



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Máster

DOSIS DE RADIACIÓN EN LOS ESTUDIOS DE
DEGLUCIÓN MEDIANTE
VIDEOFLUOROSCOPIAS DE UNA POBLACIÓN
INFANTIL

RADIATION DOSE IN VIDEOFLUOROSCOPIC SWALLOWING STUDIES OF A CHILD
POPULATION

Autor:

Andrés Domingo Belanche – 18456629A

Tutores:

Ruth García Romero – 25169727E

Gerardo Rodríguez Martínez – 25451399J

*Máster en Condicionantes Genéticos, Nutricionales y Ambientales del Crecimiento y el Desarrollo
(NUTRENVIGEN G+D Factors)*

Línea de investigación 4: Investigación clínica en pediatría

Hospital Universitario Miguel Servet

Zaragoza, Junio 2022



Facultad de Medicina
Universidad Zaragoza

INFORME DE EVALUACIÓN DEL DIRECTOR
TRABAJO FIN DE MÁSTER
ANEXO II

ALUMNO
Nombre y apellidos: ANDRÉS DOMINGO BELANCHE NIP: 679794

Titulación matriculada:
 M. U. en Iniciación a la investigación en medicina
 M. U. en Condicionantes genéticos, nutricionales y ambientales del crecimiento y desarrollo
 M. U. en Inmunología tumoral e inmunoterapia del cáncer

Título del trabajo:
DOSIS DE RADIACIÓN EN LOS ESTUDIOS DE DEGLUCIÓN MEDIANTE VIDEOFLUOROSCOPIAS DE UNA POBLACIÓN INFANTIL

Título del trabajo en inglés:
RADIATION DOSE IN VIDEOFLUOROSCOPIC SWALLOWING STUDIES OF A CHILD POPULATION

El título que aparezca el trabajo en actas será aquel con el que definitivamente se incorpore al repositorio "Deposita", al realizar el depósito del mismo

Informe: **Convocatoria:** Junio

EL trabajo cumple con los requisitos científicos y con la calidad en forma y contenido para ser presentado como Trabajo Fin de Máster. El alumno ha sido co-dirigido por los los Doctores Rodríguez y García adquiriendo las competencias planificadas para este periodo, colaborando en las labores de investigación al completo y aportando interacción hasta la consecución final del trabajo.

En Zaragoza, a 30/06/2022

GARCIA ROMERO RUT - DNI 25169727E Firmado digitalmente por GARCIA ROMERO RUT - DNI 25169727E Fecha: 2022.06.30 11:22:21 +02'00'

RODRIGUEZ MARTINEZ GERARDO - DNI 25451399J Firmado digitalmente por RODRIGUEZ MARTINEZ GERARDO - DNI 25451399J Fecha: 2022.06.30 11:22:21 +02'00'

RUTH GARCIA ROMERO (Nombre y apellidos Director/a 1)
Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública (Departamento Director/a 1)

GERARDO RODRIGUEZ MARTINEZ (Nombre y apellidos Director/a 2)
Microbiología, Pediatría, Radiología y Salud Pública (Departamento Director/a 2)

(Nombre y apellidos Director/a 3)
(Departamento Director/a 3)

Debe firmarse por todos los directores

ANDRÉS DOMINGO BELANCHE

RESUMEN

La disfagia se define como la incapacidad para poder deglutir alimentos sólidos o líquidos, clasificándose según la afectación en cada caso. Se estima una prevalencia en torno al 1% de los niños. Para su evaluación, la prueba diagnóstica considerada el “gold standard” es la videofluoroscopia (VFC). La VFC es una técnica radiológica dinámica que realiza secuencias de perfil lateral mientras el paciente ingiere un contraste a diferentes texturas y en distintos volúmenes, dependiendo de la edad del paciente. En función de la gravedad de la disfagia observada, se dan recomendaciones sobre la ingesta, desde apoyo logopédico hasta valorar la realización de gastrostomía. La VFC utiliza radiación ionizante, y dado que la población pediátrica tiene mayor radiosensibilidad, la reducción de la dosis que reciben los pacientes debe ser una prioridad. Mediante un estudio retrospectivo descriptivo se pretenden conocer la dosis de radiación, el tiempo de exposición y otras variables clínicas de los pacientes pediátricos de un hospital terciario sometidos a una VFC. Se obtuvo un tiempo de exposición medio de 131,3 ($\pm 7,1$) segundos, y una media de producto dosis-área de 12,2 ($\pm 1,2$) cGy/cm². Se encontraron asociaciones entre dosis recibida, tiempo de exposición y edad, variando tanto la dosis como el tiempo en función del grupo de edad, patología de base, grado de afectación neurológica, gravedad y tipo de alteración de la disfagia. No existe consenso sobre las dosis de radiación adecuadas en VFC en la edad pediátrica, por lo que este trabajo podría servir como base para conocer los niveles de referencia de diagnóstico locales para videofluoroscopias en niños.

ABSTRACT

Dysphagia is defined as the inability to swallow solid or liquid food, classified according to the affectation in each case. A prevalence of around 1% of children is estimated. For its evaluation, the diagnostic test considered the gold standard is the videofluoroscopy (VFC). VFC is a dynamic radiological technique that performs lateral profile sequences while the patient ingests contrast at different textures and in different volumes, depending on patient's age. Depending on the severity of the observed dysphagia, recommendations are given on intake, from speech therapy support to assessing the performance of a gastrostomy. VFC uses ionizing radiation, and since the pediatric population is more radiosensitive, reducing the dose received by patients should be a priority. Through a descriptive retrospective study, we intend to know the radiation dose, exposure time and other clinical variables of pediatric patients of a tertiary hospital undergoing VFC. A mean exposure time of 131.3 (± 7.1) seconds was obtained, and a mean dose-area product of 12.2 (± 1.2) cGy/cm². Associations were found between the dose received, exposure time and age, varying both the dose and the time depending on the age group, underlying pathology, degree of neurological involvement, severity and type of dysphagia alteration. There is no consensus on the adequate radiation doses in VFC in the pediatric age, so this work could serve as a basis for knowing the local diagnostic reference levels for videofluoroscopy studies in children.

PALABRAS CLAVE

Videofluoroscopia, dosis radiación, tiempo exposición, disfagia, pediatría.

KEY WORDS

Videofluoroscopic studies, radiation dose, exposition time, dysphagia, pediatrics.

ABREVIATURAS

ALARA - *As Low As Reasonably Achievable*

AP - Anteroposterior

CEIC – Comité de Ética e Investigación Clínica

DAP - Producto dosis-área

DLP - Producto dosis-longitud

DRL - Niveles de referencia de diagnóstico

f/s - Imágenes por segundo (f/s)

GMFCS - *Gross Motor Function Classification System*

HPA - *Health Protection Agency*

ICRP - Comisión Internacional de Protección Radiológica

kg - Kilogramo

kV - Kilovoltaje

mA – Miliamperios

máx. – máximo

mín. - mínimo

ml – Mililitros

mSv - milisievert

NRPB - *National Radiological Protection Board*

PA - Posteroanterior

P_{ka} - *Air kerma-area product*

VFC - Videofluoroscopia

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 FISIOPATOLOGÍA DE LA DISFAGIA.....	1
1.2 ETIOLOGÍA.....	3
1.3 CONSECUENCIAS.....	4
1.4 DIAGNÓSTICO.....	4
1.5 VALORACIÓN DE RADIOPROTECCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	9
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
4.1 METODOLOGÍA.....	10
5. RESULTADOS.....	13
6. DISCUSIÓN.....	23
7. LIIMITACIONES.....	27
8. CONCLUSIONES.....	28
9. PERSPECTIVAS DE FUTURO.....	28
10. Agradecimientos.....	29
11. Bibliografía.....	30
ANEXOS.....	35
ANEXO 1. ESCALA GMFCS.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Se define como disfagia a la incapacidad poder deglutir alimentos sólidos o líquidos, clasificándose en diferentes grados dependiendo de la afectación de cada caso, llegando incluso a la incapacidad total de alimentación por vía oral teniendo que recurrir a diferentes vías alternativas para su adecuada alimentación (1).

La disfagia está incluida en el grupo de trastornos de la alimentación, los cuales están presentes en cerca del 25% de los niños (2). Se relaciona con condiciones predisponentes como alteraciones neurológicas, enfermedades musculares, anomalías de la cavidad oral, la faringe y el esófago, prematuridad, privación de alimentos por vía oral por largos períodos y enfermedad pulmonar crónica (3).

En los niños predomina la disfagia mixta, es decir, la debida a trastornos anatómicos, funcionales, del desarrollo y socioambientales (4).

La incidencia puede llegar a 80% en niños con parálisis cerebral y otros trastornos del desarrollo (3), y tener complicaciones como el fallo en el medro, infecciones respiratorias a repetición, desnutrición, trastornos inmunológicos, enfermedades crónicas e incluso la muerte (1).

La prevalencia de trastornos de la alimentación en la edad pediátrica se estima en el 25%, esta incidencia está aumentando progresivamente debido al incremento en el porcentaje de partos prematuros y a la supervivencia de niños con parálisis cerebral, dos de las situaciones donde la disfagia es especialmente prevalente (5).

1.1 FISIOPATOLOGÍA DE LA DISFAGIA

Para comprender correctamente los mecanismos de disfagia, es necesario conocer cómo se desarrolla la deglución. En el periodo embrionario, se forma anatómicamente la región orofaríngea a partir del endodermo, separándose posteriormente el esófago de la tráquea, para prevenir las posibles aspiraciones de líquido amniótico en el futuro (6). Progresivamente, se continúan formando el resto de tejidos necesarios para realizar la deglución (7).

En el periodo posnatal, se desarrollan las habilidades deglutorias, sobre todo las motoras orales mediante la succión y el reflejo de succión, coordinándose con la respiración y los movimientos linguales (8). Así pues, es el inicio del proceso de la futura masticación.

Las diferencias anatómicas en el proceso de deglución entre adultos y niños son considerables, ya que los niños presentan una boca más pequeña, sin dientes en sus primeros meses, una lengua proporcionalmente más grande y una laringe en posición más alta en la zona cervical y abierta a la nasofaringe (9).

La deglución es un proceso complejo que requiere la coordinación de los nervios craneales, del tronco cerebral, de la corteza cerebral y de 26 músculos de la boca, faringe y esófago (7). Tiene como función la ingestión y el transporte de los nutrientes por el tracto digestivo, además de proteger la vía aérea superior.

Los principales pares craneales involucrados en la deglución son el nervio trigémino (V, motor y sensitivo), el facial (VII, motor y sensitivo), el glossofaríngeo (IX, motor y sensitivo), el vago (X, motor y sensitivo) y el hipogloso (XII, únicamente motor) (7). Estos nervios canalizan las sensaciones y movimientos relacionados con la deglución. Cualquier anomalía que afecte a estos nervios, a la corteza cerebral o cerebelo, puede repercutir negativamente en la capacidad de deglutir. Cabe destacar que la mielinización de estos nervios se produce entre las semanas 20-24 de gestación (10).

El acto de deglutir se produce en tres fases: oral, faríngea y esofágica. Por lo tanto, los trastornos de la deglución pueden presentarse en cualquiera de estas etapas y se manifiestan clínicamente como disfagia. En la fase oral preparatoria, se prepara el bolo alimenticio o el líquido, ya sea mediante masticación o succión, respectivamente. En la fase oral de transporte, el bolo o líquido se desplaza a la parte posterior de la cavidad oral, iniciando así la fase faríngea en la que los músculos faríngeos se contraen para desplazar el bolo, posteriormente se relaja el esfínter esofágico superior y se inicia la fase esofágica, en la que mediante el peristaltismo esofágico se transporta el bolo hasta el estómago, previa relajación del esfínter esofágico inferior (7).

La deglución consta de una parte voluntaria (fase oral e inicio de faríngea) y otra involuntaria (adecuado funcionamiento de los reflejos, resto de fase faríngea y fase esofágica). Sin embargo, esto no ocurre desde el nacimiento, ya que en neonatos toda la deglución es involuntaria y mediada por reflejos, pero a medida que se crece se va adquiriendo la capacidad de controlar la parte voluntaria (11).

El transporte normal del bolo ingerido a través del conducto deglutorio depende del tamaño del bolo ingerido, el diámetro de la luz del pasaje de la deglución, la contracción peristáltica y la inhibición deglutoria, que comprende la relajación normal de los esfínteres esofágicos superior e inferior durante la deglución (12).

La disfagia se define como la dificultad para deglutir alimentos sólidos o líquidos, pudiendo afectar en diferentes grados dependiendo de la enfermedad del paciente. En la edad pediátrica suele ser debida a un trastorno funcional, por alteración de los mecanismos motores de la deglución en niños con discapacidad neurológica (12,13). Se estima una prevalencia del 1% de los niños (2).

Se debe sospechar disfagia si en la ingesta aparece: babeo excesivo o expulsión de comida de la cavidad oral, duración excesiva de las comidas (más de 45 minutos), aumento de esfuerzo

respiratorio o fatiga, respiración ruidosa (14), signos de aspiración (tos, atragantamientos), sensibilidad oral o perioral de contacto aumentada, rechazo de comida o intolerancia a ciertas texturas. También sospechar en los casos de infecciones de repetición (15).

La disfagia ocasionada por estrechamiento de la luz se denomina disfagia mecánica o estructural, mientras que la disfagia debida a falta de coordinación, a debilidad de las contracciones peristálticas o a una inhibición deglutoria alterada, se denomina disfagia neurógena o funcional.

La disfagia mecánica se relaciona con alteraciones anatómicas cráneo-faciales que pueden impedir un correcto paso del bolo alimenticio, ocurriendo generalmente con alimentos sólidos. Sin embargo en la población pediátrica es mucho más frecuente la disfagia funcional por inmadurez o alteraciones neurológicas (16), ocurriendo de manera más frecuente con líquidos. La regurgitación nasal, la necesidad de múltiples degluciones para un bolo pequeño (fraccionamiento) y una historia de infecciones respiratorias repetitivas también orienta a una disfagia neurógena.

Los niños con lesiones cerebrales y disfagia tienen dificultad para controlar la lengua y para manipular el bolo alimenticio, y presentan problemas para mover la comida desde la boca hasta la faringe retrasando el acto de tragar en la faringe (17). Un retraso o una falta del inicio de la deglución incrementarán el riesgo de aspiración por desprotección de las vías respiratorias (16).

La presencia de atragantamientos, tos o voz húmeda sugieren una aspiración, aunque en pacientes neurológicos, hasta el 40% de aspiraciones son silentes y no se acompañan de tos (18). La sensación de residuo en la faringe orienta a una hipomotilidad faríngea frecuente en enfermedades neurológicas.

El aumento del tiempo en cada ingesta y la pérdida de peso reciente indican una disminución de la eficacia de la deglución y la posibilidad de malnutrición. El estado nutricional puede evaluarse clínicamente de forma precisa mediante una adecuada historia clínica y un mínima exploración física (19).

1.2 ETIOLOGÍA

Las causas de los trastornos deglutorios y de la disfagia en pacientes pediátricos suelen ser múltiples, pudiendo afectar a una o varias de las tres fases de la deglución. Estos trastornos se pueden presentar incluso desde el nacimiento, pudiendo llegar a condicionar una incapacidad total de alimentación por vía oral, teniendo que recurrir a otras vías alternativas para asegurar una adecuada nutrición: fórmulas enterales artificiales, sondas nasogástricas o gastrostomías (15).

A destacar como causas más frecuentes (Figura 1): la prematuridad en periodo neonatal, el daño cerebral adquirido, discapacidad neurológica, enfermedades neuromusculares y metabólicas, alteraciones anatómicas congénitas o adquiridas, incoordinación velo-palatina o inadecuada respuesta refleja (20,21).



Figura 1. Algunas causas de disfagia en pediatría. Elaboración propia a partir de (15, 20, 21).

1.3 CONSECUENCIAS

La disfagia ocasiona dificultad para alimentación por vía oral y por tanto menor ingesta calórica e hídrica, pudiendo desembocar en desnutrición y/o deshidratación. Las aspiraciones pueden provocar infecciones de repetición y alteraciones pulmonares crónicas (22). Todo ello puede desembocar en la necesidad de realizar la nutrición por otras vías, como puede ser la gastrostomía.

1.4 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de disfagia se realiza mediante una evaluación clínica y a través de técnicas instrumentales. Las observaciones de la ingesta se basan en parámetros objetivos como la saturación de oxígeno, pero también en otros subjetivos interobservador, recomendándose valoración de la ingesta y deglución por parte de un foniatra especializado (23,24). Tras ello, si se aprecian alteraciones, se indican técnicas diagnósticas que sean capaces de definir con precisión qué fase deglutoria es la afectada y cuál es la gravedad de la afectación.

El paciente disfágico debe de ser evaluado y diagnosticado no sólo con los instrumentos clásicos de la historia y exploración clínica, sino además con la realización de la videofluoroscopia (VFC), que es el “gold estándar” del estudio de la disfagia (20), obteniendo así el mejor diagnóstico para proceder a una correcta intervención y rehabilitación. La videofluoroscopia orofaríngea es un estudio radiológico dinámico de la deglución en la que se obtienen secuencias de perfil lateral mientras el paciente ingiere un contraste. Permite conocer con exactitud las peculiaridades anatómicas y fisiológicas de cada paciente, permitiendo la valoración de cada paciente en tiempo real durante la deglución (25). Así mismo, 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 recomendado (26).

El procedimiento es rápido y sencillo, en el que es muy importante tener en cuenta la edad del paciente, el alimento propio de su edad y las características de su deglución. Se administrará al paciente contraste hidrosoluble a diferentes texturas y en distintos volúmenes, dependiendo de la edad del paciente: líquido, néctar, puding (papilla) e incluso alimento sólido (galleta baritada). Se recomienda que los lactantes inicien la prueba con textura líquido, variando los volúmenes mediante tetinas de diferentes tamaños (27).

La posición del paciente durante la VFC depende de la edad, el tamaño y la patología de base. En los niños hasta 3 años se puede utilizar su propia sillita o carro, que se acoplará al equipamiento de la sala. Cuando el niño es mayor, es suficiente con que se siente en la zona del campo radiológico. Sea de una forma u otra, el paciente tiene que posicionarse de manera perpendicular a la escopia, de manera que se puedan visualizar lateralmente la cavidad orofaríngea, la laringe y la zona esofágica superior; siendo los labios, la cavidad nasal, la columna cervical y la zona faringo-esofágica los límites del campo anterior, superior, posterior e inferior, respectivamente (28). La proyección antero-posterior no se suele utilizar, ya que básicamente sirve para detectar asimetrías laterales (29).

Para un adecuado desarrollo de la prueba, es recomendable explicar previamente en qué consiste la prueba y cómo se realiza, para una adecuada cooperación también se recomienda traer algunas de las comidas favoritas del paciente que se mezclarán con el contraste, utilizar los utensilios que usen en casa adecuados a la edad del paciente, incluso la silla que utilicen en domicilio durante las comidas (27).

En cuanto a la sala donde se lleve a cabo, se recomienda un entorno agradable, con distractores (juguetes, pegatinas, televisor) y que pueda entrar un familiar a acompañar al paciente (20).

La VFC evalúa la seguridad y la eficacia de la deglución, así como los signos de alteración en las tres fases deglutorias. Se observan los signos en las distintas etapas deglutorias: sello labial, formación del bolo, sello palatogloso, propulsión, aspiración a vía aérea y residuos en glotis. También es capaz de detectar las penetraciones (parte del bolo entra en zona laríngea hasta el nivel de las cuerdas vocales verdaderas, pero no las cruza) y aspiraciones silentes (parte del bolo atraviesa las cuerdas vocales antes, durante o después de la deglución en ausencia de tos o signos clínicos apreciables) (30). A veces, los pacientes presentan mucha alteración en las primeras degluciones que va mejorando en las siguientes, otros, en cambio, realizan de manera adecuada las primeras degluciones y posteriormente empeoran. Por ello, es importante examinar varias degluciones y combinar distintos volúmenes y texturas (31). Si aparecieran aspiraciones severas, descenso de la saturación o signos clínicos de atragantamiento que no mejoren con cambio de postura, se debe detener la prueba inmediatamente (20).

En función de la gravedad de la disfagia observada durante la prueba se dan unas recomendaciones sobre su ingesta, además del apoyo rehabilitador logopédico. Si las alteraciones son más graves y no es segura la vía oral, se valora en estos casos la realización de una gastrostomía (26).

Como contraindicaciones cabe destacar: alergia al bario o contrastes yodados, pacientes que nunca han sido alimentados por vía oral, que no se consiga una adecuada postura para realizar la deglución o pacientes inestables (32,33).

1.5 VALORACIÓN DE RADIOPROTECCIÓN

La configuración de la escopia para las VFC depende de la edad, altura y peso de cada paciente. Para los paciente entre los 6 meses y 5 años, se recomiendan 58-60 kilovoltios (kV) y 1-1,1 miliamperios (mA), mientras que para pacientes de 10 años, se utilizarían 62 kV y 1,5mA (20,34). En cuanto a las imágenes por segundo, en muchos centros se utilizan 30 por segundo (f/s) para poder detectar rápidamente las aspiraciones y los movimientos del bolo (29,35).

Aunque la dosis recibida durante las VFC es relativamente baja, se debe seguir el principio “*As Low As Reasonably Achievable*” (ALARA) (36), sobre todo en población pediátrica ya que la radiación ionizante que se utiliza en muchos procedimientos radiológicos puede dañar el material genético de las células mediante la producción de radicales libres, aumentando el riesgo de padecer cáncer y otras enfermedades (37). Además, la población pediátrica tiene una mayor radiosensibilidad, siendo estos riesgos aún mayores (38). Por ello, tratar de reducir la radiación que reciben los pacientes mediante la adecuación de las técnicas diagnósticas, así como las medidas que puedan reducir la radiación recibida por los pacientes deben ser una prioridad (39).

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 adicional (36). No se trata de niveles límite de dosis ni restricciones, sino de elementos que permitan identificar niveles excesivos para poder optimizar el proceso, ya que cada dosis individual se debe contextualizar en función de la indicación de la prueba y calidad de imagen necesaria en cada caso.

Dichos DRL se han ido implementando progresivamente a nivel europeo (40), nacional (41) e incluso local, aunque, hasta ahora, con escasa información sobre los procedimientos radiológicos pediátricos. Cabe destacar que sí se han definido los grupos de edad y/o peso en los que agrupar a los pacientes para determinar los DRL: <5 kg y <1 mes se agrupa con la etiqueta 0 (0y, year, año), de 5 a 15kg y 1 mes hasta 4 años se agrupa como 1, de 15 a 30kg y 4 a 10 años como 5, de 30 a 50kg y 10 a 14 años como 10 y, por último, de 50 a 80kg y 14 a 18 años como 15 (36). Siempre que sea posible, se recomienda utilizar el peso como valor de agrupación para los DRL.

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 si está disponible. La muestra mínima para poder constituir un DRL es de 10 pacientes por grupo de edad y/o peso en procedimientos frecuentes (como las radiografías de tórax) y de 20 pacientes por grupo en aquellas pruebas menos frecuentes (como la VFC) (36,40).

La recomendación es, siempre que estén disponibles, utilizar los DRL locales. Si no se dispone de ellos, utilizar los DRL nacionales (41) y, por último, los DRL europeos si no se dispone de ninguno de los anteriores. Hay que tener en cuenta las posibles desactualizaciones entre unos y otros, intentando utilizar aquellos que permitan optimizar la dosis y rendimiento de cada procedimiento (40).

Tanto para las radiografías como para los estudios fluoroscópicos, se recomienda utilizar como medida primaria de DRL el “*air kerma-area product*” (P_{KA}), que tiene en cuenta el área de exposición a radiación, la cantidad de radiación y el número de imágenes y tiempo de exposición. No obstante, dado que en estudios fluoroscópicos no siempre está disponible, se puede utilizar el, “*dosis-area product*”, producto dosis-área (DAP) como equivalente a P_{KA} . Dado que los términos radiológicos son complejos, de ahora en adelante en este documento se utilizarán indistintamente los términos producto dosis-área, DAP, dosis de radiación o dosis recibida para referirse al producto dosis-área, que es el que realmente se obtiene mediante la realización de la videofluoroscopia.

La dosis que se recibe durante la realización de una radiografía de tórax anteroposterior se suele utilizar como referencia para compararla con otras pruebas radiológicas. En pacientes pediátricos, dicha dosis varía en función de la edad y/o peso, pero basándonos en los DRL europeos y españoles (41), se obtienen los siguientes valores de referencia (Tabla 1).

Como se puede apreciar, hay muy pocos estudios a nivel europeo que indiquen los DRL de estudios de VFC, por lo que es difícil comparar los procedimientos de cada centro. De hecho, no hay DRL europeos recomendados por la falta de estudios al respecto, sino únicamente estudios nacionales aislados en Reino Unido e Irlanda (40).

Procedimiento	Grupo de edad / peso	DRL europeo (P _{KA} , en cGy/cm ²)	DRL español (DAP, en cGy/cm ²)	DRL Reino Unido (P _{KA} , en cGy/cm ²)	DRL Irlanda (P _{KA} , en cGy/cm ²)
Radiografía de tórax AP/PA	< 5kg (< 1 año)	1,5	4		
	5-15 kg (1-5 años)	2,2	5		
	15-30 kg (6- 10 años)	5	8,5		
	30-50 kg (11-15 años)	7	8,5		
	50-80 kg	8,7	10		
TC craneal	0-3 meses	30* <i>*DLP (en cGy/cm)</i>	25*		
	3 meses – 1 año	38,5*	34*		
	1 – 6 años	50,5*	45*		
	Más de 6 años	65*	65*		
Estudios de deglución con bario	<1 año			20	80
	1 año			40	160
	5 años			50	130
	10 años			180	270
	15 años			300	460

Tabla 1. DRL europeos y de algunos países. Elaboración propia a partir de (37). AP: anteroposterior. DAP: producto dosis-área. DLP: producto dosis-longitud. DRL: niveles de referencia de diagnóstico. PA: posteroanterior. P_{ka}: air kerma-area product. TC: tomografía computerizada.

2. JUSTIFICACIÓN

Las consecuencias de los trastornos deglutorios pueden ser diversas y pueden llegar a afectar gravemente la salud: desnutrición, por la incapacidad de poder ingerir la cantidad del alimento adecuado a la edad; deshidratación, por la incapacidad de ingerir los líquidos adecuadamente; problemas respiratorios como neumonías de repetición o enfermedades pulmonares crónicas, debido a aspiraciones por atragantamiento con la comida o los líquidos, pudiendo repercutir seriamente su salud. Existe un alto porcentaje de niños que dependiendo de su patología o por diversas causas presentan trastornos deglutorios los cuales están sin diagnosticar y sin rehabilitar ni con adecuado tratamiento, influyendo gravemente en la salud y en su calidad de vida (26).

Antes de llegar a medidas más cruentas y menos fisiológicas de alimentación existe la posibilidad de hacer un adecuado estudio de la deglución mediante la prueba complementaria “patrón oro” para su evaluación: la VFC (20). Este estudio permite conocer el tipo de trastorno deglutorio, a qué textura y volumen se produce la disfagia y obtener información sobre qué tipo de tratamiento es el más adecuado para cada paciente, ya sea mediante adaptación de dieta, y/o rehabilitación logopédica, así como saber si es segura o no la vía oral. También permite evaluar la eficacia de la terapia deglutoria utilizada en la corrección de la disfunción objetivada al repetir la prueba tras la terapia indicada (42).

En este estudio que se presenta, los pacientes habían sido valoradas inicialmente por un pediatra especialista en gastroenterología y por una logopeda especialista en disfagia infantil, y en los casos que se sospechó disfagia orofaríngea se realizó una evaluación mediante VFC, con el objetivo de valorar qué consistencia y volumen es el más adecuado para paciente, así como el riesgo aspirativo que presenta cada uno.

Dado que la VFC es un estudio radiológico sobre el cual hay poca literatura en cuanto a dosis y tiempo de exposición, decidimos como objetivo principal conocer cuáles eran las dosis en nuestro centro para así poder compararlas con las disponibles, con el fin de poder optimizar el procedimiento y tratar de identificar los factores que sean más influyentes en ellas.

3. OBJETIVOS

Evaluar y analizar la dosis-radiación y el tiempo de radiación durante la realización de videofluoroscopias en pacientes pediátricos de un centro de tercer nivel (variables principales).

Asimismo, como objetivos específicos, se pretende conocer la relación entre las variables clínicas (variables secundarias) y el riesgo de exposición a la radiación, así como describir los factores ambientales que condicionan las variables de dosis y tiempo de radiación.

Comparar las dosis de radiación de los pacientes con los niveles de referencia de diagnóstico sobre videofluoroscopias para poblaciones pediátricas.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio retrospectivo descriptivo, revisando los datos recogidos de las videofluoroscopias realizadas en un centro de tercer nivel durante aproximadamente 7 años (desde 2013 hasta 2020).

Criterios de inclusión: todos aquellos pacientes pediátricos que se han realizado una videofluoroscopia en dicho centro.

Criterios de exclusión: aquellos en los que no se pudiese disponer de los datos de dosis-radiación o tiempo de exposición de su prueba.

Este trabajo fue aprobado por el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 12/01/2022, Acta N° 01/2022 (PI12/512).

4.1 METODOLOGÍA

Los datos de cada paciente se obtuvieron en el momento de la realización de la videofluoroscopia, por lo que únicamente se refieren a ese momento puntual. Las variables recogidas fueron: edad (en meses), patología de base (neurológica, digestiva, respiratoria), grado de afectación neurológica (de I a V, mediante escala Gross Motor Function Classification System (GMFCS, Anexo 1) (43).

Los estudios se realizaron con un dispositivo Siemens Icons 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 (Figura 2). Se realiza la colimación por parte del enfermero del Servicio de Radiodiagnóstico, supervisado por un radiólogo.

En la sala de control se encuentra la pantalla de visualización de imágenes, un radiólogo que supervisa la prueba, un técnico del Servicio de Radiodiagnóstico y un gastroenterólogo pediátrico, que valora los resultados junto con el radiólogo. Tras una pantalla transparente, se encuentra la sala de procedimientos, en la que se dispone de un enfermero del Servicio de Radiodiagnóstico que revisa el procedimiento y ayuda a la administración de alimentos.



Figura 2. Dispositivo de fluoroscopia y sala de procedimientos. Cortesía de la Dra. García Romero.

Los alimentos se preparan con contraste Visipaque[®], ya que los pacientes presentan una tolerancia al mismo mucho mayor que a los contrastes de bario o de Gastrografín[®]. Además, es un contraste iodado no iónico, dimérico, iso-osmolar (44), por lo que aunque ocurriese una aspiración grave, se evita el riesgo de neumonitis química que sí puede ocurrir con otros contrastes (45).

Mediante espesante (Resource Clear[®]), se consiguen las texturas néctar y púding, que junto a la textura líquido, completan la variedad que se explora (Figura 3). Se realiza exploración a estas tres texturas indicadas y a tres volúmenes crecientes según edad. Cada textura se explora a tres volúmenes, 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 niños por debajo de 3 años se realiza con volúmenes de 2-4-6 ml progresivamente por toma, a las diferentes texturas y en mayores a 3-5-10ml. En lactantes menores de 4-6 meses que únicamente toman leche, se realiza mediante biberón. Si se requiere, se pueden administrar alimentos sólidos a los que se añade contraste.



Figura 3. Distintas texturas y volúmenes preparados previos a la administración.
Cortesía de la Dra. García Romero.

Los pacientes se colocan en su silla si se dispone de ella, con sistemas de sujeción y acompañados de uno o dos familiares si es posible. Éste se puede encargar de administrar el alimento con sus utensilios habituales de domicilio (biberón, cucharita), para conseguir una mayor colaboración. En la sala de exploraciones se dispone de juguetes, pero se recomienda traer alguno del paciente así como una Tablet o dispositivos similares para distraer al paciente y crear un entorno agradable. Durante el procedimiento, se monitoriza la saturación de oxígeno mediante un pulsioxímetro y se mantiene el contacto constante por voz entre la sala de procedimientos y la sala de control, para coordinar la exploración o detenerla si fuese necesario.

Una vez realizada la videofluoroscopia 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), dosis de radiación (en cGy/cm²) y tiempo de radiación (en segundos).

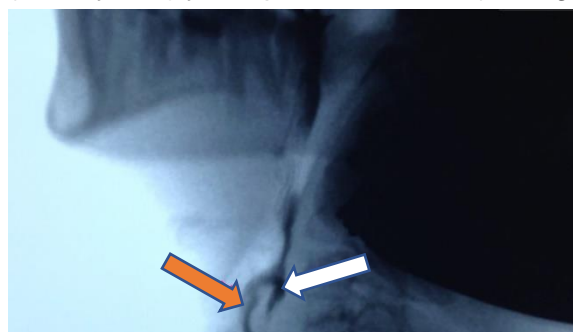


Figura 4. Disfagia grave con aspiración de la mayoría del volumen ingerido. La flecha naranja indica paso a vía aérea y la blanca la zona esofágica. Cortesía de la Dra. García Romero.

Los datos se recogieron en Excel y posteriormente se analizaron en SPSS v26. Se realizaron descriptivos de las variables principales (dosis y tiempo de radiación), así como de las variables secundarias, incluidos gráficos y tablas para la representación de los datos. Para conocer la relación entre las variables principales y secundarias: se realizó Correlación de Pearson para comparación entre variables cuantitativas, Chi-cuadrado para comparación entre variables cualitativas y ANOVA con test *ad hoc* (test de Bonferroni) entre cuantitativas y cualitativas.

5. RESULTADOS

La muestra total fue de 322 pacientes pediátricos que se realizaron una VFC en nuestro centro. En todos ellos se disponía de los datos de dosis y tiempo de radiación, por lo que no hubo que excluir ninguno del estudio.

La edad media de los pacientes fue 60,9 meses (mediana 48, mín. 1 y máx. 192 meses). Si se agrupan por los rangos de edad recomendados para los DRL, se obtienen 6 casos <1 mes de edad, 159 casos de 1 mes a 4 años, 105 casos de 4 a 10 años, 45 casos de 10 a 14 años y 7 casos de 14 a 18 años.

En cuanto al tipo de enfermedad de base, en 221 pacientes el tipo de enfermedad era neurológica (68,6%), en 35 eran respiratorias (10,9%) y en 66 digestivas (20,5%).

En 221 casos se diagnosticó disfagia (68,6%). Según la gravedad, lo fue leve en 95 (43%), moderada en 86 (38,9%) y grave en 40 (18,1%).

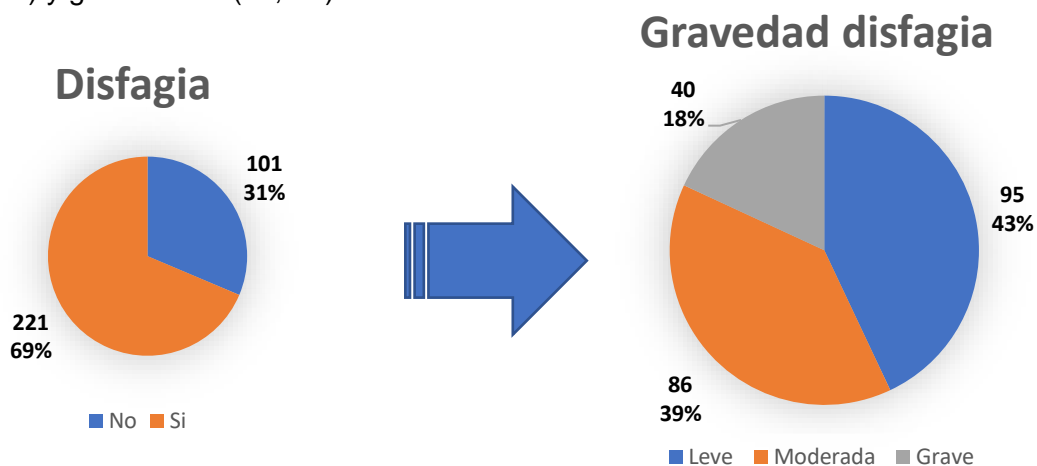


Figura 5. Diagnóstico de disfagia y gravedad de la misma

Si analizamos la disfagia en función del tipo de patología, 180 de los 221 pacientes con enfermedades neurológicas de base presentan disfagia (81,5%), siendo leve en el 39,4% (n=71), moderada en el 40,6% (n=73) y grave en el 20% (n=36). De los casos con patologías respiratorias, 19 de 35 presentaron disfagia (54,3%) siendo leve en el 47,4% (n=9), moderada en 36,8% (n=7) y

grave en 15,8% (n=3). En las patologías digestivas, 22 de 66 casos presentaban disfagia (33,3%), siendo leve en el 68,2% (n=15), moderada en 27,3% (n=6) y grave en 1 caso (4,5%). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($P<0,01$).

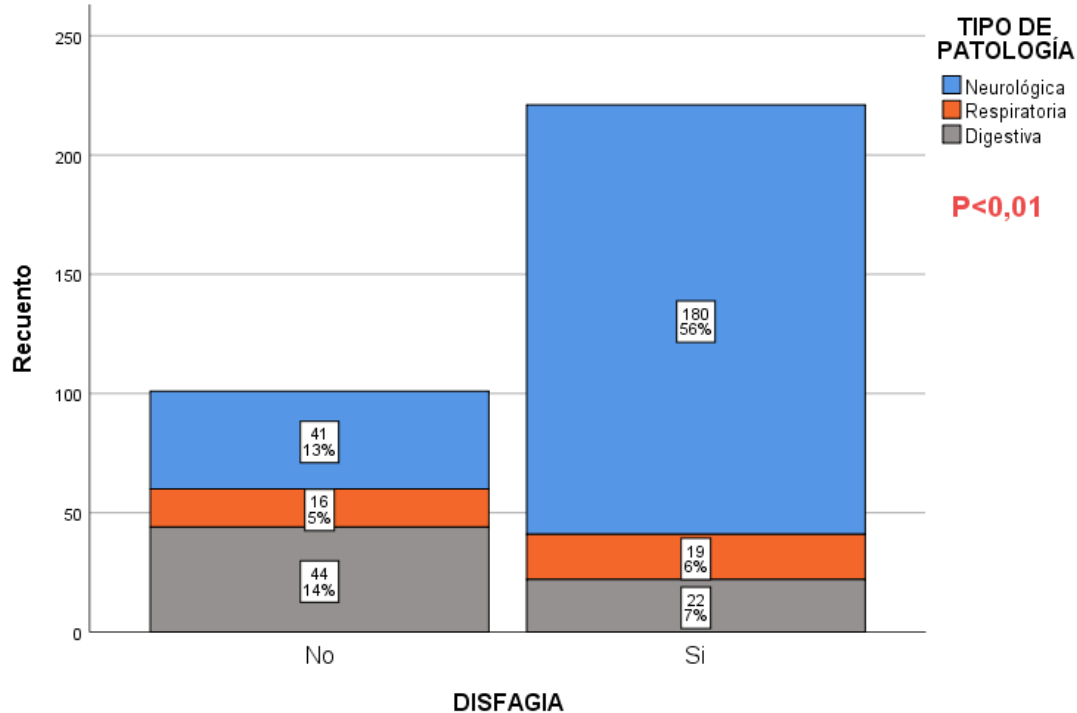


Figura 6. Diagnóstico de disfagia según patología de base

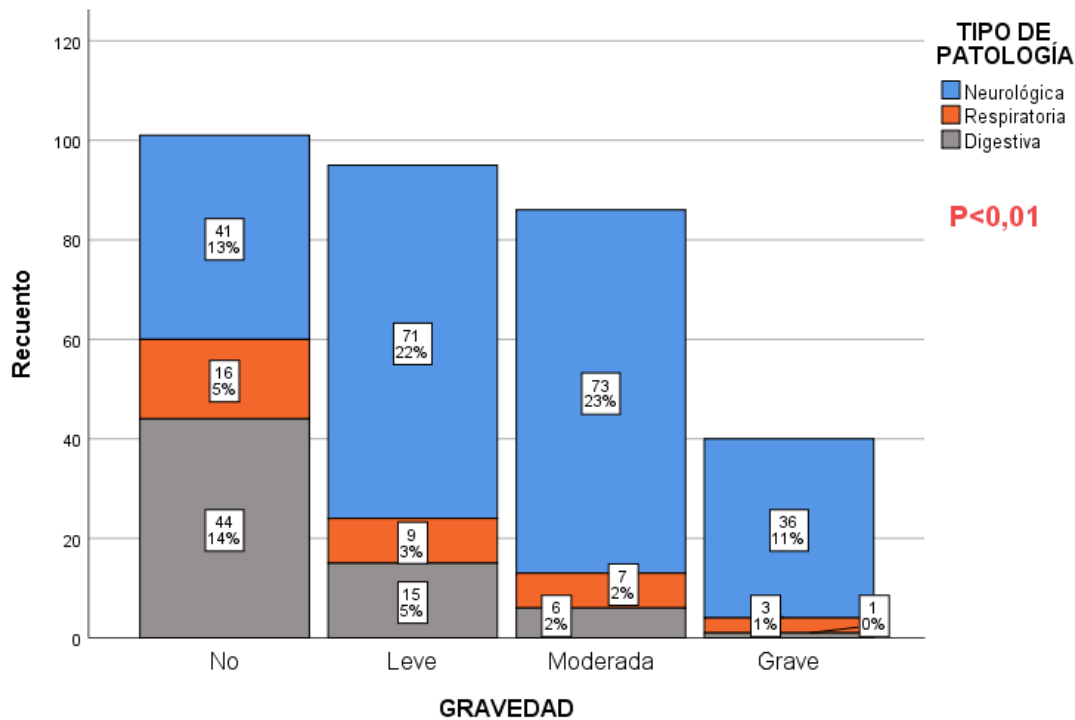


Figura 7. Gravedad de disfagia según patología de base

El tipo de disfagia que presentaron se resume en la Figura 8, a destacar que lo más frecuente es la aparición de disfagia oral y faríngea a la vez, así como cualquiera de estas dos por separado. El origen de que la disfagia oral y faríngea sean las más frecuentes en esta población, está en el tipo de patología de base más prevalente entre los pacientes, la neurológica.

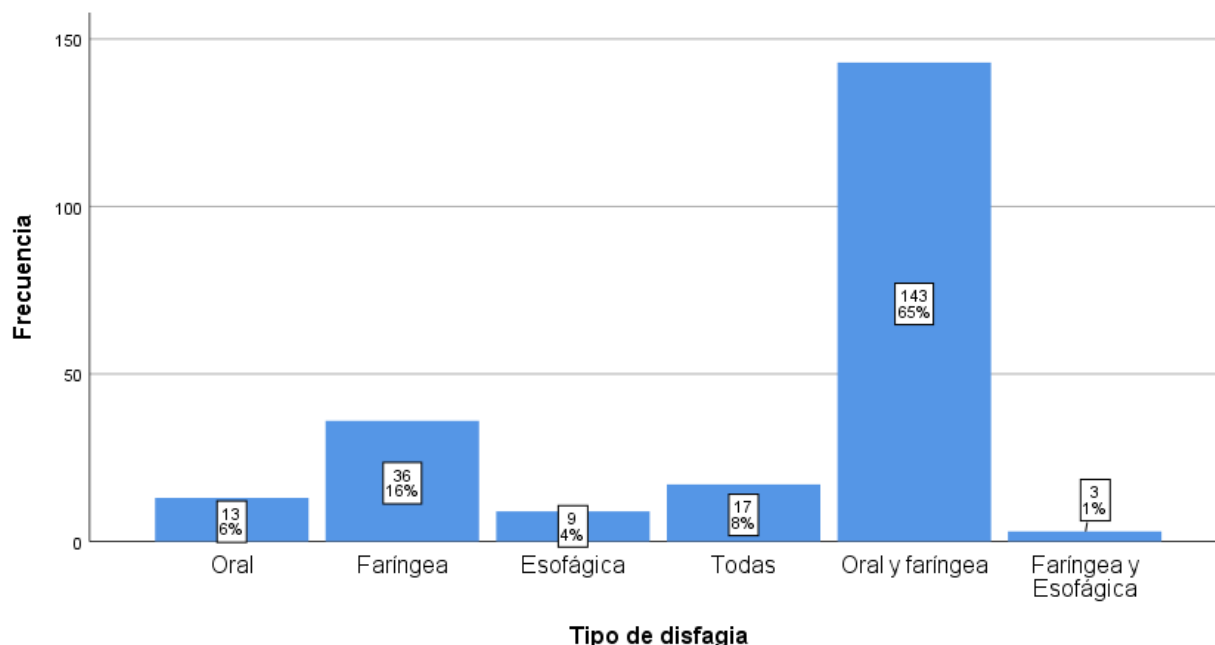


Figura 8. Distribución de pacientes según tipo de disfagia

El tipo de alteración que se encontró en los casos con disfagia fue de la eficacia en el 14% (n=31), de la seguridad en el 24,9% (n=55) y de ambas en el 61,1% (n=135). Si analizamos el tipo de alteración en función de la gravedad, de los casos con alteración exclusiva de la eficacia, fueron disfagia leve el 93,6% (n=29) y moderada en 2 (6,4%). Aquellos en los que se afectó únicamente la seguridad, se correspondían con disfgias leves en el 60% (n=33), moderadas en el 38,2% (n=21) y grave en 1 (1,8%). Los casos en los que se afectó tanto la eficacia como la seguridad eran disfgias leves en el 24,3% (n=33), moderadas en el 46,7% (n=63) y graves en el 29% (n=39). En aquellos casos que se afectó tanto la eficacia como la seguridad, correspondían con pacientes neurológicos el 91,9%, respiratorios en el 4,4% y digestivos en el 3,7%. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (P<0,01)

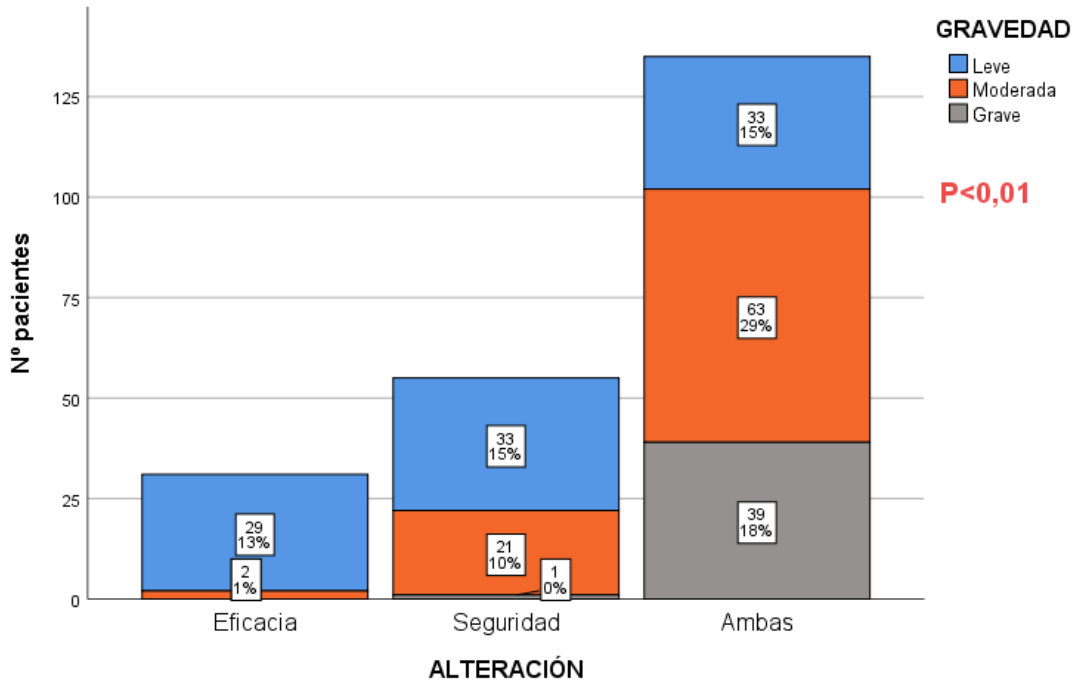


Figura 9. Tipo de alteración y gravedad de disfagia

En cuanto a la seguridad, aparecieron aspiraciones y/o penetraciones en 179 de los 322 casos (55,6%), siendo únicamente aspiraciones en el 14% (n=45), únicamente penetraciones en el 22,7% (n=73) y tanto aspiraciones como penetraciones en el 18,9% (n=61). En aquellos que hubo aspiraciones fueron silentes en 76 casos (71,7%), con tos en 19 casos (17,9%) y tanto con tos como otras silentes en 11 casos (10,4%). El 80% de los casos de aspiraciones con tos tenían enfermedades neurológicas, ascendiendo al 90,9% en el caso de las aspiraciones silentes y siendo la totalidad de los casos de aspiraciones con tos y silentes, siendo la diferencia estadísticamente significativa (P<0,01).

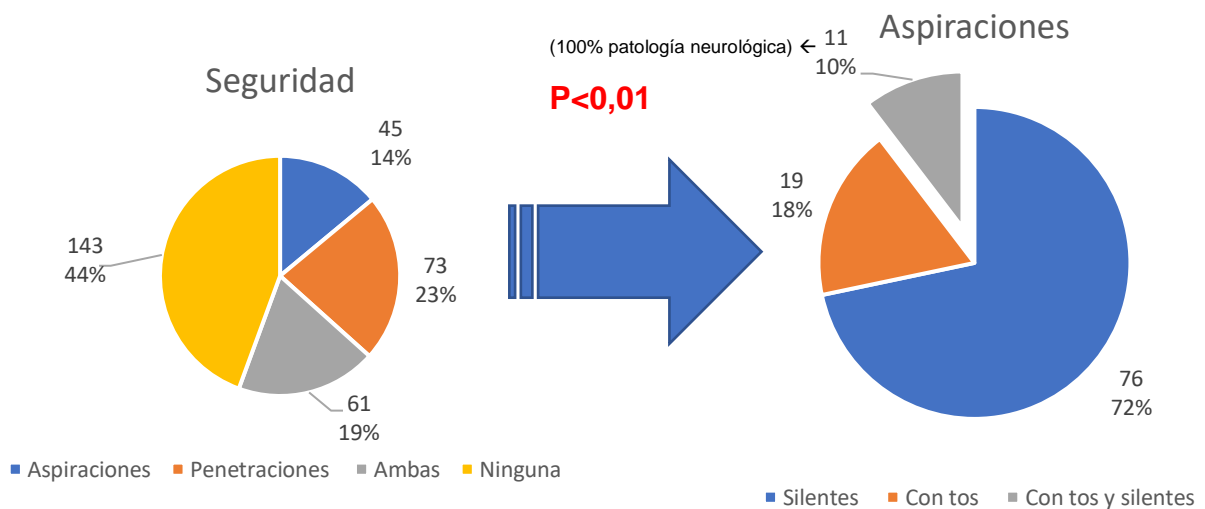


Figura 10. Alteración de la seguridad y tipo de aspiraciones

El número de casos que realizan aspiraciones y/o penetraciones aumenta al aumentar el grado de afectación neurológica de los pacientes, siendo el 11,7% de los que las realizan de grado I, el 12,3% de grado II, el 18,4% de grado III, el 19,6% de grado IV y el 20,7% de grado V. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0,01$).

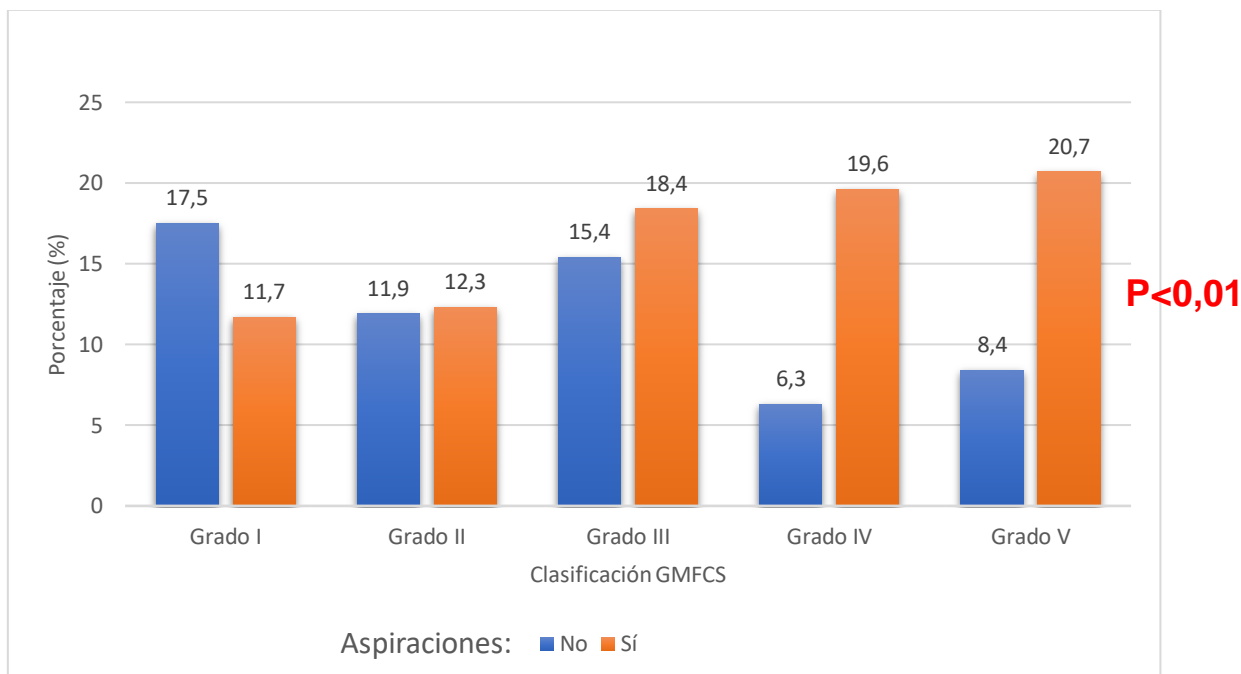


Figura 11. Porcentaje de pacientes que presentan aspiraciones, según clasificación GMFCS. GMFCS: Gross Motor Function Classification System.

En cuanto a las variables principales, en el total de la muestra se obtuvo una media de 131,3 segundos de tiempo de exposición (IC95%: 124,2 – 138,4 s, mediana 123 s, tercer cuartil 167,3 s).

La media del producto dosis-área fue de 12,2 cGy/cm² (IC95%: 11 – 13,4 cGy/cm², mediana 9,2 cGy/cm², tercer cuartil 15 cGy/cm²)

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 ($P < 0,01$ 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.

No se encontró relación estadísticamente significativa entre el tiempo de exposición y la edad (P=0,53, Tabla 2).

		Edad	Tiempo	DAP
Edad	Correlación Pearson	1	0,04	0,30
	Significación (bilateral)	-	P=0,53	P<0,01
Tiempo	Correlación Pearson	0,04	1	0,56
	Significación (bilateral)	P=0,53	-	P<0,01
DAP	Correlación Pearson	0,30	0,56	1
	Significación (bilateral)	P<0,01	P<0,01	-

Tabla 2. Correlación entre edad, tiempo y DAP. DAP: producto dosis-área.

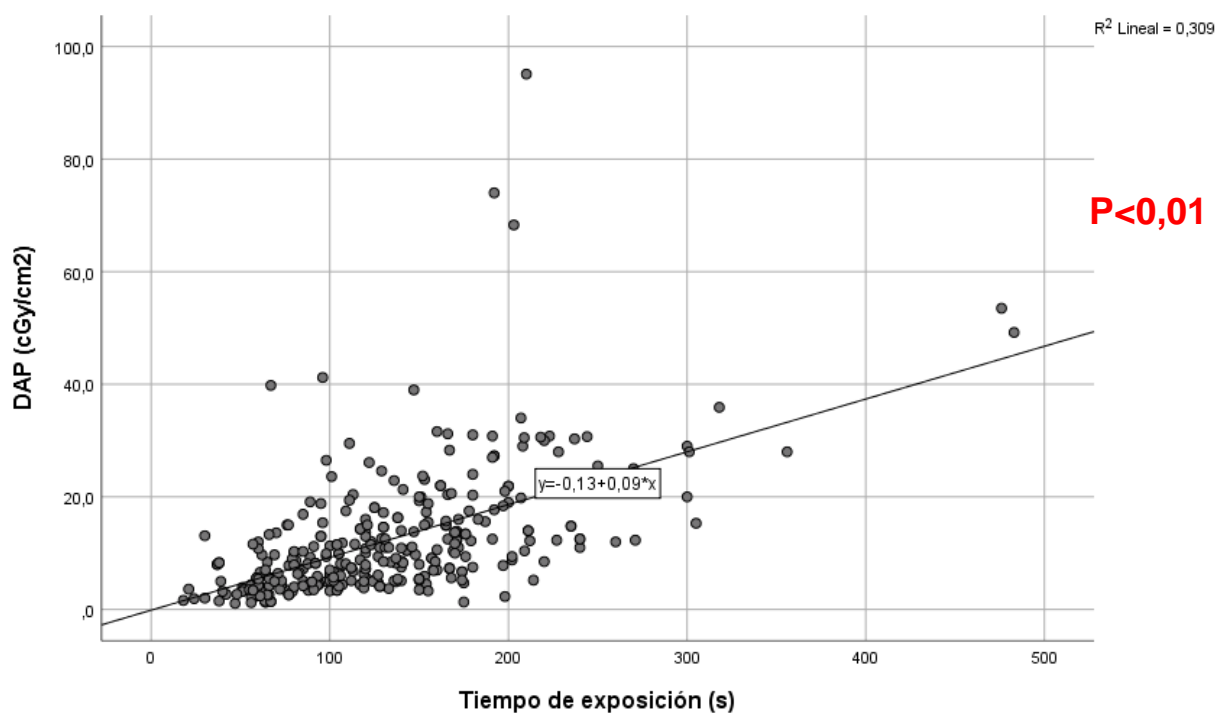


Figura 12. Gráfico de dispersión, nube de puntos y recta de regresión: relación entre DAP y tiempo de exposición. DAP: producto dosis-área.

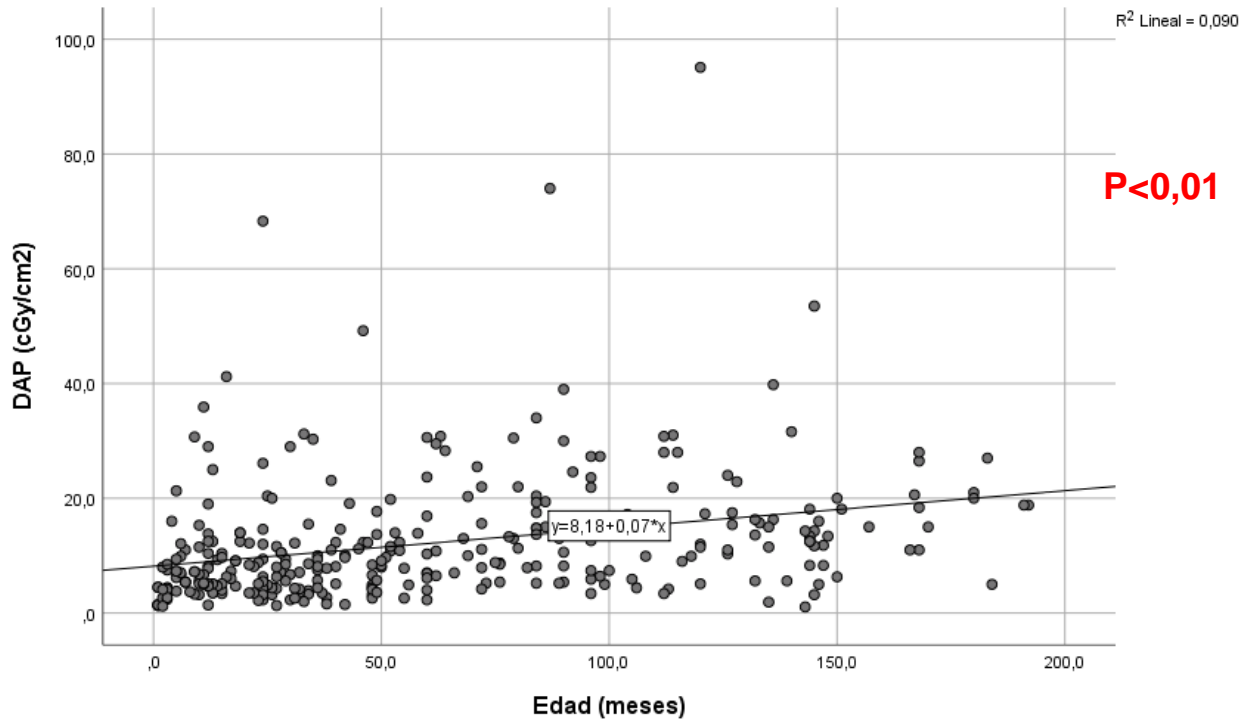


Figura 13. Gráfico de dispersión, nube de puntos y recta de regresión: relación entre DAP y edad. DAP: producto dosis área

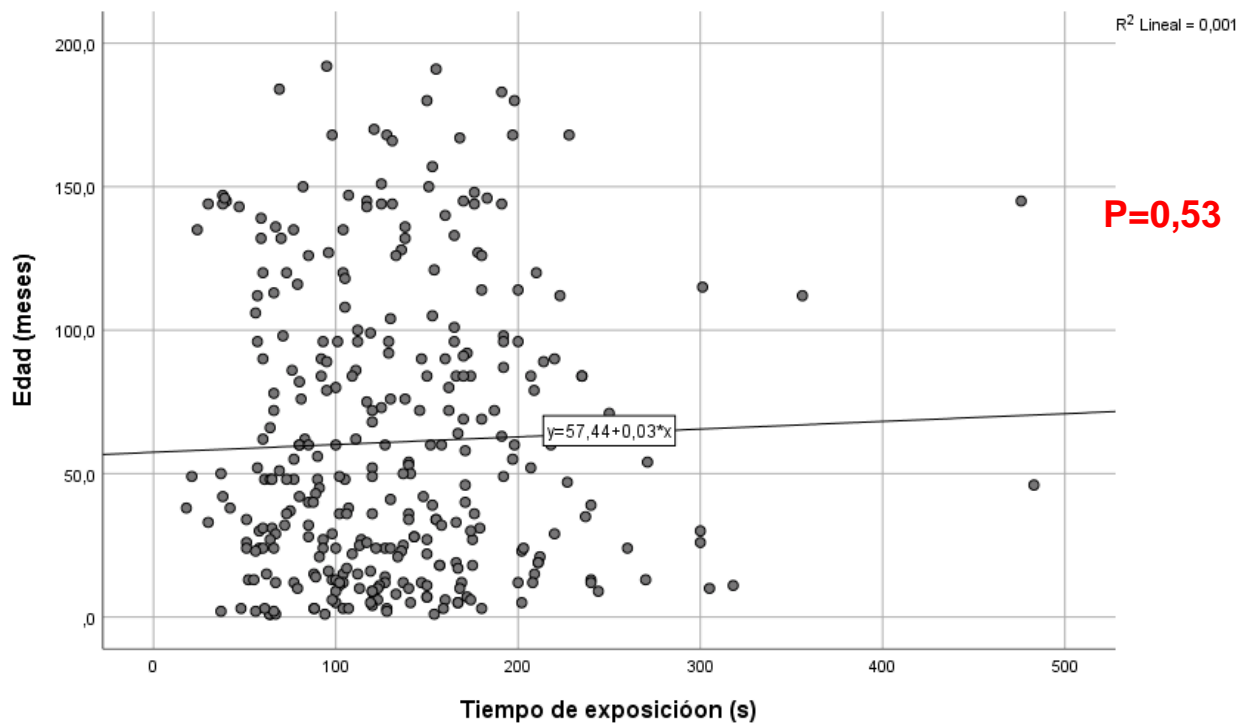


Figura 14. Gráfico de dispersión, nube de puntos y recta de regresión: relación entre edad y tiempo de exposición.

Ya que no se dispone del peso, se agruparon los pacientes en los grupos de edad antes mencionados para poder hacer una mejor comparativa del DAP y tiempo de exposición con los DRL encontrados en la literatura.

Grupo de edad	Tiempo de exposición P=0,35 Media - mediana – tercer cuartil (en segundos)	DAP P<0,01 Media – mediana – tercer cuartil (en cGy/cm ²)
< 1 mes (0 y, n=6, 2%)	84,4 – 65,5 – 109	2,4 – 1,5 – 4,5
1 mes a 4 años (1 y, n=159, 49%)	130,2 – 120 - 166	9,4 – 7 – 11
4 a 10 años (5 y, n=105, 33%)	137,2 – 129 - 177	15,2 – 11,6 – 20,1
10 a 14 años (10 y, n=45, 14%)	126,3 – 128 – 165,5	15,5 – 14,3 – 18,1
14 a 18 años (15 y, n=7, 2%)	139,9 – 150 – 191	17,9 – 18,8 – 21
Sin grupos de edad	131,3 – 123 -167,3	12,2 – 9,2 – 15

Tabla 3. Tiempo de exposición y dosis recibida según grupos de edad. DAP: producto dosis área

Se utilizó ANOVA con test *ad hoc* de Bonferroni para analizar la relación entre las variables principales y las secundarias. En primer lugar, se intentó averiguar si había diferencias en el tiempo de exposición y DAP entre los pacientes agrupados por edad. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en dosis recibida ($P<0,01$) pero no en tiempo de exposición, aumentando la dosis conforme mayor era la edad.

Mediante el test de Bonferroni, se encontraron las diferencias: entre los menores de un mes y aquellos entre 4 y 10 años ($P=0,04$), entre los menores de un mes y los que tienen de 10 a 14 años ($P=0,04$), entre los de 1 mes a 4 años y los de 4 a 10 años ($P<0,01$), entre los de 1 mes a 4 años y los de 10 a 14 años ($P=0,01$). No hubo diferencias en la comparativa entre los demás grupos.

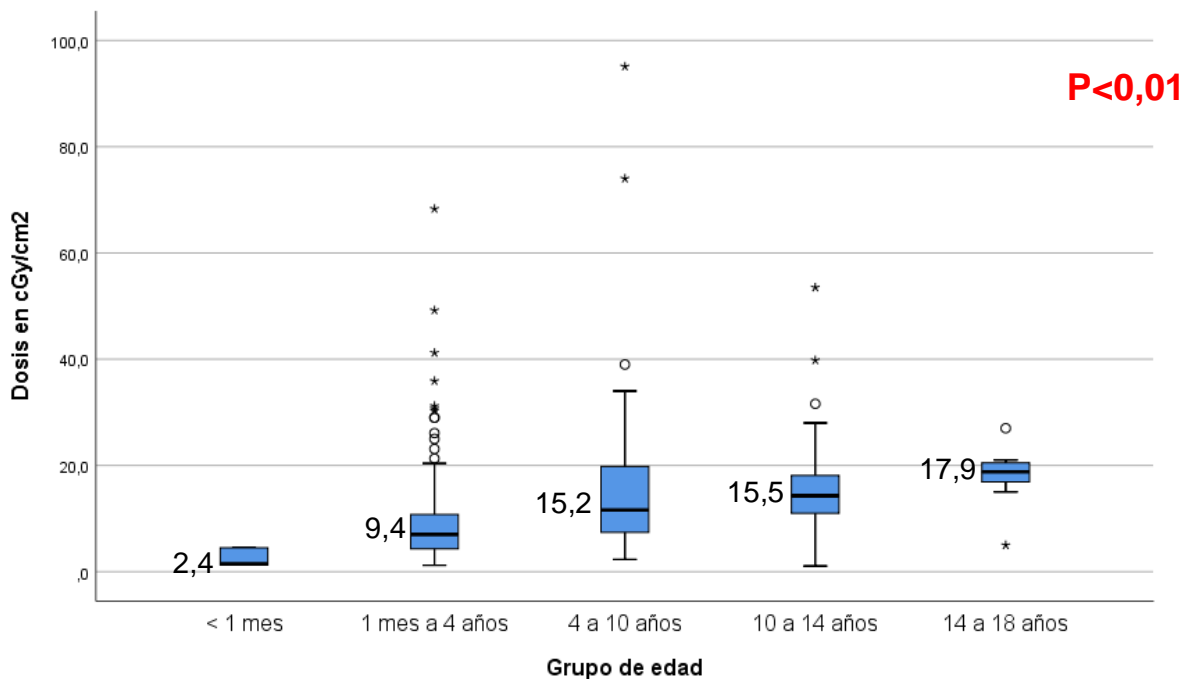


Figura 15. DAP en función de grupos de edad. DAP: producto dosis-área.

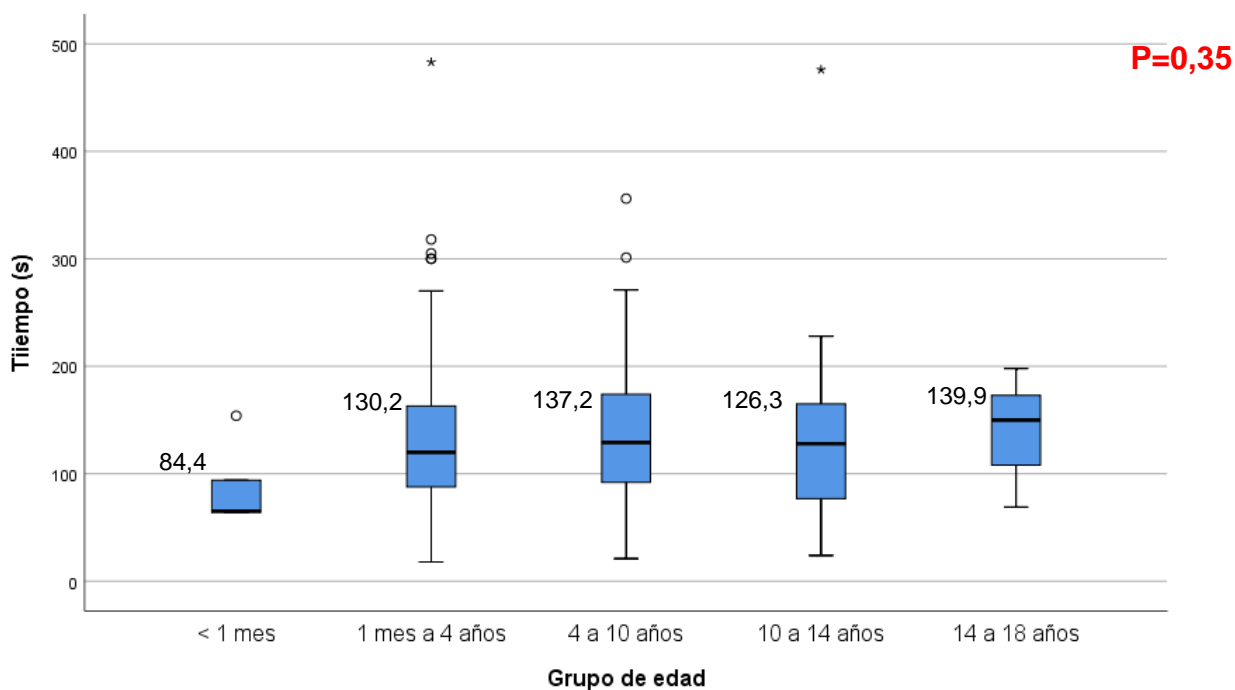


Figura 16. Tiempo de exposición en función de grupos de edad.

Analizando la relación entre tiempo de exposición y DAP respecto al tipo de patología (Tabla 4), se encontraron diferencias globales estadísticamente significativas ($P < 0,01$) y concretas entre los grupos patología neurológica y respiratoria ($P < 0,01$) así como neurológica y digestiva ($P < 0,01$). No hubo diferencias entre patología digestiva y respiratoria ni en tiempo ni en DAP.

Variable		Tiempo Media (en segundos)	DAP Media (en cGy/cm ²)
Tipo de patología P<0,01	Neurológica (n= 221, 69%)	141,7	13,8
	Respiratoria (n= 35, 11%)	105,7	8,1
	Digestiva (n=66, 20%)	110,1	8,8
Grado de afectación neurológica (GMFCS) P<0,01	1 (n=46, 14%)	114,6	9,8
	2 (n=39, 12%)	142	12,2
	3 (n=55, 17%)	145	13,3
	4 (n=44, 14%)	140	15,8
	5 (n=49, 15%)	160,6	19,1
Gravedad P<0,01	No disfagia (n=101, 31%)	109	9,2
	Leve (n=95, 30%)	128,7	11,5
	Moderada (n=86, 27%)	159,2	15,8
	Grave (n=40, 12%)	134	13,6
Alteración P<0,01	No disfagia (n=101, 31%)	109	9,2
	Eficacia (n= 31, 10%)	130,1	9,8
	Seguridad (n=55, 17%)	125	12
	Ambas (n=135, 42%)	150,9	15

Tabla 4. DAP y tiempo de exposición en función de patología de base, grado de afectación neurológica, gravedad y tipo de disfagia. DAP: producto dosis-área. GMFC: Gross Motor Function Classification System

En cuanto al análisis de las variables principales y el grado de afectación neurológica, se encontraron diferencias tanto en tiempo como en dosis ($P < 0,01$), ya que ambos aumentan conforme aumenta el grado de afectación neurológica. Las diferencias concretas en tiempo fueron entre grado I y grado V ($P < 0,01$). Las diferencias de radiación entre grupos se encontraron entre grado I y grado V ($P < 0,01$) así como entre grado II y grado V ($P = 0,03$).

También se encontraron diferencias en cuanto a la gravedad de la disfagia y las variables principales ($P < 0,01$). En el tiempo, hubo diferencias entre los que no presentaban disfagia y aquellos que presentaban disfagia moderada ($P < 0,01$), entre disfagia leve y disfagia moderada ($P < 0,01$). En dosis, hubo diferencias entre los que no presentaban disfagia y aquellos que presentaban disfagia moderada ($P < 0,01$), así como entre disfagia leve y disfagia moderada ($P = 0,049$).

Analizando el tipo de alteración, también se encontraron diferencias ($P < 0,01$). 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 ($P < 0,01$), sin encontrar diferencias entre el resto de grupos.

6. DISCUSIÓN

Nuestro trabajo muestra una clara relación entre el DAP y el tiempo de exposición, y otra más discreta entre el DAP y la edad. Esto se debe a que, como es lógico, cuanto más dure la exploración mayor es la radiación recibida, lo cual se corroboraba en otros tantos trabajos (46–50). La relación con la edad se explica porque a mayor edad, mayor es el campo de exploración, mayor dosis-área (y, por tanto, mayor radiación) y porque en los niños más mayores se exploran más texturas y volúmenes que en los más pequeños. Otros estudios en los que se disponía del peso o superficie corporal también han encontrado una relación positiva entre dichas variables y el DAP (50,51). De hecho, algún estudio parece mostrar que la altura, y en concreto, la proporción de cabeza y cuello respecto a la altura total, están en relación con la dosis recibida (52).

Los resultados muestran (Tabla 5) que el DAP de nuestros casos está muy por debajo de los DRL europeos pediátricos recomendados, así como de otros estudios. Esto puede ser debido a que las técnicas que se utilizan en nuestro centro (ayuda de familiares, distracción, ambiente agradable) son parte imprescindible de la optimización del proceso. Además, el disponer de nuestros datos, se puede tomar como inicio para la creación de DRL locales y posteriormente, fomentar la creación de DRL nacionales específicos de videofluoroscopias en pediatría.

Estudio	Dosis efectiva	DAP media (cGy/cm ²)						Tiempo de exposición medio (segundos)					
		Total	0y	1 y	5 y	10 y	15 y	Total	0y	1 y	5 y	10y	15 y
Nuestro trabajo (n=322)	0,03 mSv	12,2	2,4	9,4	15,2	15,5	17,9	131,3	84,4	130,2	137,2	126,3	139,9
Chau K et al. (54) (n=15) *	0,26 mSv	210						269,4					
Kim HM et al. (55) (n=15) *		371						145,2					
Hart D et al. (56) (n=514) *			56	115	101	240	317						
Recomendaciones NRPB 2002 (56)			80	150	130	270	460						
Hiorns M et al. (49) (n=446) *			12,4	13	18,9								
Hart D et al. (57) (n=594) *			52,9	86,3	85,8	227,2	252,8						
Recomendaciones HPA 2007 (57)			40	120	130	290	350						
Weir K et al. (52) (n=90) *	0,08 mSv	28,8	25,8	28,7	33			148,2	151,2	154,2	139,2		
Hers C et al. (58) (n=78) *	0,16 mSv												
Im H et al. (48) (n=290) *		578	515	537	601	817	578	161,4	151,8	150	171	208,2	
Hart et al. (59) (n=190) *			27	31	88	147	279						
DRL europeo* Basado en Hart et al. (2012) (59)			20	40	50	180	300						

Tabla 5. Comparativa de dosis y tiempo entre este trabajo, otros de la literatura y los DRL europeos. *datos referidos a tercer cuartil. DAP: producto dosis área. NRPB: National Radiological Protection Board. HPA: Health Protection Agency. *número de pacientes pediátricos.

No obstante, hay que tener en cuenta que una de las causas de que en nuestro trabajo las dosis de radiación sean tan bajas, es que trabajamos con la escopia a 12,5 f/s, mientras que en la mayoría de centros se realiza a 30 f/s. Esto implica que radiamos prácticamente un tercio que el resto en el mismo tiempo, pero también disponemos únicamente de un tercio de las imágenes que otros centros podrían visualizar. El debate sobre si en las VFC pediátricas se deberían mantener los 30 f/s, como las realizadas en adultos, sigue candente, con centros que utilizan 15 f/s (20,52), 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 recibida y el riesgo de cáncer a largo plazo (53).

Otro de los aspectos a destacar para conseguir optimizar el DAP, es realizar una adecuada colimación. 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 irradiado (60). 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 aprovecharíamos un campo tan amplio y se aumentaría la dosis de radiación innecesariamente.

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 (61,62). El hecho de que durante la VFC esté presente un radiólogo, implica en nuestro caso un mayor control sobre la dosis de radiación y tiempos de escopia, ya que en otros centros la exploración la llevan a cabo otorrinolaringólogos o un médico rehabilitador (63).

Asimismo, este trabajo muestra que la presencia de disfagia en los pacientes afectos de patologías neurológicas es elevada, siendo de prácticamente el doble (81% frente 43%) respecto a algunos estudios (64). Las aspiraciones en nuestro estudio ocurrieron en el 56% de los pacientes (similar al 50% de otros estudios) (3), aumentando en el caso de los afectos de enfermedades neurológicas y siendo mayor a mayor grado en la escala GMFCS, como también se ha apreciado en otros estudios (65–67). Las diferencias entre patologías se deben a que los pacientes neurológicos presentan más frecuentemente disfagia y más severa, 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 la dosis recibida (64–67).

También cabe destacar que, aunque parezca paradójico, era esperable que aquellos casos con disfagia moderada recibiesen mayores dosis y se necesitase más tiempo de exploración que en aquellos que presentaban disfagia grave. La explicación reside en que, en los casos graves, se finaliza antes la prueba al hallar 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 moderados.

La mayoría de estudios, para facilitar la comprensión de las cifras y equivalencias radiológicas, tratan de realizar comparativas con las dosis que se recomienda no exceder mediante procedimientos médicos en un año, la dosis equivalente a una radiografía de tórax (58), o la dosis de radiación natural de fondo recibida en un año (68). Siguiendo este punto de vista, la recomendación del Consejo Nacional Investigador de los Estados Unidos es no superar la dosis efectiva acumulada de 1mSv al año, recibida mediante procedimientos médicos (69,70). Como dato a tener en cuenta en las comparativas, el cual ayuda a mantener perspectiva, se recuerda que la dosis media efectiva que se recibe a través de la radiación natural de fondo ronda los 2,4 mSv al año, dependiendo del lugar de residencia y otros factores (68). Para añadir más datos comparativos, la dosis efectiva que recibe un paciente pediátrico al realizarse una radiografía de tórax posteroanterior, varía (según edad y autores) (41,56,57,59) entre 0,017 mSv y 0,11mSv, tomando como referencia el DRL europeo 0,06 mSv (40).

Teniendo en cuenta estos datos, y, previa conversión de unidades utilizando factores de conversión que han sido calculados mediante la técnica de Monte Carlo (71), se obtienen los resultados mostrados a continuación (Tabla 6).

Grupo de edad	DAP Media (en cGy/cm²)	Dosis efectiva Media (en mSv)	Equivalencia en radiografías de tórax PA (0.017 mSv por Rx)	Equivalencia En días de radiación natural (0.006 mSv por día)
< 1 mes	2,4	0,02	1,2	3,3
1 mes a 4 años	9,4	0,05	2,9	8,3
4 a 10 años	15,2	0,04	2,4	6,7
10 a 14 años	15,5	0,02	1,2	3,3
14 a 18 años	17,9	0,02	1,2	3,3
Sin grupos de edad	12,2	0,03*	1,8	5

Tabla 6. Dosis recibida, efectiva y equivalencias por grupos de edad. DAP: producto dosis área. PA: posteroanterior. Rx: radiografía. *se utiliza el factor de conversión correspondiente a la edad media de 5 años de nuestro trabajo.

Una vez hechos los cálculos, se puede comprobar de manera sencilla que la dosis recibida durante una VFC en nuestro centro es, de media, menor que la que supondría la realización de dos radiografías de tórax posteroanteriores (además se han hecho los cálculos siendo optimistas, con la menor dosis posible que se hubiese recibido en ellas). Asimismo, la dosis efectiva equivale, de media, a cinco días de radiación de fondo recibida de manera natural. Estos datos permiten afirmar que las VFC realizadas en nuestro centro son seguras, sin irradiar mucho más que otros procedimientos radiológicos de rutina y mucho más utilizados como son las radiografías de tórax, lo cual cobra especial relevancia en los pacientes que precisan reevaluación tras tratamiento logopédicos y/o cambios en alimentación.

Si analizamos la radiación según riesgo de cáncer, cada VFC en nuestro centro equivale a un aumento del riesgo total de cáncer a lo largo de la vida de 0,00033% en el caso de niños de 0 a 9 años, un 0,00076% si fueran niñas de 0 a 9 años, un 0,00013% si fuesen niños de 10 a 19 años, por último, de un 0,00026% si fuesen niñas de 10 a 19 años; calculado en base a datos sobre dosis efectiva, teniendo en cuenta la localización a la que afecta cada procedimiento radiológico (72). Al igual que anteriormente, estos datos son especialmente tranquilizadores para los casos que requieren múltiples evaluaciones radiológicas.

7. LIIMITACIONES

Como limitaciones a este estudio, hay que señalar que al ser un estudio retrospectivo, no se pudo analizar la dosis de radiación según superficie corporal, al no haberse recogido todos los datos antropométricos. Esto cobra especial relevancia dadas las recomendaciones europeas para realización de DRL (40), ya que siempre que sea posible se deben agrupar los pacientes por peso en vez de por edad.

Otra limitación de los datos propios es que se dispone de un número elevado de casos, pero distribuidos de manera irregular en los grupos de edad, con muy pocos casos en los grupos extremos.

La mayor limitación del estudio es la comparativa con otros similares, ya que, a pesar de que gracias a las nuevas recomendaciones europeas se comienzan a utilizar las mismas medidas (utilizar el tercer cuartil para DRL, mostrar la mediana si está disponible), la mayoría de los estudios revisados discrepaban en cuanto a la presentación de los datos. Ello hace que se tengan que reconvertir las unidades, haciendo la comparativa menos precisa. Tampoco se dispone de los modelos del equipo radiológico, medidor de DAP o programas de procesamiento de datos en todos los estudios.

Al usar en nuestro centro un número más reducido de imágenes por segundo, implica que se hayan podido quedar sin diagnosticar parte de los casos que hicieran aspiraciones o penetraciones de muy

escaso contenido, sin que eso implique que se hubieran diagnosticado categóricamente con un mayor número de imágenes por segundo.

Como se trata de un estudio descriptivo, hay que tomar con cautela los datos presentados, precisando de nuevos trabajos para aumentar las certezas respecto a este campo tan específico.

8. CONCLUSIONES

- La dosis de radiación que reciben los pacientes durante la realización de una videofluoroscopia está directamente relacionada con el tiempo de exposición y, en menor medida, con la edad.
- Dicha dosis es mayor en aquellos pacientes de más edad, con patología neurológica de base y es mayor cuando aumenta el grado afectación neurológica; en definitiva, es mayor cuanto mayor es la gravedad de la disfagia.
- La dosis de radiación de este trabajo es muy inferior a la de otros estudios publicados, debido a factores como el número de imágenes por segundo, la colimación, la supervisión por un médico radiólogo y la adecuada atención y colaboración con los pacientes.
- Este trabajo puede servir como base para otros posteriores, para analizar los niveles de referencia de diagnóstico en los estudios de VFC en la edad pediátrica.

9. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Este trabajo se podría continuar con otros similares, prospectivos, en los que se recojan más variables (por ejemplo sexo y edad) para hacer los datos más comparables.

Asimismo, si se animara a realizar estudios similares en otros centros, se podrían crear niveles de referencia de dosis locales y nacionales para poder optimizar la radiación durante las videofluoroscopias en la edad pediátrica.

10. Agradecimientos

A Ruth, por ser incansable, por aguantarme y por enseñarme tanto, tu motivación ha sido la mía. Aquí empieza todo.

A Jose Antonio, por estar siempre dispuesto a ayudar, por trabajar siempre con una sonrisa y por saber tanto, a pesar de que lo niegues.

A Mayse, sin ti nada de esto hubiese sido posible, hubiese estado perdido entre ceros y unos.

A mis padres, porque por cosas como esta los veo menos de lo que desearía.

A Patri, por aguantar con una sonrisa cuando te contaba tan motivado cómo llevaba la estadística y qué datos tenía, aunque sé que te estaba aburriendo.

11. Bibliografía

1. Manikam R, Perman JA. Pediatric Feeding Disorders. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2000 Jan;30(1):34–46.
2. Bhattacharyya N. The prevalence of pediatric voice and swallowing problems in the United States. *Laryngoscope*. 2015 Mar;125(3):746–50.
3. Kim JS, Han ZA, Song DH, Oh HM, Chung ME. Characteristics of Dysphagia in Children with Cerebral Palsy, Related to Gross Motor Function. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2013 Oct;92(10):912–9.
4. Dodrill P, Gosa MM. E-Mail Pediatric Dysphagia: Physiology, Assessment, and Management. *Ann Nutr Metab [Internet]*. 2015;66(5):24–31. Available from: www.karger.com/anm
5. Rommel N, de Meyer AM, Feenstra L, Veereman-Wauters G. The Complexity of Feeding Problems in 700 Infants and Young Children Presenting to a Tertiary Care Institution. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2003 Jul;37(1):75–84.
6. Yarnykh VL, Prihod'ko IY, Savelov AA, Korostyshevskaya AM. Quantitative Assessment of Normal Fetal Brain Myelination Using Fast Macromolecular Proton Fraction Mapping. *American Journal of Neuroradiology*. 2018 Jul;39(7):1341–8.
7. Miller AJ. The neurobiology of swallowing and dysphagia. *Developmental Disabilities Research Reviews*. 2008;14(2):77–86.
8. Kelly BN, Huckabee ML, Jones RD, Frampton CMA. The First Year of Human Life: Coordinating Respiration and Nutritive Swallowing. *Dysphagia*. 2007 Feb 1;22(1):37–43.
9. Matsuo K, Palmer JB. Anatomy and Physiology of Feeding and Swallowing: Normal and Abnormal. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2008 Nov;19(4):691–707.
10. Miller JL, Sonies BC, Macedonia C. Emergence of oropharyngeal, laryngeal and swallowing activity in the developing fetal upper aerodigestive tract: an ultrasound evaluation. *Early Human Development*. 2003 Feb;71(1):61–87.
11. Lau C. E-Mail Development of Suck and Swallow Mechanisms in Infants Suck Pharyngeal swallow Respiration Breastfeeding Bottle feeding. *Ann Nutr Metab [Internet]*. 2015;66(5):7–14. Available from: www.karger.com/anm
12. Celeste M, Azadeh K, Sejdi E, Berall G, Chau T. Quantitative classification of pediatric swallowing through accelerometry. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation [Internet]*. 2012 Jun 9 [cited 2022 Jan 3];9(1):1–8. Available from: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-9-34>
13. Prasse JE, Kikano GE. An overview of pediatric dysphagia. *Clin Pediatr (Phila) [Internet]*. 2009 Apr [cited 2022 Jan 3];48(3):247–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19023104/>
14. Warms T, Richards J. “Wet Voice” as a Predictor of Penetration and Aspiration in Oropharyngeal Dysphagia. *Dysphagia*. 2000 Mar 1;15(2):84–8.
15. Durvasula VSPB, O'Neill AC, Richter GT. Oropharyngeal Dysphagia in Children. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 2014 Oct;47(5):691–720.

16. Benfer KA, Weir KA, Bell KL, Ware RS, Davies PSW, Boyd RN. Oropharyngeal Dysphagia and Gross Motor Skills in Children With Cerebral Palsy. *PEDIATRICS*. 2013 May 1;131(5):e1553–62.
17. Benfer KA, Weir KA, Bell KL, Ware RS, Davies PSW, Boyd RN. Clinical signs suggestive of pharyngeal dysphagia in preschool children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2015 Mar;38:192–201.
18. Tutor JD, Srinivasan S, Gosa MM, Spentzas T, Stokes DC. Pulmonary Function in Infants with Swallowing Dysfunction. *PLOS ONE*. 2015 May 15;10(5):e0123125.
19. Clavé P, Terré R, Kraa M de, Serra M. Approaching oropharyngeal dysphagia. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*. 2004 Feb;96(2).
20. Hiorns MP, Ryan MM. Current practice in paediatric videofluoroscopy. *Pediatric Radiology*. 2006 Sep 22;36(9):911–9.
21. Levy AD, Carucci LR, Bartel TB, Cash BD, Chang KJ, Feig BW, et al. ACR Appropriateness Criteria® Dysphagia. *Journal of the American College of Radiology*. 2019 May;16(5):S104–15.
22. Miller J, Macedonia C, Sonies B. Sex differences in prenatal oral-motor function and development. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2006 Jun 15;48(06):465.
23. DePippo KL, Holas MA, Reding MJ. Validation of the 3-oz Water Swallow Test for Aspiration Following Stroke. *Archives of Neurology*. 1992 Dec 1;49(12):1259–61.
24. Logemann JA. The role of the speech language pathologist in the management of dysphagia. *Otolaryngol Clin North Am*. 1988 Nov;21(4):783–8.
25. Miller CK, Willging JP. Advances in the evaluation and management of pediatric dysphagia. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2003 Dec;11(6):442–6.
26. 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 [Internet]*. 2013 Apr [cited 2021 Nov 10];37(2):175–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23705111/>
27. Lefton-Greif MA, McGrattan KE, Carson KA, Pinto JM, Wright JM, Martin-Harris B. First Steps Towards Development of an Instrument for the Reproducible Quantification of Oropharyngeal Swallow Physiology in Bottle-Fed Children. *Dysphagia*. 2018 Feb 11;33(1):76–82.
28. Martin-Harris B, Logemann JA, McMahon S, Schleicher M, Sandidge J. Clinical utility of the modified barium swallow. *Dysphagia*. 2000;15(3):136–41.
29. Martin-Harris B, Jones B. The Videofluorographic Swallowing Study. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2008 Nov;19(4):769–85.
30. Hammond CAS, Goldstein LB. Cough and Aspiration of Food and Liquids Due to Oral-Pharyngeal Dysphagia. *Chest*. 2006 Jan;129(1):154S-168S.
31. Newman LA, Keckley C, Petersen MC, Hamner A. Swallowing Function and Medical Diagnoses in Infants Suspected of Dysphagia. *Pediatrics*. 2001 Dec 1;108(6):e106–e106.
32. Fattori B, Giusti P, Mancini V, Grosso M, Barillari MR, Bastiani L, et al. Comparison between videofluoroscopy, fiberoptic endoscopy and scintigraphy for diagnosis of oro-pharyngeal dysphagia. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. 2016 Oct;36(5):395–402.

33. ACR-SPR practice parameter for the performance of the modified barium swallow. 2017.
34. Ingleby HR, Bonilha HS, Steele CM. A Tutorial on Diagnostic Benefit and Radiation Risk in Videofluoroscopic Swallowing Studies. *Dysphagia*. 2021 Jul 12;
35. Mercado-Deane MG, Burton EM, Harlow SA, Glover AS, Deane DA, Guill MF, et al. Swallowing dysfunction in infants less than 1 year of age. *Pediatric Radiology*. 2001 May 28;31(6):423–8.
36. Vañó E, Miller DL, Martin CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, et al. ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Ann ICRP*. 2017 Oct 25;46(1):1–144.
37. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP [Internet]*. 2007 [cited 2022 Jan 3];37(2–4):1–332. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18082557/>
38. Hong JY, Han K, Jung JH, Kim JS. Association of Exposure to Diagnostic Low-Dose Ionizing Radiation With Risk of Cancer Among Youths in South Korea. *JAMA network open [Internet]*. 2019 Sep 4 [cited 2022 Jan 3];2(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31483470/>
39. Remedios D, Hierath M, Ashford N, Bezzi M, Cavanagh P, Chateil JF, et al. Imaging referral guidelines in Europe: now and in the future—EC Referral Guidelines Workshop Proceedings. *Insights into Imaging [Internet]*. 2014 Feb [cited 2022 Jan 3];5(1):9. Available from: </pmc/articles/PMC3948903/>
40. Comisión Europea DG de E. European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging. Publications Office. 2018;
41. Rafael Ruiz Cruces, Sergio Cañete Hidalgo, Manuel Pérez-Martínez. Estimación de las dosis a las poblaciones en España como consecuencia del radiodiagnóstico médico. *Alfa*. 2015;28:12–9.
42. Lefton-Greif MA. Pediatric dysphagia. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2008 Nov;19(4):837–51.
43. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008 Oct;50(10):744–50.
44. Ocantos J, Paganini L, García Mónaco R. Guía para la Utilización de Medios de Contraste Radiológicos. Hospital Italiano de Buenos Aires. 2009.
45. Carrasco F, Méndez O, Núñez Pérez-Redondo C, Juárez H, Flores H. La aspiración de sulfato de bario como complicación de estudio imagenológico de la vía digestiva superior. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex*. 2007;20(4):283–7.
46. 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. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2019 Aug 9;28(3):1053–9.
47. Zammit-Maempel I, Chapple CL, Leslie P. Radiation Dose in Videofluoroscopic Swallow Studies. *Dysphagia*. 2007 Feb 1;22(1):13–5.
48. Im HW, Kim SY, Oh BM, Han TR, Seo HG. Radiation Dose During Videofluoroscopic Swallowing Studies and Associated Factors in Pediatric Patients. *Dysphagia [Internet]*. 2020

Feb 1 [cited 2022 Jun 8];35(1):84–9. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30945001/>

49. 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? *The British Journal of Radiology* [Internet]. 2006 Apr;79(940):326–30. Available from: <http://www.birpublications.org/doi/10.1259/bjr/36530782>
50. Ko EJ, Sung IY, Choi KH, Kwon YG, Yoon J, Kim T. Radiation exposure during videofluoroscopic swallowing studies in young children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2019 Jun;121:1–5.
51. Im HW, Kim SY, Oh BM, Han TR, Seo HG. Radiation Dose During Videofluoroscopic Swallowing Studies and Associated Factors in Pediatric Patients. *Dysphagia*. 2020 Feb 3;35(1):84–9.
52. Weir KA, McMahon SM, Long G, Bunch JA, Pandeya N, Coakley KS, et al. Radiation doses to children during modified barium swallow studies. *Pediatric Radiology*. 2007 Feb 12;37(3):283–90.
53. Excess Radiation Exposure in Infants and Children From Videofluoroscopic Swallow Studies — Northwestern Scholars [Internet]. [cited 2022 Jun 8]. Available from: <https://www.scholars.northwestern.edu/en/projects/excess-radiation-exposure-in-infants-and-children-from-videofluor-3>
54. Chau KHT, Kung CMA. Patient Dose During Videofluoroscopy Swallowing Studies in a Hong Kong Public Hospital. *Dysphagia*. 2009 Dec 24;24(4):387–90.
55. Kim HM, Choi KH, Kim TW. Patients' Radiation Dose During Videofluoroscopic Swallowing Studies According to Underlying Characteristics. *Dysphagia*. 2013 Jun 9;28(2):153–8.
56. Hart D, Hillier MC, Wall BF. Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK - 2000 Review. Chilton; 2002 Jun.
57. Hart D, Hillier MC, Wall BF. Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray Imaging Procedures in the UK – 2005 Review. Chilton; 2007 Aug.
58. Hersh C, Wentland C, Sally S, de Stadler M, Hardy S, Fracchia MS, et al. Radiation exposure from videofluoroscopic swallow studies in children with a type 1 laryngeal cleft and pharyngeal dysphagia: A retrospective review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2016 Oct;89:92–6.
59. Hart D, Hillier MC, Shrimpton PC. Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray Imaging Procedures in the UK - 2010 Review. Chilton; 2012 May.
60. Hernanz-Schulman M, Goske MJ, Bercha IH, Strauss KJ. Pause and Pulse: Ten Steps That Help Manage Radiation Dose During Pediatric Fluoroscopy. *American Journal of Roentgenology*. 2011 Aug;197(2):475–81.
61. Bibbo G, Balman D, Linke R. Diagnostic reference levels for common paediatric fluoroscopic examinations performed at a dedicated paediatric Australian hospital. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*. 2016 Aug;60(4):469–74.
62. Hill F, Keane J, Flynn E, Gallagher R, Farrel E, Murphy M. Clinical Variables Influencing Screening Time During Videofluoroscopy. *Dysphagia*. 2014;29(144).

63. Lefton-Greif M, Arvedson J. Pediatric Feeding/Swallowing: Yesterday, Today, and Tomorrow. *Seminars in Speech and Language*. 2016 Oct 4;37(04):298–309.
64. Weir KA, McMahon S, Taylor S, Chang AB. Oropharyngeal Aspiration and Silent Aspiration in Children. *CHEST*. 2011 Sep 1;140(3):589–97.
65. Mirrett PL, Riski JE, Glascott J, Johnson V. Videofluoroscopic assessment of dysphagia in children with severe spastic cerebral palsy. *Dysphagia*. 1994;9(3):174–9.
66. Wright RER, Wright ER, Carson CA. Videofluoroscopic assessment in children with severe cerebral palsy presenting with dysphagia. *Pediatric Radiology*. 1996 Oct;26(10):720–2.
67. Griggs CA, Jones PM, Lee RE. Videofluoroscopic Investigation Of Feeding Disorders Of Children With Multiple Handicap. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008 Nov 12;31(3):303–8.
68. Mc Laughlin JP. Some characteristics and effects of natural radiation. *Radiation Protection Dosimetry*. 2015 Nov 1;167(1–3):2–7.
69. U.S. National Research Council. Code of Federal Regulations Title 20 Standards for Protection Against Radiation. Vol. 20, Code of Federal Regulations. 2002.
70. Karipidis KK. Measurement of Residential Power Frequency Magnetic Fields. *Yallambie*; 2002 Mar.
71. Appendix D: Reports Produced by the Health Protection Agency (Hpa) (Formerly National Radiological Protection Board, NrpB). *J ICRU*. 2005 Dec 7;5(2):87–92.
72. Huda W. Effective doses to adult and pediatric patients. *Pediatric Radiology*. 2002 Apr 1;32(4):272–9.

ANEXOS

ANEXO 1. ESCALA GMFCS (tomado de (43))

GMFCS E & R between 6th and 12th birthday: Descriptors and illustrations



GMFCS Level I

Children walk at home, school, outdoors and in the community. They can climb stairs without the use of a railing. Children perform gross motor skills such as running and jumping, but speed, balance and coordination are limited.



GMFCS Level II

Children walk in most settings and climb stairs holding onto a railing. They may experience difficulty walking long distances and balancing on uneven terrain, inclines, in crowded areas or confined spaces. Children may walk with physical assistance, a hand-held mobility device or used wheeled mobility over long distances. Children have only minimal ability to perform gross motor skills such as running and jumping.



GMFCS Level III

Children walk using a hand-held mobility device in most indoor settings. They may climb stairs onto a railing with supervision or assistance. Children use wheeled mobility when traveling long distances and may self-propel for shorter distances.



GMFCS Level IV

Children use methods of mobility that require physical assistance or powered mobility in most settings. They may walk for short distances at home with physical assistance or use powered mobility or a body support walker when positioned. At school, outdoors and in the community children are transported in a manual wheelchair or use powered mobility.



GMFCS Level V

Children are transported in a manual wheelchair in all settings. Children are limited in their ability to maintain antigravity head and trunk postures and control leg and arm movements.

GMFCS descriptors: Paltano et al. (1997) Dev Med Child Neurol 39:214-23
CanChild: www.canchild.ca

Illustrations Version 2 © Bill Reid, Kate Willoughby, Adrienne Harvey and Kerr Graham,
The Royal Children's Hospital Melbourne ERC151050