el 90,3% (n = 65) de estos, pacientes con enfermedades neurológicas.

La discapacidad neurológica se asociaba con mayor frecuencia a disfagia (81,5%) y además grave (el 90% de los pacientes con disfagia grave eran del grupo de enfermedades neurológicas) comparada con aquellos pacientes afectados de enfermedades digestivas o respiratorias, siendo las diferencias significativas ($p < 0,05$). Además, se demostró la asociación entre mayor grado de afectación neurológica según GMFCS, y aumento de aspiraciones, llegando al 75,5%

en el caso del grado V ([fig. 1](#)). Estas diferencias fueron significativas ($p < 0,05$).

En cuanto a las variables principales, la mediana del DAP fue de 9,2 cGy/cm² (rango intercuartílico [RIQ]: 5,1-15) y del tiempo de exposición de 123 s (RIQ: 85-167,3). Para comprobar si había correlación entre las variables cuantitativas (edad, tiempo y DAP), se realizó una correlación de Pearson. Se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre el tiempo de exposición y la dosis ($p < 0,05$ bilateral) con un coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,56$ y un coeficiente de determinación r^2 de 0,31; es decir, una correlación positiva media, aumentando la DAP en 0,09 cGy/cm² por cada segundo expuesto durante el procedimiento y siendo el 31% de la DAP debida al tiempo del procedimiento.

También se halló relación estadísticamente significativa entre la edad y el DAP ($p < 0,01$ bilateral), con un coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,3$ y un coeficiente de determinación r^2 de 0,09; es decir, una correlación positiva débil. Estos resultados indican que el 9% de la DAP es debida a la variable edad ([fig. 2](#)).

Se utilizó el test de Kruskal-Wallis con test *ad hoc* de Bonferroni para analizar la relación entre las variables principales y las secundarias. En cuanto a los grupos de edad, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en dosis recibida ($p < 0,05$, [fig. 3](#)), pero no en tiempo de exposición, aumentando la dosis conforme mayor era la edad. En concreto, se encontraron las diferencias entre los menores de un mes y el resto de grupos ($p < 0,05$), así como entre los de un mes a 4 años y el resto de grupos ($p < 0,05$). No hubo diferencias en la comparativa entre los demás grupos (pero en aquellos entre 4 a 10 años respecto a los de 14 a 18 años, $p = 0,051$).

En cuanto al análisis de las variables principales y el resto de variables, se resumen en la [tabla 2](#). Comenzando por el tipo de afección, se encontraron diferencias entre los afectados de enfermedades neurológicas respecto a aquellos pacientes con enfermedades respiratorias y digestivas ($p < 0,05$ tanto para DAP como para tiempo).

En el grado de afectación neurológica (mediante GMFCS), se encontraron diferencias tanto en tiempo como en dosis ($p < 0,05$), ya que ambos aumentan conforme aumenta el grado de afectación neurológica. Las diferencias concretas en tiempo fueron entre grado I y grado III, grado I y grado V ($p < 0,05$). Las diferencias de radiación entre grupos se encontraron entre grado I y grado III, grado I y grado IV, grados I y V, así como entre grado II y grado V ($p < 0,05$).

También se encontraron diferencias en cuanto a la gravedad de la disfagia y las variables principales ($p < 0,05$). En el tiempo, hubo diferencias entre los que no presentaban disfagia y aquellos que presentaban cualquier tipo de disfagia fuese leve, moderada o grave ($p < 0,05$), así como entre aquellos con disfagia leve y disfagia moderada ($p < 0,05$). En dosis, hubo diferencias entre los que no presentaban disfagia y aquellos que presentaban cualquier tipo de disfagia fuese leve, moderada o grave ($p < 0,05$), así como entre disfagia leve y disfagia moderada ($p < 0,05$).

Analizando el tipo de alteración, también se encontraron diferencias. En concreto, tanto en tiempo como en dosis entre aquellos que no mostraron alteraciones y los casos que presentaban alteración tanto de la eficacia como de la seguridad ($p < 0,05$), también se encontraron diferencias entre

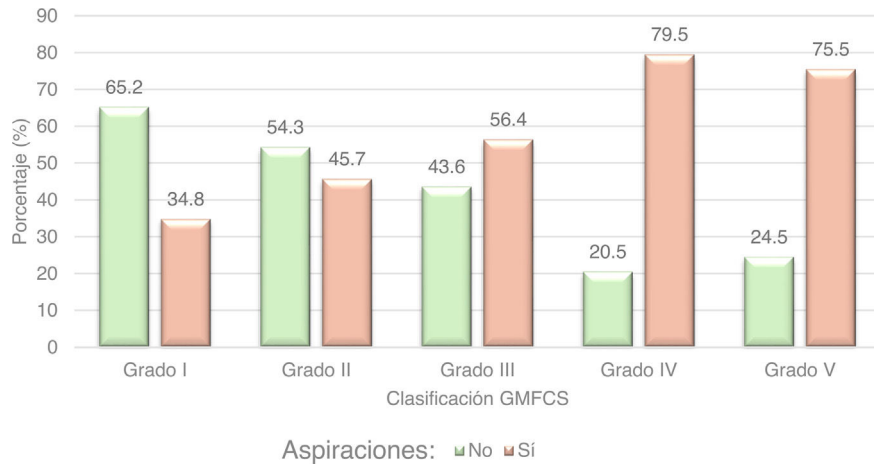


Figura 1 Porcentaje de pacientes que presentan aspiraciones, según clasificación GMFCS. GMFCS: *Gross Motor Function Classification System*.

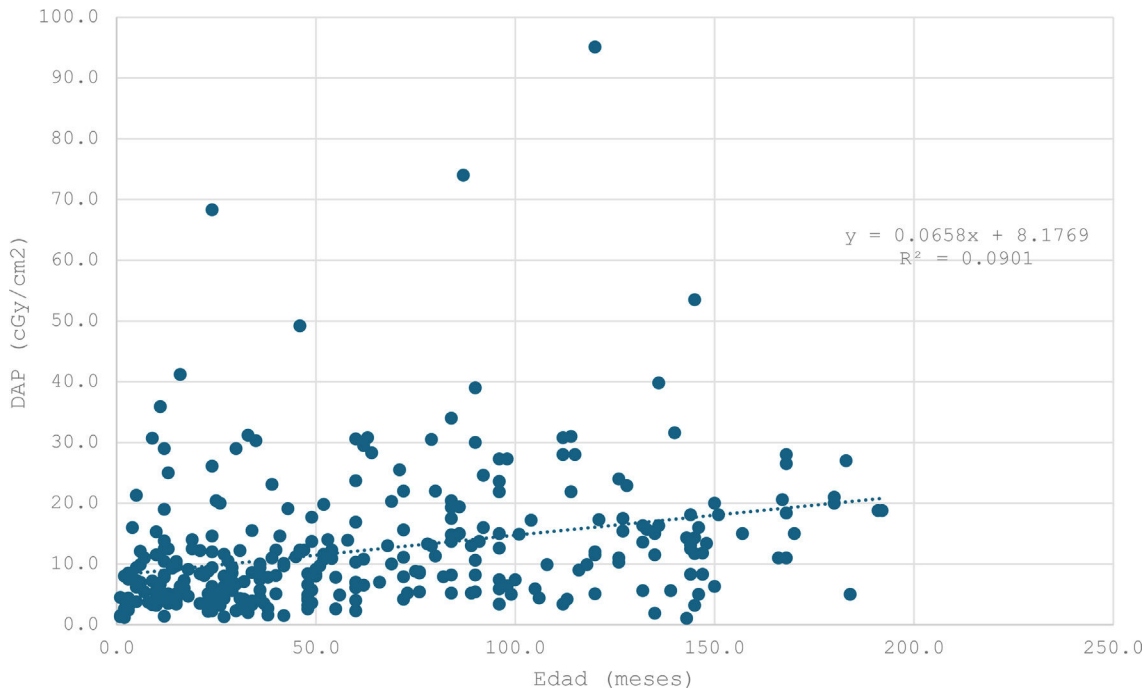


Figura 2 Gráfico de dispersión, nube de puntos y recta de regresión: relación entre DAP y edad. DAP: producto dosis área.

los que tenían alteraciones únicamente de la seguridad y aquellos que tenían alterada tanto la eficacia como la seguridad ($p < 0,05$). En cuanto a dosis, fue mayor en aquellos con alteración de eficacia y seguridad respecto a la alteración aislada de la eficacia. El tiempo fue mayor en aquellos que presentaban alteración de la eficacia respecto a ninguna alteración y también en aquellos que presentaban alteración aislada de la eficacia respecto a la afectación aislada de la seguridad. Todas estas diferencias fueron significativas ($p < 0,05$). No se encontraron diferencias entre el resto de grupos.

Cuando se analizan los resultados de las variables principales respecto a las puntuaciones obtenidas en la escala BRS, se encontraron diferencias siendo mayor la dosis y el tiempo conforme mayor era la puntuación. En concreto, se obtuvie-

ron diferencias significativas en DAP y tiempo de exposición entre aquellos con puntuación 0 respecto a los de puntuación 3, 4 y 6 ($p < 0,05$). No hubo diferencias entre el resto de grupos.

Discusión

Estudios recientes han reportado tasas de disfagia en los pacientes neurológicos que oscilan entre el 75 y el 85%, lo que coincide con los hallazgos del presente estudio¹². Asimismo, la incidencia de aspiraciones (55,6%) se aproxima a la descrita en la literatura (alrededor del 50%)^{2,13}. La asociación entre el grado de afectación neurológica (evaluado mediante GMFCS) y el incremento tanto en la severidad de la disfagia como en la frecuencia de aspiraciones ha

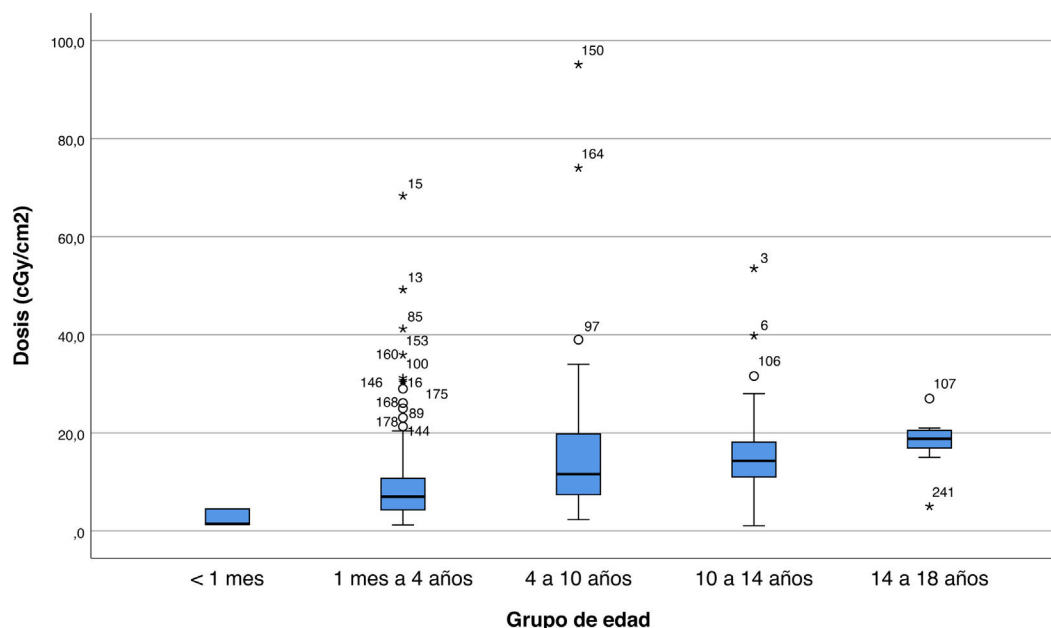


Figura 3 Valores de la mediana de DAP en función del grupo de edad. DAP: producto dosis-área.

Tabla 2 DAP y tiempo de exposición en función de características clínicas y hallazgos en la VFC (n = 322)

	n.º	Porcentaje	Tiempo, mediana (RIQ, en segundos)	DAP, mediana (RIQ, en cGy/cm ²)
Grupos de edad				
Sin grupos de edad	322	100	123 (85-167,3)	9,2 (5,1-15)
< 1 mes (0 y)	6	1,9	120 (87,6-166)	1,5 (1,3-4,5)
1 mes a 4 años (1 y)	159	49,4	129 (91-177)	7 (4,3-11)
4 a 10 años (5 y)	105	32,6	129 (91-177)	11,6 (7,2-20,1)
10 a 14 años (10 y)	45	14	128 (73,4-166,5)	14,3 (11-18,1)
14 a 18 años (15 y)	7	2,1	150 (95-191)	18,8 (15-21)
Tipo de afección				
Neurológica	233	72,4	133 (95,5-175,5)	11 (6-18,6)
Respiratoria	31	9,6	100 (66-141)	6,5 (3,4-9,4)
Digestiva	58	18	101 (63,9-153,5)	5,9 (3,9-12)
Grado de afectación neurológica (GMFCS)				
No afectados	89	27,6	98 (65-140)	6,2 (3,4-10,3)
I	46	14,3	112 (73-150,8)	6,3 (4,7-13)
II	39	12,1	133 (98-179)	8,8 (4,5-8,8)
III	55	17,1	141 (112-174)	12,5 (7-17,2)
IV	44	13,7	135 (82,3-188)	10,7 (7,1-19,9)
V	49	15,2	143 (98,5-205,4)	15,4 (8,3-25,3)
Gravedad				
No disfagia	101	31,4	100 (64,5-143)	6,3 (4,3-11,5)
Leve	95	29,5	120 (90-158)	8,4 (5,1-13,9)
Moderada	86	26,7	154,5 (104,3-191,2)	13,4 (7,4-20,5)
Grave	40	12,4	137,5 (85-169)	12,5 (7,4-17,1)
Alteración				
No disfagia	101	31,4	100 (64,5-143)	6,3 (4,3-11,5)
Eficacia	31	9,6	128 (98-167)	8,1 (5,4-12,5)
Seguridad	55	17,1	105 (77-153)	8,3 (4,4-13,4)
Ambas	135	41,9	147 (107-187)	12,6 (7,2-20,4)

DAP: producto dosis-área; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; RIQ: rango intercuartílico; VFC: videofluoroscopia.

Tabla 3 Comparativa de dosis y tiempo, total y por grupos de edad, entre el estudio actual y otros de la literatura y los DRL europeos

	DAP (cGy/cm ²)						Tiempo de exposición (s)					
	Total	0 y	1 y	5 y	10 y	15 y	Total	0 y	1 y	5 y	10 y	15 y
Estudio actual ^a (n = 322) ^b	15	4,5	11	20,1	18,1	21	167,3	109	166	177	166,5	191
Chau K et al. ²³ (n = 15) ^b	210						269,4					
Kim HM et al. ²⁴ (n = 15) ^b	371						145,2					
Hart D et al. ²⁵ (n = 514) ^b		56	115	101	240	317						
Recomendaciones NRPB 2002 ²⁵		80	150	130	270	460						
Horns M et al. ²¹ (n = 446) ^b		12,4	13	18,9								
Hart D et al. ²⁶ (n = 594) ^b		52,9	86,3	85,8	227,2	252,8						
Recomendaciones HPA 2007 ²⁶		40	120	130	290	350						
Weir K et al. ¹⁸ (n = 90) ^b	28,8	25,8	28,7	33			148,2	151,2	154,2	139,2		
Im H et al. ²⁰ (n = 290) ^b	578	515	537	601	817	578	161,4	151,8	150	171	208,2	
Hart D et al. ²⁷ (n = 190) ^b		27	31	88	147	279						
DRL europeo ^{a,9} . Basado en Hart D et al. (2012) ²⁷		20	40	50	180	300						

DAP: producto dosis-área; DRL: niveles de referencia de diagnóstico; HPA: *Health Protection Agency*. NRPB: *National Radiological Protection Board*.

^a Datos referidos a tercer cuartil.

^b Número de pacientes pediátricos.

sido consistentemente reportada en estudios recientes¹³⁻¹⁶. Los pacientes neurológicos presentan más frecuentemente disfgia y más grave, además se debe mencionar que en aquellos que presentan mayor afectación neurológica es más complicado conseguir colaboración, lo que aumenta el tiempo de exposición y, por tanto, la dosis recibida, hallazgo presente en múltiples estudios¹⁴⁻¹⁸.

También cabe destacar que, aunque parezca paradójico, era esperable que aquellos casos con disfgia moderada recibiesen mayores dosis y se necesitase más tiempo de exploración que en aquellos que presentaban disfgia grave. La explicación reside en que, en los casos graves, se finaliza antes la prueba al hallar alteraciones graves de la seguridad como aspiraciones con repercusión clínica, que impiden, dado el riesgo de la prueba, la exploración a texturas menos seguras, dando como resultado un menor tiempo y dosis que en los casos moderados¹⁸.

Los resultados obtenidos en el presente estudio se alinean con investigaciones similares que demuestran una relación directa entre el tiempo de exposición y el DAP, confirmando que una prolongación de la exploración incrementa la dosis de radiación ($r = 0,56$, $r^2 = 0,31$)¹⁷⁻²², lo cual refuerza la importancia de minimizar la duración de la exploración. Por otro lado, la relación débil pero significativa entre la edad y el DAP también reportada por Ko et al. (2019)²², puede deberse al aumento del área de exploración al aumentar el tamaño con la edad y al aumento de volúmenes y texturas a explorar en niños mayores. Otros estudios en los que se disponía del peso o superficie corporal también han encontrado una relación positiva entre dichas variables y el DAP¹⁹⁻²². De hecho, Weir et al. (2007)¹⁸ mostraron que la altura y, en concreto, la proporción de cabeza y cuello respecto a la altura total, están en relación con la dosis recibida.

Resulta de especial interés la comparativa del DAP con los DRL europeos pediátricos recomendados⁹ y otros estudios similares^{18,20,21,23-27}, ya que los valores obtenidos son signi-

ficativamente inferiores (tabla 3). No obstante, la ausencia de DRL nacionales, así como protocolos específicos para la realización de VFC pediátricas dificulta la comparación de datos con otros centros.

La utilización de una frecuencia de imagen reducida (12,5 f/s: imágenes por segundo) es uno de los cambios metodológicos más destacados en nuestro estudio. Esta modificación resulta en una reducción sustancial de la dosis, lo que es especialmente relevante en una población pediátrica, comparado con 30 f/s que se realiza en la mayoría de centros^{11,19,23}. Esto implica que la radiación es prácticamente un tercio en el mismo tiempo; pero, por contra, se dispone únicamente de un tercio de las imágenes que otros centros podrían visualizar. Bonilha et al. (2019)¹⁷ demostraron que la reducción de la tasa de imagen permite una disminución relevante de la dosis sin comprometer el diagnóstico, pese a la limitación en la cantidad de imágenes disponibles para análisis detallado. En nuestro centro, para evitar la pérdida de imágenes y facilitar la revisión, se realiza grabación de las imágenes. El debate sobre si en las VFC pediátricas se deberían mantener los 30 f/s, como las realizadas en los adultos, sigue candente, con centros que utilizan 15 f/s^{13,22,28}, y otros que se encuentran llevando a cabo estudios para intentar demostrar que utilizar 30 f/s tiene mayores beneficios para el paciente, teniendo en cuenta la radiación recibida²³.

La optimización del procedimiento, a través de estrategias como la adecuada colimación, es otro factor crucial para minimizar la dosis de radiación. La colimación consiste en disminuir la zona por la que es disparado el haz de radiación, por lo que, a cambio de conseguir un menor campo de visualización, se reduce el volumen de tejido irradiado²⁹. Hay que tratar de mantener un adecuado equilibrio entre una excesiva colimación y, por tanto, un campo demasiado reducido y una colimación escasa, en la que no se obtiene beneficio de un campo tan amplio y se aumentaría la dosis

de radiación innecesariamente. Otras técnicas que se utilizan en nuestro centro (ayuda de familiares, distracción, ambiente agradable) son parte imprescindible de la optimización del proceso.

También se ha estudiado la relación entre la experiencia de los técnicos de radiodiagnóstico y el radiólogo supervisor de la prueba, el tiempo de exposición y el DAP, encontrando menor dosis y tiempo de exposición contra más experiencia tenían en los centros^{30,31}. El hecho de que durante la VFC esté presente un radiólogo, implica en el presente estudio un mayor control sobre la dosis de radiación y tiempos de escopia, existiendo centros en los que la exploración la llevan a cabo otorrinolaringólogos o médicos rehabilitadores exclusivamente³².

En conclusión, la VFC continúa siendo el *gold standard* para la evaluación de la deglución, permitiendo una objetiva valoración de la misma. Optimizar el proceso, mediante la colimación, reducción de imágenes por segundo y la experiencia del centro, son puntos cruciales para reducir la dosis de radiación que reciben los pacientes. Dada la disparidad en cuanto a dosis de radiación en la literatura, sería conveniente implementar protocolos estandarizados para VFC pediátricas con el fin de disminuir la radiación que reciben los pacientes, hacer más comparables los datos e intentar disponer de niveles de referencia de diagnóstico a nivel nacional.

Financiación

Para la realización del presente estudio no se ha recibido financiación económica alguna.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Bhattacharyya N. The prevalence of pediatric voice and swallowing problems in the United States. *Laryngoscope*. 2015;125:746–50, <http://dx.doi.org/10.1002/lary.24931>.
- Kim JS, Han ZA, Song DH, Oh HM, Chung ME. Characteristics of Dysphagia in Children with Cerebral Palsy Related to Gross Motor Function. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013;92:912–9, <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e318296dd99>.
- DePippo KL, Holas MA, Reding MJ. Validation of the 3-oz Water Swallow Test for Aspiration Following Stroke. *Arch Neurol*. 1992;49:1259–61, <http://dx.doi.org/10.1001/archneur.1992.00530360057018>.
- Logemann JA. The role of the speech language pathologist in the management of dysphagia. *Otolaryngol Clin North Am*. 1988;21:783–8.
- Miller CK, Willging JP. Advances in the evaluation and management of pediatric dysphagia. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;11:442–6, <http://dx.doi.org/10.1097/00020840-200312000-00006>.
- Uhm KE, Yi SH, Chang HJ, Cheon HJ, Kwon JY. Videofluoroscopic swallowing study findings in full-term and preterm infants with Dysphagia. *Ann Rehabil Med*. 2013;37:175–82, <http://dx.doi.org/10.5535/ARM.201337.2.175>.
- Vañó E, Miller DL, Martin CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Refer-

- ence Levels in Medical Imaging. *Ann ICRP*. 2017;46:1–144, <http://dx.doi.org/10.1177/0146645317717209>.
- Ruiz-Cruces R, Cañete Hidalgo S, Manuel Pérez-Martínez M. Estimación de las dosis a las poblaciones en España como consecuencia del radiodiagnóstico médico. *Alfa*. 2015;28:12–9 [consultado 20 May 2025]. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/13557/Alfa+28>
- European Commission: Directorate-General for Energy, European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging. Publications Office. 2018, <http://dx.doi.org/10.2833/486256>.
- Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50:744–50, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x>.
- Rommel N, Borgers C, van Beckevoort D, Goeleven A, Dejaeger E, Omari TI. Bolus Residue Scale: An Easy-to-Use and Reliable Videofluoroscopic Analysis Tool to Score Bolus Residue in Patients with Dysphagia. *Int J Otolaryngol*. 2015;2015:780197, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/780197>.
- Weir KA, McMahon S, Taylor S, Chang AB. Oropharyngeal Aspiration and Silent Aspiration in Children. *Chest*. 2011;140:589–97, <http://dx.doi.org/10.1378/chest.10-1618>.
- Ortiz Pérez P, Valero Arredondo I, Torcuato Rubio E, Rosa López A, García-Herrera Taillifer P, Navas-López VM. Caracterización clínico-patológica de niños con disfagia, impacto familiar y calidad de vida de sus cuidadores. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2022;96:431–40, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2021.06.009>.
- Mirrett PL, Riski JE, Glascott J, Johnson V. Videofluoroscopic assessment of dysphagia in children with severe spastic cerebral palsy. *Dysphagia*. 1994;9:174–9, <http://dx.doi.org/10.1007/BF00341262>.
- Wright RER, Wright ER, Carson CA. Videofluoroscopic assessment in children with severe cerebral palsy presenting with dysphagia. *Pediatr Radiol*. 1996;26:720–2, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01383388>.
- Griggs CA, Jones PM, Lee RE. Videofluoroscopic Investigation Of Feeding Disorders Of Children With Multiple Handicap. *Dev Med Child Neurol*. 2008;31:303–8, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1989.tb03999.x>.
- Bonilha HS, Wilmskoetter J, Tipnis S, Horn J, Martin-Harris B, Huda W. Relationships Between Radiation Exposure Dose Time, and Projection in Videofluoroscopic Swallowing Studies. *Am J Speech Lang Pathol*. 2019;28:1053–9, <http://dx.doi.org/10.1044/2019-AJSLP-18-0271>.
- Weir KA, McMahon SM, Long G, Bunch JA, Pandeya N, Coakley KS, et al. Radiation doses to children during modified barium swallow studies. *Pediatr Radiol*. 2007;37:283–90, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-006-0397-6>.
- Zammit-Maempel I, Chapple CL, Leslie P. Radiation Dose in Videofluoroscopic Swallow Studies. *Dysphagia*. 2007;22:13–5, <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-006-9031-x>.
- Im HW, Kim SY, Oh BM, Han TR, Seo HG. Radiation Dose During Videofluoroscopic Swallowing Studies and Associated Factors in Pediatric Patients. *Dysphagia*. 2020;35:84–9, <http://dx.doi.org/10.1007/S00455-019-10006-Z>.
- Hiorns MP, Saini A, Marsden PJ. A review of current local dose-area product levels for paediatric fluoroscopy in a tertiary referral centre compared with national standards. Why are they so different? *Br J Radiol*. 2006;79:326–30, <http://dx.doi.org/10.1259/bjr/36530782>.
- Ko EJ, Sung IY, Choi KH, Kwon YG, Yoon J, Kim T. Radiation exposure during videofluoroscopic swallowing studies in young children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019;121:1–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.02.038>.

23. Chau KHT, Kung CMA. Patient Dose During Videofluoroscopy Swallowing Studies in a Hong Kong Public Hospital. *Dysphagia*. 2009;24:387–90, <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-009-9214-3>.
24. Kim HM, Choi KH, Kim TW. Patients' Radiation Dose During Videofluoroscopic Swallowing Studies According to Underlying Characteristics. *Dysphagia*. 2013;28:153–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-012-9424-y>.
25. Hart D, Hillier MC, Wall BF. Doses to Patients from Medical X-Ray Examinations in the UK - 2000 Review. 2002.
26. Hart D, Hillier MC, Wall BF. Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-Ray Imaging Procedures in the UK - 2005 Review. 2007.
27. Hart D, Hillier MC, Shirimpton PC. Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-Ray Imaging Procedures in the UK - 2010 Review. 2012.
28. Hiorns MP, Ryan MM. Current practice in paediatric videofluoroscopy. *Pediatr Radiol*. 2006;36:911–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-006-0124-3>.
29. Hernanz-Schulman M, Goske MJ, Bercha IH, Strauss KJ. Pause and Pulse: Ten Steps That Help Manage Radiation Dose During Pediatric Fluoroscopy. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;197:475–81, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.10.6122>.
30. Bibbo G, Balman D, Linke R. Diagnostic reference levels for common paediatric fluoroscopic examinations performed at a dedicated paediatric Australian hospital. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2016;60:469–74, <http://dx.doi.org/10.1111/1754-9485.12478>.
31. Hill F, Keane J, Flynn E, Gallagher R, Farrel E, Murphy M. Clinical Variables Influencing Screening Time During Videofluoroscopy. *Dysphagia*. 2014;29.
32. Lefton-Greif M, Arvedson J. Pediatric Feeding/Swallowing: Yesterday Today, and Tomorrow. *Semin Speech Lang*. 2016;37:298–309, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0036-1587702>.