



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS EN PANANGIOGRAFÍA CEREBRAL
PEDIÁTRICA EN UNA INSTITUCIÓN PRIVADA, LIMA 2022

**Línea de investigación:
Biotecnología En Salud**

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica
en Radiología

Autora

Arnao Olivos, Joyce Nicole

Asesora

Moltalvo Lamadrid, Rosa María

ORCID: 0000-0002-4585-6078

Jurado

Silva Luque, Gina Julia Estela

Pachas Barbarán, Liliana Maribel

Fernández Torres, Mariela Raida

Lima - Perú

2025

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)



NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS EN PANANGIOGRAFÍA CEREBRAL PEDIATRICA EN UNA INSTITUCION PRIVADA, LIMA 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.tec.mx Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	3%
4	www.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	angioteam.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

**NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS EN PANANGIOGRAFÍA
CEREBRAL PEDIATRICA EN UNA INSTITUCION PRIVADA, LIMA
2022**

Línea de investigación: Biotecnología En Salud.

**Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en
Radiología**

Autor:

Arnao Olivos, Joyce Nicole

Asesor

Moltalvo Lamadrid, Rosa María

Codigo Orcid: 0000-0002-4585-6078

Jurado:

Silva Luque, Gina Julia Estela

Pachas Barbarán, Liliana Maribel

Fernández Torres, Mariela Raida

Lima-Perú

2025

DEDICATORIA

A mi madre que es mi ejemplo a seguir, que me acompaño en todas mis noches de estudio y la razón que motiva a mi corazón a seguir avanzando sin rendirme a pesar de las adversidades, a mi padre que siempre ha cuidado de mi familia y de mí, quien me enseñó lo que es esforzarse para obtener grandes resultados, a mis hermanas por su apoyo incondicional. Ellos son la razón de mi crecimiento tanto personal como profesional, es por ellos que tengo mis objetivos y metas claras.

Deseo dedicar también con mucho amor esta tesis a mi Abuelita, mi Mamá Chela, Celia Somocurcio Peralta porque, aunque partió muy pronto y quizá no pudo estar presente en mi camino profesional, quiero que sepa que hizo de mi niñez y adolescencia un mundo mejor, te llevo siempre en mi corazón, gracias por todo el amor que siempre me diste.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Descripción y formulación del problema	2
1.2	Antecedentes.....	4
1.3	Objetivos	9
1.3.1	Objetivo General.....	9
1.3.2	Objetivos específicos	9
1.4	Justificación.....	9
II.	MARCO TEORICO.....	11
2.1	Bases teóricas sobre el tema de investigación	11
III.	MÉTODO	17
3.1	Tipo y diseño de investigación	17
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	17
3.3	Variables.....	17
3.4	Población y muestra.....	20
3.5	Instrumentos	21
3.6	Procedimientos	21
3.7	Análisis de datos	21
3.8	Consideraciones éticas	21
IV.	RESULTADOS.....	22
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
VI.	CONCLUSIONES.....	32

VII. RECOMENDACIONES.....	33
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36
IX. ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempo de fluoroscopia en el procedimiento de panangiografías cerebrales en pacientes pediátricos	24
Tabla 2 Producto Dosis-área de las panangiografías cerebrales en pacientes pediátricos	25
Tabla 3 Dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (mGy), en los estudios de panangiografía cerebral realizada a pacientes pediátricos	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Histograma de edad, de los pacientes pediátricos que se realizaron una panangiografía cerebral	22
Figura 2 Frecuencia de pacientes pediátricos que se realizaron una panangiografía cerebral según sexo	23

RESUMEN

Objetivo: Determinar niveles de referencia de dosis en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.

Metodología: Se realizó una investigación de tipo descriptivo, corte transversal, diseño no experimental y observacional. La población estuvo conformada por todos los pacientes pediátricos que se realizaron un procedimiento de Panangiografía Cerebral durante todo el año

2022. **Resultados:** La distribución de edades mostró una media de 11,15 años, con una desviación estándar de 4,23 años, mientras que la representación gráfica por género reveló una participación equitativa pero distinta, con un 53,93% femenino y un 46,07% masculino. El tiempo de fluoroscopia promedio fue de 5,13 minutos, con una variabilidad significativa entre 1,5 y 16,9 minutos. En cuanto al PDA, la media fue de 58,2 Gy.cm², con una variabilidad desde 12 hasta 208 Gy.cm². Por último, la dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (mGy) mostró una media de 537,8 mGy, con una amplia variabilidad desde 83 hasta 2950 mGy, destacando la necesidad de un enfoque personalizado en la administración de dosis de radiación en esta población pediátrica. **conclusión:** El estudio reveló una distribución equitativa por género en pacientes pediátricos sometidos a panangiografías cerebrales, con una media de edad de 11,15 años. Se observó una variabilidad notable en el tiempo de fluoroscopia, el producto dosis-área (PDA) y la dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (mGy). Estos resultados enfatizan la importancia de una atención personalizada para minimizar riesgos y optimizar resultados en esta población pediátrica.

Palabras Clave: Dosis Efectiva, Dosis acumulada en el punto de intervencionismo, Producto dosis Área, Panangiografía cerebral.

ABSTRACT

Objective: Determine reference dose levels in cerebral panangiography procedures in pediatric patients in a private institution in Lima, during the year 2022. **Methodology:** A descriptive, cross-sectional, non-experimental and observational design was carried out. The population was made up of all pediatric patients who underwent a Cerebral Panangiography procedure throughout the year 2022. **Results:** The age distribution showed a mean of 11.15 years, with a standard deviation of 4.23 years, while The graphic representation by gender revealed an equitable but different participation, with 53.93% female and 46.07% male. The average fluoroscopy time was 5.13 minutes, with significant variability between 1.5 and 16.9 minutes. Regarding the PDA, the average was 58.2 Gy.cm², with a variability from 12 to 208 Gy.cm². Finally, the cumulative dose at the intervention point $K_{a,r}$ (mGy) showed a mean of 537.8 mGy, with a wide variability from 83 to 2950 mGy, highlighting the need for a personalized approach in the administration of radiation doses. . in this pediatric population. **Conclusion:** The study revealed an equal gender distribution in pediatric patients undergoing cerebral panangiograms, with a mean age of 11.15 years. Notable variability will be observed in fluoroscopy time, dose-area product (PDA), and cumulative point dose $K_{a,r}$ (mGy). These results emphasize the importance of personalized care to minimize risks and optimize outcomes in this pediatric population.

Keywords: Effective Dose, Cumulative dose at the point of intervention, Area dose product, Cerebral panangiography

I. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de hemodinámica, como la panangiografía cerebral, son herramientas valiosas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cerebrales, pero también involucran el uso de rayos X que pueden causar lesiones cutáneas por radiación en los pacientes. Es por esto que resulta fundamental monitorear en tiempo real la exposición de la zona afectada y determinar los posibles efectos inducidos por la dosis recibida. (Lévano, 2019)

Con el objetivo de cuantificar y optimizar estas dosis de radiación, se han establecido los Niveles de Referencia Diagnóstica, que incluyen parámetros como la dosis acumulada en el punto de intervencionismo (Ka,r) y el producto de dosis-área (PDA). Estos parámetros son herramientas útiles para el monitoreo y control de la exposición a la radiación durante los procedimientos de hemodinámica.

En este contexto, esta investigación busca determinar los niveles de referencia de dosis en los procedimientos de panangiografía cerebral en pacientes del Instituto Nacional del Niño durante los meses de julio a diciembre del 2022 y compararlo con los niveles de referencia establecidos por organismos internacionales (Vañó et al., 2017), para comprobar que se encuentren por debajo de estos. Se plantean como objetivos principales la determinación del tiempo medio de fluoroscopia para cada procedimiento, el cálculo de los indicadores de dosis (Ka,r y PDA) y la búsqueda de posibles correlaciones entre el peso del paciente y la dosis absorbida.

De esta manera, se pretende contribuir al establecimiento de prácticas seguras y efectivas en la hemodinámica, optimizando la protección radiológica de los pacientes y del personal sanitario involucrado en estos procedimientos.

1.1 Descripción y formulación del problema

En el procedimiento de hemodinamia, donde los pacientes son rutinariamente expuestos a radiación ionizante, existe una preocupación creciente sobre los niveles de dosis utilizados durante las panangiografías, que son el procedimiento que se realizan con más frecuencia en nuestro contexto local. La exposición a dosis elevadas de radiación puede resultar en lesiones cutáneas, constituyendo un riesgo significativo para la salud de los pacientes. La importancia de obtener imágenes de calidad y confiables durante estos procedimientos es crucial, y esto debe lograrse utilizando la menor dosis posible para evitar complicaciones innecesarias. (Flores, 2023)

En investigaciones pasadas, la FDA en Estados Unidos identificó al menos 40 casos de lesiones en pacientes sometidos a procedimientos de diagnóstico guiados por fluoroscopia. Este hallazgo subraya la importancia de establecer programas de protección radiológica para minimizar el riesgo asociado con la exposición a la radiación ionizante. (Badel et al., 2018)

En concordancia con estas preocupaciones, el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) aprobó en el año 2015 el "Manual de protección radiológica del departamento de radiodiagnóstico". Este manual establece principios fundamentales, incluyendo la justificación del costo beneficio, la optimización y la limitación de dosis hacia los pacientes. (Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, 2015)

Para garantizar un procedimiento radiológico seguro y efectivo, es esencial la monitorización en tiempo real de parámetros de caracterización, como la dosis acumulada en el punto de intervención (Ka,r) y el producto dosis-área (PDA), en línea con las recomendaciones de la ICRP. (Badel et al., 2018)

Además, la aplicación del principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que aboga por el uso de la menor dosis que razonablemente sea posible, es esencial para reducir el riesgo de efectos estocásticos y mantener una calidad de imagen óptima. (Úbeda et al., 2015)

En este contexto, surge la necesidad de investigar y evaluar los niveles de referencia de dosis de radiación utilizadas en panangiografías en pacientes de una clínica privada en Lima, con el objetivo de asegurar prácticas seguras y efectivas en la realización de estos procedimientos.

Problema general:

¿Cuáles son los niveles de referencia de dosis en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron a una institución privada de Lima, durante el año 2022?

Problemas específicos:

- ¿Cuáles son los rangos y curvas distribución de edad y sexo en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron a una institución privada de Lima durante el año 2022?
- ¿Cuáles son los rangos y media de tiempo de fluoroscopia en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron una institución privada de Lima durante el año 2022?
- ¿Cuáles son los rangos y media de producto dosis área (DAP) en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron a una institución privada de Lima en el año 2022?

- ¿Cuáles son los rangos y media de dosis absorbida en el punto de intervencionismo (Ka,r) en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron a una institución privada de Lima en el año 2022?

1.2 Antecedentes

Antecedentes Internacionales.

Barrios (2019), en su investigación realizada en el estado de Nuevo León, en México, que tuvo como título, "Exploración de Niveles de Dosificación en Procedimientos Hemodinámicos de Instituciones de Tec. Salud". **Objetivo:** Establecer niveles de referencia específicos a nivel local. Su propósito consistió en extraer información de manera sistemática de la base de datos del programa de protección radiológica, centrándose en los procedimientos hemodinámicos llevados a cabo en los principales centros hospitalarios. **Metodología:** Este estudio, se posiciona como una obra observacional descriptiva y retrospectiva. La población objeto de análisis abarcó a pacientes mayores de 18 años que fueron atendidos en el hospital San José y el hospital Zambrano, ubicados en el estado de Nuevo León, México, durante el período comprendido entre julio y diciembre de 2013 hasta enero de 2017. Los resultados obtenidos de esta exhaustiva investigación posibilitaron la definición de niveles de referencia específicos para los procedimientos hemodinámicos preeminentes practicados en dichos hospitales. **Resultados:** Para ilustrar, algunos de los hallazgos destacables incluyen, pero no se limitan a, la angiografía coronaria, para la cual se desarrolló un Ka,r de 1.07 Gy y un PDA de 16.44 Gy². De manera similar, en el caso de la Angioplastia I vaso, los niveles determinados fueron Ka,r de 3.03 Gy y PDA de 16.61 Gy². Asimismo, el Cateterismo Cardíaco Derecho exhibió valores de 0.12 Gy y 1.40 Gy² para Ka,r y PDA, respectivamente. Este patrón de presentación de datos

se replicó para otros procedimientos tales como Marcapasos Definitivo, Marcapasos Temporal, Trombólisis Periférica, y Filtro de Vena Cava, entre otros. **Conclusión:** Estos resultados detallados se erigen como una guía esencial para la optimización de dosis radiológicas, beneficiando la atención de pacientes en entornos clínicos especializados.

Parra (2018), en su investigación titulada “Determinación de dosis en la superficie de entrada recibida por pacientes sometidos a procedimientos intervencionistas en la unidad de hemodinámica del Hospital Carlos Andrade Marín”, tuvo lugar en Quito – Ecuador. **Objetivo:** Examinar detalladamente la dosis superficial que reciben los pacientes durante procedimientos hemodinámicos en dicho centro de salud. **Metodología:** Este enfoque, de carácter descriptivo y retrospectivo, involucró a pacientes mayores de 18 años atendidos en el Hospital Carlos Andrade Marín en el período comprendido entre 2015 y 2018. **Resultados:** Los resultados obtenidos en esta investigación son de particular relevancia, ya que indican que las estimaciones de dosis superficial no excedieron los valores internacionalmente recomendados para prevenir efectos no estocásticos en la piel, manteniéndose por debajo de los 2 Gy. **Conclusión:** Se refuerza la importancia de abordar procedimientos hemodinámicos con prácticas seguras y protocolos de radio protección adecuados, contribuyendo así al bienestar y seguridad de los pacientes en entornos hospitalarios especializados.

González-López et al. (2021), en su investigación realizada en Ecuador, que tuvo como título “Niveles de Referencia de Dosis para Adultos en Procedimientos de Cardiología Intervencionista en Ecuador”, **Objetivo:** Calcular niveles de referencia diagnósticos de dosis en la superficie de entrada para pacientes adultos sometidos a procedimientos intervencionistas en la Unidad de Hemodinámica del Hospital de

Especialidades Carlos Andrade Marín en Ecuador. **Metodología:** Para llevar a cabo esta tarea, se emplearon mediciones precisas del producto dosis-área, dosis en la superficie de entrada, número de imágenes y tiempo de fluoroscopia, utilizando la tecnología avanzada del angiógrafo Axiom. La muestra de estudio comprendió a 145 pacientes, todos mayores de 18 años, cuyos niveles de referencia diagnósticos de dosis obtenidos fueron objeto de comparación con datos recopilados en investigaciones anteriores. Este enfoque metodológico permitió no solo cuantificar las dosis utilizadas en procedimientos intervencionistas, sino también contextualizar estas mediciones en relación con investigaciones previas, ofreciendo una perspectiva más amplia y comparativa. **Resultados:** Los valores medios de los tiempos de fluoroscopia para el cateterismo y cinecoronariografía fueron de 6.80 y 5.35 minutos, respectivamente, mientras que para el procedimiento de intervencionismo percutáneo coronario fue de 14.58 minutos. los valores de la media, mediana y Q75 para el PDA, según corresponden a procedimientos de diagnóstico y terapéuticos. Los valores de la mediana para el PDA para cateterismo y cinecoronariografía fueron de 18,7 y 23,2 Gy.cm², respectivamente, y para el intervencionismo percutáneo coronario de 63,5 Gy.cm². Los valores de la mediana de las DA para cateterismo y cinecoronariografía fueron de 238.5 y 425.0 mGy, respectivamente, y para el intervencionismo percutáneo coronario de 995.0 mGy. **Conclusión:** El impacto significativo de este estudio radica en su capacidad para proporcionar una base sólida para la implementación de niveles de referencia específicos en procedimientos intervencionistas en la Unidad de Hemodinámica del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín en Ecuador. Este enfoque no solo contribuye al establecimiento de prácticas seguras y efectivas en cardiología intervencionista, sino que también destaca la importancia de la mejora

continua en la atención al paciente y la optimización de la calidad de los servicios médicos en entornos hospitalarios especializados.

Antecedentes Nacionales.

Arrascue y Vértiz (2018), en su investigación titulada "Evaluación de la Dosis Absorbida en Pacientes Sometidos a Estudios Radiológicos en la Red Asistencial Lambayeque. EsSalud. Distrito Chiclayo 2017", **Objetivo:** Analizar la dosis absorbida por pacientes sometidos a diversos exámenes de radiodiagnóstico en los hospitales y policlínicos de la red asistencial Lambayeque, específicamente en el Distrito de Chiclayo. **Metodología:** La población de interés abarcó a todos los pacientes sometidos a exámenes radiológicos, tales como Tórax postero anterior (PA), Tórax lateral (LAT), Columna vertebral torácica (AP), Columna vertebral torácica (LAT), Columna vertebral lumbar (AP), Columna vertebral lumbar (LAT), Cráneo (PA) y Cráneo (LAT). Se seleccionaron hospitales que, según los datos del servicio de diagnóstico por imágenes, registraban una cifra aproximada de 3840 pacientes por mes. En términos metodológicos, se realizaron mediciones precisas de la dosis absorbida utilizando equipos de radiología, con un enfoque particular en los exámenes mencionados. **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron niveles significativos de dosis absorbida en los pacientes, destacándose datos específicos para el Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo. Entre los principales hallazgos se encontraron dosis de 1.85 mGy para exámenes de Tórax y 2.96 mGy para la Columna Dorsal. **Conclusión:** La investigación proporcionó una visión detallada de la exposición radiológica en pacientes sometidos a procedimientos de radiodiagnóstico en la red asistencial Lambayeque. Estos resultados no solo contribuyen al conocimiento de las prácticas radiológicas en la región, sino que también abren la puerta a la implementación de estrategias de optimización para garantizar una atención médica segura y efectiva.

Whacheng (2016), en su investigación académica "Radiación y Técnica de Acceso Vascular en Pacientes Sometidos a Cateterismo Cardíaco en Hemodinámica: Experiencia en el Hospital Central FAP durante el periodo de enero a diciembre de 2015", **Objetivo:** Examinar la relación entre la dosis de radiación y las técnicas de acceso vascular, el estudio se enfocó en pacientes sometidos a cateterismo cardíaco en la unidad de hemodinámica del Hospital Central Fuerza Aérea del Perú. **Metodología:** el autor se embarca en una investigación observacional, cualitativa, descriptiva y retrospectiva de carácter transversal. La metodología empleada se apoyó en la hoja de datos como herramienta fundamental para recopilar información específica. Se registraron meticulosamente las características demográficas y angiográficas de los pacientes, así como las dosis de radiación correspondientes. La muestra, compuesta por 150 pacientes, se dividió en dos grupos: 106 sometidos a procedimientos por técnica radial y 44 por técnica femoral. **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron patrones significativos. La prevalencia de pacientes femeninos fue notablemente menor en el grupo de acceso radial (23% vs 77%). En términos de procedimientos, la angiografía coronaria destacó como el más frecuente, seguido de procedimientos combinados y angioplastia por stent (55% vs 27% vs 18%). Un hallazgo relevante fue la diferencia significativa en el tiempo de exposición promedio, siendo superior en la técnica de acceso radial en comparación con la femoral (10.93 minutos vs 7.76 minutos, $p < 0.05$). **Conclusiones:** Se estableció que la aplicación de la técnica de acceso radial se asocia con una mayor dosis de radiación y tiempo de exposición en los estudios de hemodinámica en el Hospital Central Fuerza Aérea del Perú. Este descubrimiento no solo resalta la necesidad de una consideración más profunda de los factores de radiación en procedimientos hemodinámicos, sino que también subraya la importancia de la

optimización continua de las prácticas clínicas para garantizar la seguridad y eficacia en la atención al paciente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Determinar niveles de referencia de dosis en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los rangos y curvas distribución de edad y sexo en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.
- Determinar los rangos y media de tiempo de fluoroscopia en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.
- Determinar los rangos y media de dosis área (DAP) en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.
- Determinar los rangos y media dosis absorbida en el punto de intervencionismo (Ka,r) en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de Lima, durante el año 2022.

1.4 Justificación

La justificación de la presente investigación reviste una importancia crucial en virtud de la alta probabilidad de que los niveles máximos de dosis en los procedimientos de hemodinámica en esta institución privada superen los límites establecidos, lo que

podría ocasionar lesiones cutáneas, siendo esta situación aún más crítica en pacientes pediátricos, quienes exhiben una mayor susceptibilidad celular a la radiación. En consecuencia, resulta imperativo implementar medidas que limiten y mitiguen los efectos adversos asociados a la radiación en esta población.

La focalización de la investigación recae específicamente en los procedimientos de Panangiografía Cerebral, procedimientos de relevancia para la población pediátrica. La importancia de mantener las dosis dentro de los parámetros recomendados y redoblar esfuerzos para salvaguardar la seguridad de los pacientes constituye una consideración fundamental en el diseño de la investigación.

El concepto de "Niveles de Referencia" surge como una herramienta esencial para optimizar los procesos y condiciones de irradiación, buscando alcanzar dosis tan bajas como sea razonablemente posible sin menoscabar la calidad del diagnóstico. En este contexto, la propuesta de determinar niveles de referencia se erige como una premisa fundamental para alcanzar los objetivos diagnósticos propuestos.

Desde una perspectiva social, la investigación es justificable al proporcionar un análisis exhaustivo sobre la idoneidad de las dosis empleadas en esta institución privada de lima para la población atendida en los servicios de hemodinámica. La determinación de niveles de referencia de dosis locales contribuirá significativamente a salvaguardar la seguridad y el bienestar de los pacientes, marcando un hito en la mejora de las prácticas médicas y la atención pediátrica.

II. MARCO TEORICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

Desarrollo histórico y tecnológico de los equipos de fluoroscopia:

Desde principios del siglo XX, la utilización práctica de la fluoroscopia de rayos X ha sido un elemento integral en la práctica de la radiología. En su mayoría, se empleaba para realizar procedimientos con fines diagnósticos, los cuales implicaban un riesgo mínimo para los pacientes. No obstante, en la última década, se ha observado un incremento significativo en la demanda de esta técnica, tanto en procedimientos diagnósticos como terapéuticos. (Jaschke et al., 2017)

Este aumento en la utilización de la fluoroscopia ha llevado consigo un mayor riesgo de lesiones para los pacientes, especialmente debido a que algunos de estos procedimientos son técnicamente desafiantes y requieren períodos prolongados de exposición a la radiación. Este fenómeno se atribuye, en parte, a la preferencia por métodos menos invasivos y más económicos en comparación con los procedimientos quirúrgicos. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2022)

La creciente demanda de procedimientos guiados por fluoroscopia ha impulsado un avance tecnológico significativo en los equipos desde sus inicios, basándose en el descubrimiento de los rayos X por Sir Wilhelm Röntgen en 1895. Este progreso tecnológico ha sido gradual e involucra a todos los componentes del sistema de fluoroscopia. (Ambrosio, 2021)

Aunque estas mejoras han tenido un impacto positivo en la calidad de imagen y en la reducción de la dosis de radiación emitida por los equipos de fluoroscopia, la introducción de procedimientos más complejos ha conllevado un aumento en el riesgo de lesiones inducidas por radiación. Este incremento de riesgo motivó, en 2006, la implementación de instrumentos y software para el monitoreo indirecto de la dosis en

la piel de los pacientes, ahora presentes en todos los equipos de fluoroscopia. (Delves et al., 2023)

Efectos biológicos y de la exposición de los rayos X

La radiación ionizante puede producir efectos biológicos tanto determinísticos como estocásticos. Los efectos determinísticos son aquellos que se producen con seguridad a partir de una dosis umbral específica. Los efectos estocásticos, en cambio, son aquellos que se producen con una probabilidad que aumenta con la dosis, pero que no tienen un umbral definido. (García-Martínez et al., 2022)

En el contexto de los procedimientos intervencionistas, los pacientes pueden recibir dosis de radiación ionizante concentradas en un área pequeña. Esto puede aumentar el riesgo de efectos determinísticos, como quemaduras cutáneas.

La Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos ha estimado que la frecuencia de lesiones cutáneas secundarias a la radiación ionizante durante los procedimientos intervencionistas es de 1:10,000 a 1:100,000 casos. Aunque esta frecuencia es relativamente baja, las lesiones pueden ser graves e incapacitantes. (Jaschke et al., 2017)

Los efectos determinísticos de la radiación ionizante en la piel se manifiestan en un rango que va desde el eritema (enrojecimiento) hasta la necrosis crónica o úlceras. La dosis absorbida necesaria para producir un eritema es de aproximadamente 2 Gy. (Ordóñez, 2017)

Monitoreo de la dosis sobre la piel en los procedimientos de fluoroscopia

Con base en que es posible medir la dosis absorbida en piel en un estudio de hemodinamia, el indicador directo sería la dosis acumulada en el punto de intervencionismo (Ka_r), que indica la dosis recibida en el área irradiada por el haz de rayos X, la monitorización de este parámetro hace posible la vigilancia del riesgo

de exceder las dosis umbrales conocidas para los efectos determinísticos durante un proceso intervencionista. A pesar de que no sea posible medir directamente la dosis efectiva, en la práctica clínica existen modelos que permiten estimarla; entre ellas se encuentra el Producto Kerma Aire (PKA) o Producto Dosis Aire (PDA); que es un parámetro que todos los equipos de hemodinamia nos permiten cuantificar. (Hidalgo y Harrison, 2017)

Lamentablemente, se encuentran numerosas variables que influyen en la cantidad acumulada de dosis en una región específica de la piel. Estas variables abarcan aspectos como las dimensiones del área de exposición, la distancia desde la fuente de rayos X hasta el punto de entrada del haz incidente, la orientación del tubo de rayos X, y diversos factores más. (Petro, 2019)

Niveles de referencia de dosis de procedimientos de diagnóstico por imagen

Podría inferirse que, en caso de que el umbral de dosis de rayos X necesario para inducir lesiones cutáneas sea conocido, resultaría imperativo imponer límites regulatorios de dosis en la piel del paciente en procedimientos que involucren fluoroscopia. Sin embargo, la práctica médica relacionada con radiaciones ionizantes establece que la justificación de la prescripción médica y la optimización de los métodos del procedimiento deben ser adecuadamente aplicadas por los profesionales de la salud, sin imponer límites umbrales a la dosis sobre el paciente. En el ámbito específico de los procedimientos de hemodinámica guiados por fluoroscopia, los sistemas de monitoreo de parámetros de dosis en la piel sirven únicamente como indicadores de la dosis potencial que ha incidido en la piel del paciente, y su recomendación no debe considerarse como el único criterio para interrumpir un procedimiento. (Vaño et al., 2017)

En respuesta a la necesidad de optimizar la dosis recibida por los pacientes en procedimientos que emplean radiación ionizante con fines diagnósticos o terapéuticos, se introdujo el concepto de "Niveles de Referencia Diagnóstica" o DRLs, denominación derivada de sus iniciales en inglés. El nivel de referencia diagnóstica (DRL) se conceptualiza como un nivel de investigación destinado a optimizar la exposición médica en procedimientos diagnósticos e intervencionistas, sirviendo como indicador para determinar si la cantidad de radiación ionizante utilizada en un procedimiento específico en condiciones de rutina es excepcionalmente alta o baja. (Barrios, 2019)

Con respecto a los DRLs, se llevan a cabo encuestas y registros en diversos centros médicos para recopilar los niveles nacionales, y cuando se generan múltiples DRLs en una región (por ejemplo, la Unión Europea), se establece el valor DRL utilizando la media de los datos disponibles. Es imperativo revisar continuamente los valores DRL nacionales y regionales, con la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) sugiriendo intervalos de revisión de 3 a 5 años o en respuesta a cambios en protocolos de imagen o mejoras en el post procesamiento. (Vañó et al., 2017)

Panangiografía cerebral

La panangiografía cerebral, un procedimiento radiológico especializado, se erige como un medio integral para examinar con minuciosidad la circulación sanguínea en el cerebro. Este estudio, ejecutado mediante cateterismo, se posiciona como una herramienta fundamental en la evaluación de diversas patologías cervicales, faciales o cerebrales, particularmente aquellas de índole tumoral o vascular. La meticulosidad de este método permite no solo la identificación de las patologías en cuestión, sino también la comprensión de su composición, desempeñando un papel crucial en la determinación de estrategias terapéuticas personalizadas para cada caso específico. (Lévano, 2019)

Este enfoque avanzado de la panangiografía posibilita el abordaje selectivo de los principales vasos braquiocefálicos, presentando una precisión excepcional en la visualización de las arterias cerebrales. Además, destaca por su eficiencia y baja invasividad. La obtención de imágenes altamente detalladas y nítidas de los vasos sanguíneos no solo mejora la precisión del diagnóstico, sino que también elimina la necesidad de recurrir a procedimientos quirúrgicos convencionales, marcando así un avance significativo en la gestión de patologías cerebrales. (Millán y Campollo, 2000)

Este procedimiento especializado se realiza en una sala de hemodinamia, donde se utiliza fluoroscopia y se administra un medio de contraste intraarterial. La exploración se centra en las cuatro arterias principales que irrigan el cerebro: la arteria vertebral derecha, la arteria vertebral izquierda, la arteria carótida interna derecha y la arteria carótida interna izquierda. El objetivo primordial es identificar anomalías como aneurismas, malformaciones y enfermedades como la aterosclerosis, proporcionando así información crucial para la planificación del tratamiento. (Moncada et al., 2023)

El procedimiento inicia con la inserción cuidadosa de un catéter y una guía, utilizados para navegar contra el flujo a lo largo del sistema arterial. Esta navegación culmina en el arco aórtico, el punto de origen de las arterias del cuello que se dirigen hacia el cerebro. Este enfoque preciso y detallado posiciona a la panangiografía como una técnica clave para el estudio de enfermedades vasculares cerebrales, ya que permite evaluar exhaustivamente el sistema vascular en la región cerebral en su conjunto. (Saal et al., 2021)

Por lo tanto, la panangiografía cerebral, con sus características avanzadas y su capacidad integral de diagnóstico representa un hito significativo en la gestión de patologías cerebrales. Su aplicación en la sala de hemodinamia, junto con la

fluoroscopia y la administración de medios de contraste, confiere a este procedimiento una relevancia indiscutible en la identificación y comprensión de afecciones vasculares y tumorales, allanando el camino hacia intervenciones terapéuticas más precisas y personalizadas.

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo descriptiva, diseño no experimental, retrospectivo en el tiempo y por la forma de recolección de datos transversal.

Tuvo un enfoque cuantitativo, con base en que los resultados serán expresados utilizando datos numéricos.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La investigación recolectó datos de los pacientes atendidos en el servicio de Cineangiografía de una clínica privada de Lima, durante todo el año 2022.

3.3 Variables

- Edad (Años)
- Sexo (Género)
- Dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (Gy)
- Producto Dosis-área (μGym^2)
- Tiempo de fluoroscopia (min)

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO	Instrumento de recolección
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Tiempo desde el momento de su nacimiento hasta el momento en que empieza el examen	3-5 años 6-11 años 12 a 18 años	Ordinal	Cuantitativa	Ficha ad-hoc
Sexo	Características biológicas y fisiológica que definen a hombres y mujeres.	Sexo del paciente sometido a una panangiografía.	Hombre Mujer	Nominal	Cualitativo	

Dosis acumulada en el punto de intervención Ka,r (mGy)	Concentración de energía medida a 15 cm del isocentro del tubo de rayos X.	Es un indicador del pico de dosis recibida en la piel.	mGy	Nominal	Cuantitativo
Producto Dosis-área	Dosis suministrada por área afectada	Sobre la piel del paciente	Gy.cm ²	Nominal	Cuantitativo
Tiempo de fluoroscopia	Tiempo que el equipo emite radiación	Tiempo en el que está expuesto el paciente a la radiación del equipo	min	Nominal	Cuantitativo

3.4 Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por todos los pacientes pediátricos que se realizaron un procedimiento de Panangiografía Cerebral durante todo el año 2022.

- ***Criterios de inclusión:***

- Pacientes que sean atendido en el servicio de hemodinamia para estudio de Panangiografía cerebral.
- Pacientes que se encuentren en el intervalo etario de 3 a 18 años.

- ***Criterios de exclusión:***

- Se excluyó del análisis los valores que no sean concordantes.
- Pacientes menores de 3 años.
- Pacientes mayores de 18 años.

- **Unidad De Análisis**

- Se utilizó como unidad de análisis los reportes dosimétricos, de las panangiografías realizadas a los pacientes pediátricos en el periodo de estudio.

Muestra

La muestra estuvo conformada por todos 89 pacientes que cumplen con los criterios de selección.

Muestreo

El tipo de muestreo a emplear fue el muestreo por conveniencia.

3.5 Instrumentos

Para la recolección de datos se hizo uso de una ficha ad-hoc (anexo 1) donde se anotó la información de interés y que se encuentre en concordancia con los objetivos propuestos. Esta información fue obtenida principalmente de la base de datos del equipo de angiografía.

3.6 Procedimientos

Se presentó una solicitud dirigida al Gerente General del servicio asistencial. Una vez obtenido el permiso se procederá a seleccionar todos los casos que cumplan con todos los criterios de inclusión.

La información fue registrada en un cuadro de Excel diseñado para esta investigación y finalmente trasladada al programa estadístico SPSS versión 26.

3.7 Análisis de datos

Se empleó el programa estadístico SPSS Vs. 26 para elaborar la estadística descriptiva. Se presentarán los datos empleando tablas de frecuencia, respuestas múltiples, figuras de barras, sectores para las variables y dimensiones categóricas.

3.8 Consideraciones éticas

No fue necesario el uso del consentimiento informado debido a que nuestro estudio es retrospectivo, y no se intervendrá en el proceso de atención al paciente.

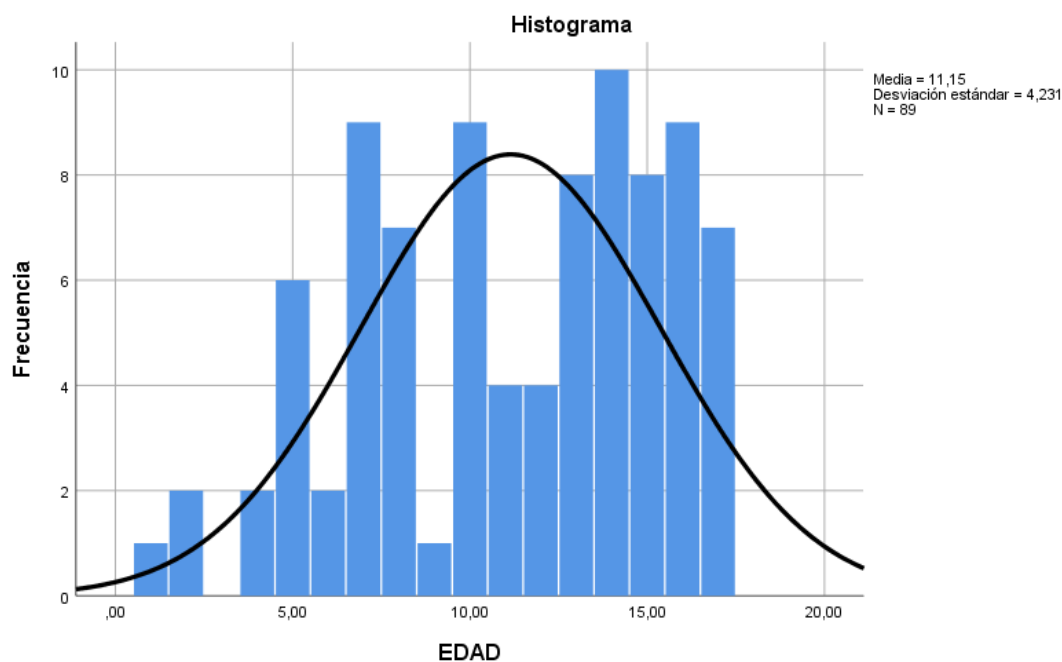
Para el acopio de datos se confeccionó una ficha de recolección basándose en los principios bioéticos considerados en Declaración de Helsinki y el informe de Belmont.

La recopilación de datos mantuvo una estricta privacidad, anonimato y confiabilidad en el manejo de la información solo para el desarrollo de esta investigación.

IV. RESULTADOS

Figura 1

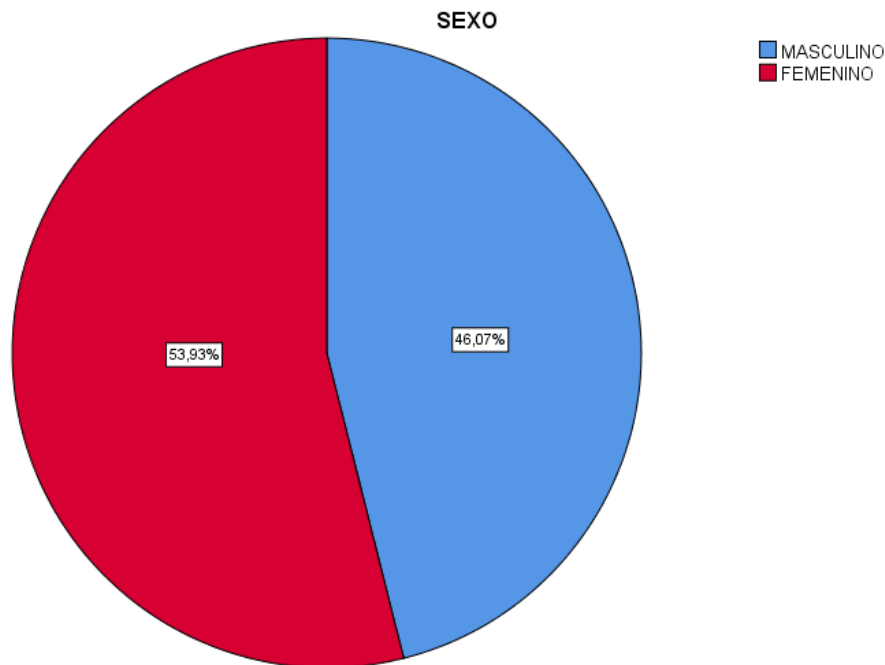
Histograma de edad, de los pacientes pediátricos que se realizaron una panangiografía cerebral



Nota. La representación gráfica, ilustrada en la Figura 1, nos proporciona información acerca de la edad promedio de los participantes que fueron incluidos en el estudio. Según los datos recopilados, se observa que la media de edades de estos pacientes se sitúa en 11,15 años, y se presenta una variabilidad en las edades con una desviación estándar de 4,23 años. Estos resultados nos brindan una visión más detallada y precisa de la distribución de las edades dentro de la muestra estudiada.

Figura 2

Frecuencia de pacientes pediátricos que se realizaron una panangiografía cerebral según sexo



Nota. La representación gráfica presentada en la Figura 2 nos ofrece un análisis detallado de la frecuencia de pacientes que se sometieron a una panangiografía cerebral, desglosada por género. Es significativo destacar que dentro del grupo de pacientes que participaron en la investigación, el 53,93% pertenecía al género femenino, mientras que el 46,07% correspondía al género masculino. Estos datos revelan una distribución equitativa pero distinta en la participación de ambos géneros en el procedimiento de panangiografía cerebral, lo cual puede tener implicaciones importantes para la comprensión y el abordaje de las condiciones médicas relacionadas con este estudio.

Tabla 1

Tiempo de fluoroscopia en el procedimiento de panangiografías cerebrales en pacientes pediátricos

N		89
Media		5,13 min
Desv. Desviación		3,15 min
Mínimo		1,50 min
Máximo		16,90 min
Percentiles	25	3,10 min
	50	4,00 min
	75	6,55 min

NOTA. La tabla 1 proporciona información con respecto al tiempo global de exposición a la fluoroscopia durante la realización de procedimientos de panangiografías en una muestra representativa de pacientes pediátricos atendidos en una institución de atención médica privada durante el año calendario 2022. Es crucial destacar que los resultados obtenidos reflejan una medida central representativa de 5,13 minutos, indicando el tiempo promedio empleado en los procedimientos mencionados. Sin embargo, es relevante señalar que esta medida de tendencia central se encuentra dentro de un rango significativo que abarca desde 1,5 hasta 16,9 minutos.

Tabla 2*Producto Dosis-área de las panangiografías cerebrales en pacientes pediátricos*

N		89
Media		58,2 Gy. cm ²
Desv. Desviación		48,4 Gy. cm ²
Mínimo		12 Gy. cm ²
Máximo		208 Gy. cm ²
Percentiles	25	25,0 Gy. cm ²
	50	41,0 Gy. cm ²
	75	75,0 Gy. cm ²

Nota. Los resultados presentados se centran específicamente en la caracterización de los valores asociados con el producto dosis-área (PDA) en panangiografías cerebrales practicadas en pacientes pediátricos. Esta información no solo proporciona una visión pormenorizada de los procedimientos en cuestión, sino que también arroja luz sobre la variabilidad observada en los datos.

En lo que respecta a la media del PDA, se identifica un valor de 58,2 Gy.cm², lo que indica el promedio de la radiación absorbida en el área de interés. Este dato proporciona una referencia central valiosa, aunque es igualmente esencial explorar la variabilidad, la cual se manifiesta en un rango que abarca desde 12 Gy.cm² hasta 208 Gy.cm².

Tabla 3

Dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (mGy), en los estudios de panangiografía cerebral realizada a pacientes pediátricos

N		89
Media		537,8 mGy
Desv. Desviación		635,9 mGy
Mínimo		83 mGy
Máximo		2950 mGy
Percentiles	25	193,7 mGy
	50	294,5 mGy
	75	546,0 mGy

Nota. La tabla 3 ofrece una visión detallada de la dosis acumulada en el punto de intervencionismo Ka,r (mGy), se observa una media de 537.8 mGy, un dato que no solo indica el valor promedio sino que sirve como punto de referencia esclarecedor para comprender la magnitud de la exposición a la radiación en el área de intervencionismo. Este valor, aunque revelador, se enriquece aún más al considerar el rango extenso que oscila entre 83 mGy y 2950 mGy, subrayando la variabilidad inherente a las experiencias individuales de los pacientes pediátricos en este contexto.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión que se presenta tiene como propósito realizar un análisis detenido y contextualizado de los resultados obtenidos en nuestra investigación sobre dosis radiológicas en panangiografías cerebrales pediátricas. Esto se llevó a cabo mediante la comparación con investigaciones a nivel internacional y nacional, proporcionando una perspectiva más abarcadora y enriquecedora de los resultados obtenidos.

La edad promedio de los pacientes en este estudio (11,15 años) es similar a la reportada por Parra (2018) en Ecuador (10,8 años). Sin embargo, la desviación estándar en este estudio (4,23 años) es mayor, lo que indica una mayor variabilidad en las edades de los pacientes.

La distribución por sexo en este estudio (53,93% niñas, 46,07% niños) es ligeramente desigual, pero no se considera una diferencia significativa. La literatura sobre panangiografías cerebrales pediátricas no suele reportar la distribución por sexo, lo que limita la comparación con otros estudios.

Esta investigación refleja un tiempo promedio de fluoroscopia de 5,13 minutos, con un rango que va desde 1,5 hasta 16,9 minutos, otros estudios presentan resultados similares. Por ejemplo, el estudio de González-López et al. (2021) en Ecuador proporcionó valores medios de tiempo de fluoroscopia para diferentes procedimientos cardíacos, que oscilaron entre 5,35 y 14,58 minutos, lo que también coincide con la amplia gama observada en nuestra muestra. Estas similitudes subrayan la importancia de considerar la variabilidad en los tiempos de fluoroscopia en el contexto de la práctica clínica, lo que puede tener implicaciones importantes para la optimización de los procedimientos y la reducción de la exposición a la radiación en pacientes pediátricos.

Con respecto al Producto Dosis Área, Barrios (2019), en su investigación aborda la complejidad inherente a la variabilidad de dosis en diferentes contextos. Al comparar estos

resultados con nuestra investigación centrada en panangiografías cerebrales pediátricas, surge una diferencia significativa en el producto dosis-área (PDA). Mientras Barrios informa una PDA para angiografía coronaria de 16,44 Gy.cm², los hallazgos de esta investigación revelaron una media de PDA de 58,2 Gy.cm². Esta discrepancia subraya la importancia de considerar la variabilidad en las prácticas de dosificación, que puede atribuirse a las diferencias en la naturaleza de los procedimientos y la población estudiada.

En una línea de investigación similar, Parra (2018) en su investigación "Determinación de dosis en la superficie de entrada recibida por pacientes sometidos a procedimientos intervencionistas en la unidad de hemodinámica del Hospital Carlos Andrade Marín ". Aunque la comparación con nuestra investigación es desafiante debido a la diversidad de procedimientos, es relevante señalar que, mientras ellos reportan dosis superficiales por debajo de 2 Gy, el enfoque en panangiografías cerebrales pediátricas revela un rango de 83 mGy y 2950 mGy. Estos resultados, aunque de igual forma se mantienen inferior a los 2Gy estas variaciones apuntan a la necesidad de ajustar las expectativas según el tipo de procedimiento y la población.

Por otro lado, González-López et al. (2021) proporcionaron niveles de referencia de diagnósticos de dosis. Al comparar con nuestra investigación, destacamos divergencias en los tiempos de fluoroscopia y en el PDA. Mientras que reportan valores medianos para PDA de 18.7 Gy.cm² y 23.2 Gy.cm² para cateterismo y cinecoronariografía, respectivamente, nuestros resultados para panangiografías cerebrales pediátricas exhibieron una media de 58.2 Gy.cm². Esta variabilidad puede explicarse por diferencias en los procedimientos y enfoques de intervencionismo.

A nivel nacional, Arrascue y Vértiz (2018) se centran en la dosis absorbida en exámenes radiológicos. Aunque nuestras investigaciones difieren en procedimientos, sus resultados

revelan dosis específicas para estudios radiológicos. En nuestro estudio de panangiografías cerebrales pediátricas, observamos un rango de PDA de 12 Gy.cm² a 208 Gy.cm², contrastando con sus hallazgos en estudios radiológicos generales. Este contraste resalta la necesidad de considerar las especificidades de cada tipo de estudio al interpretar los resultados.

La dosis absorbida en el punto de intervencionismo (Ka, r) en panangiografía cerebral pediátrica varía considerablemente, con un rango de 83 mGy a 2950 mGy, según estudios realizados por Barrios (2019), González-López et al. (2021), Arrascue y Vértiz (2018) y Whacheng (2016). Esta variabilidad es similar a la observada en otros procedimientos hemodinámicos en adultos, pero es importante destacar que la población pediátrica es más susceptible a los efectos de la radiación, como lo resaltan Parra (2018).

En comparación con estudios internacionales, la dosis acumulada en Ka,r en panangiografía cerebral pediátrica se encuentra dentro del rango de valores reportados para procedimientos hemodinámicos en adultos por Barrios (2019) y González-López et al. (2021). Sin embargo, la variabilidad en la dosis absorbida en niños es un factor importante para considerar para la optimización de las prácticas clínicas, tal como lo indica Whacheng (2016).

Para mejorar la seguridad de los procedimientos, es necesario implementar protocolos de optimización de dosis, como lo sugiere Arrascue y Vértiz (2018), capacitar al tecnólogo médico en técnicas de radioprotección y realizar estudios de seguimiento para evaluar los efectos a largo plazo de la radiación en pacientes pediátricos. Sin embargo, la variabilidad en la dosis absorbida en niños es un factor importante para considerar para la optimización de las prácticas clínicas.

Asimismo, es necesario mencionar que la Society of Interventional Radiology, & Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe (SIR y CIRSE) recomienda que valores superiores a los 500Gy.cm² deberían ser supervisados ya que se podría evidenciar

alguna lesión a nivel de piel para pacientes adultos sometidos a intervencionismo radiológico. El valor medio de PDA en este estudio (58,2 Gy.cm²) por lo que podemos indicar que se mantiene dentro de del margen propuesto e indica que se lleva a cabo practicas seguras en cuanto a protección radiológica en esta institución privada en Lima. (SIR y CIRSE, 2009)

Del mismo modo la ICRP recomienda un límite de 2 Gy para la dosis en piel en un solo procedimiento. El valor medio de la dosis en Ka,r en este estudio (537,8 mGy) es inferior a este límite. (International Commission on Radiological Protection, 2007)

Este análisis comparativo a nivel internacional y nacional subraya la necesidad de considerar cuidadosamente las variaciones en los resultados de dosis radiológicas en función de la naturaleza del procedimiento y la población estudiada. La contextualización de nuestros hallazgos en relación con investigaciones previas proporciona una comprensión más completa y matizada de las prácticas de dosificación en panangiografías cerebrales pediátricas. Estos datos respaldan la importancia de la individualización de las estrategias de dosificación según el procedimiento y la población específica a fin de optimizar la seguridad y la eficacia de los estudios radiológicos.

Limitaciones de la investigación

Tamaño de la Muestra: La cantidad de casos analizados podría considerarse limitada para abordar completamente la diversidad en la presentación de la condición evaluada. Un tamaño de muestra más amplio podría proporcionar una visión más completa de las tendencias y variabilidades.

Contexto Institucional: La investigación se llevó a cabo en una institución de atención médica privada en un contexto específico. Esto podría influir en la aplicabilidad de los resultados a

entornos hospitalarios públicos u otras ubicaciones, ya que las prácticas y la demografía de los pacientes pueden variar.

Datos Temporales: La recopilación de datos se limitó al año calendario 2022. Las tendencias a lo largo del tiempo o las variaciones estacionales podrían no reflejarse completamente en nuestros resultados, limitando la capacidad de generalización a períodos temporales diferentes.

Variabilidad en la Técnica Radiológica: La variabilidad en las técnicas radiológicas utilizadas por diferentes profesionales de la salud podría introducir cierta inconsistencia en los resultados. La estandarización completa de las prácticas puede ser un desafío en entornos clínicos diversos.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Esta investigación revela que la edad promedio de los pacientes pediátricos sometidos a panangiografías cerebrales es de 11.15 años, con una variabilidad significativa de 4.23 años. Esta conclusión destaca la relevancia de considerar la amplia gama de edades dentro de esta población, resaltando la necesidad de enfoques personalizados en la gestión de procedimientos radiológicos en niños y adolescentes.

6.2. La distribución equitativa pero distintiva entre géneros en nuestra muestra, con un 53.93% de pacientes femeninos y un 46.07% de pacientes masculinos. Esta conclusión resalta la importancia de considerar las diferencias de género al planificar y evaluar la necesidad de este procedimiento en pacientes pediátricos.

6.3. Nuestros resultados indican un tiempo promedio de fluoroscopia de 5.13 minutos en panangiografías cerebrales pediátricas, con una variabilidad significativa que abarca desde 1.5 hasta 16.9 minutos. Esta conclusión subraya la necesidad de una gestión eficiente del tiempo durante estos procedimientos, con especial atención a la optimización para reducir la exposición a la radiación.

6.4. La caracterización detallada del PDA en panangiografías cerebrales pediátricas revela una media de 58.2 Gy.cm², con un rango amplio que va desde 12 Gy.cm² hasta 208 Gy.cm². Esta conclusión enfatiza la diversidad en la absorción de radiación entre los pacientes, destacando la importancia de un enfoque personalizado en la administración de dosis radiológicas durante estos procedimientos.

6.5. Esta investigación muestra una dosis acumulada media de 537.8 mGy en el punto de intervencionismo, con un rango que oscila entre 83 mGy y 2950 mGy. Esta conclusión resalta la importancia de monitorear y optimizar la dosis acumulada en el punto de intervencionismo.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Dada la amplia variabilidad en la edad de los pacientes pediátricos sometidos a panangiografías cerebrales, se sugiere una adaptación de las estrategias de comunicación y preparación pre-procedimiento según las distintas etapas del desarrollo.

7.2. Considerando la distribución equitativa pero distintiva entre géneros, se recomienda una atención médica personalizada que tenga en cuenta posibles diferencias biológicas y psicosociales entre niñas y niños. La sensibilización del personal de salud sobre estas diferencias puede contribuir a un abordaje más holístico y eficiente en la atención pediátrica.

7.3. Dada la variabilidad significativa en el tiempo de fluoroscopia, se sugiere la implementación de protocolos de optimización y capacitación continua para el personal involucrado en panangiografías cerebrales pediátricas. La reducción del tiempo de exposición puede ser clave para minimizar la radiación acumulada, especialmente en pacientes más jóvenes.

7.4. Ante la diversidad en la absorción de radiación entre los pacientes, se recomienda la adopción de enfoques individualizados en la administración de dosis radiológicas. La personalización de los protocolos de radiación de acuerdo con las características específicas de cada paciente puede contribuir a optimizar la seguridad y eficacia de los procedimientos.

7.5. Es fundamental ofrecer charlas de concientización dirigidas al equipo multidisciplinario en radiología sobre el uso seguro de las radiaciones ionizantes en su práctica diaria. Estas charlas deben resaltar la importancia de monitorear y optimizar la dosis acumulada en el punto de intervencionismo, así como la correcta utilización de equipos de protección radiológica y técnicas de radiografía digital para reducir la exposición a la radiación tanto para el paciente como para el personal clínico. Además, se debe promover el uso de prácticas de trabajo que

minimicen la exposición a la radiación, como el uso de técnicas de posicionamiento adecuadas y la limitación del tiempo de exposición.

7.6. Es imprescindible revisar y analizar estudios de imágenes previos a la intervención para planificar las proyecciones con las que se trabajará, conocer los puntos de acceso vascular y conocer la estrategia que se empleará de esta forma se disminuirá el tiempo de fluoroscopia.

7.7. Iniciar seleccionando el modo de fluoroscopia con menor dosis e ir incrementando según sea necesario. Modificar los protocolos de adquisición utilizando los menores frames por segundo (p. ej. 3-4fps) sin menoscabar en la calidad diagnóstica.

7.8. Utilizar siempre colimadores y filtros que nos ayuden a disminuir la radiación dispersa.

7.9. Verificar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones, realizando calibraciones periódicamente.

7.10. Evitar magnificar los campos de adquisición si no es necesario o de lo contrario hacer uso del zoom digital que no eleva la dosis.

7.11. Uso de herramientas de los equipos de fluoroscopia para evitar adquisiciones innecesarias (p.ej. roadmap, rastreo e imagen de referencia).

7.12. Seguir como regla de oro: Usar la fluoroscopia solo cuando sea necesario y el principio de ALARA.

7.13. El tecnólogo debe alertar al operador cuando indicadores de dosis superen valores recomendados.

7.14. Siempre registrar los reportes dosimétricos de forma sistemática para poder analizarlos periódicamente.

7.15. Revisar los casos que hayan arrojado mayor dosis, analizar las imágenes e indagar por qué para poder buscar formas de reducir las dosis en futuros casos.

7.16. En caso de superar límites recomendados se sugiere hacer seguimiento del paciente para asegurar que no haya lesiones cutáneas junto con control dermatológico de ser necesario.

7.17. Se recomienda hacer un análisis más exhaustivo para lograr determinar niveles de referencia de dosis a nivel local, para ampliar la información.

7.18. Capacitaciones continuas a todo el personal que labora dentro de los servicios de hemodinamia e intervencionismo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ambrosio, R. (2021, 28 de julio). *Por la historia de la medicina: Los rayos X*. Gaceta FM, Facultad de Medicina, UNAM.
<https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2021/07/28/por-la-historia-de-la-medicina-los-rayos-x/>
- Arrascue Campos, S. J., & Vértiz Vidaurre, C. (2018). *Dosis absorbida en pacientes atendidos en el servicio de rayos X de los hospitales y policlínicos de la red asistencial Lambayeque–EsSalud, distrito Chiclayo, 2017*.
- Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Hernández Chica, C. A. (2018). Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 222–229.
<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2017.10.008>
- Barrios, A. (2019). *Determinación de niveles de referencia de dosis en procedimientos de hemodinamia de los hospitales de Tec Salud*.
- Comisión Internacional de Protección Radiológica. (2007). *Publicación 103: Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*.
https://www.icrp.org/docs/p103_spanish.pdf
- Delves, H. J., Vañó, E., & Webb, S. (2023). Monitoreo de la dosis de radiación a los pacientes durante la fluoroscopia: una revisión de la práctica actual y direcciones futuras. *Dosimetría de protección radiológica*, 186(4), 842–852.

- Flores Velasque, J. E. (2023). *Monitoreo de la dosis de radiación en pacientes que se realizaron procedimientos de intervencionismo cardiovascular*. Instituto Nacional Cardiovascular, Lima, 2022.
- García-Martínez, G., García-Hernández, M. A., & López-García, A. (2022). *Revista Española de Protección Radiológica*, 36(2), 49–61.
- González-López, N. A., et al. (2021). Niveles de referencia de dosis para adultos en procedimientos de cardiología intervencionista en Ecuador. *Archivos de Cardiología de México*, 91(4), 415–421.
- Hidalgo, R., & Harrison, V. (2017). *Comparación de la dosis absorbida en piel por pacientes sometidos a estudios de hemodinamia en equipos con intensificador de imágenes y flat panel con películas radiocrómicas*.
- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. (2015). *Manual de protección radiológica del departamento de radiodiagnóstico* (Norma PR.001.2014).
- Jaschke, W., Schmuth, M., Trianni, A., & Bartal, G. (2017). Radiation-induced skin injuries to patients: What the interventional radiologist needs to know. *CardioVascular and Interventional Radiology*, 40(8), 1131–1140. <https://doi.org/10.1007/s00270-017-1674-5>
- Lévano Fuentes, B. M. (2019). *Hemorragia subaracnoidea no traumática mediante panangiografía cerebral digital en pacientes del Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, Callao, 2017*.
- Millán Juncos, J. M., & Campollo Velarde, J. (2000). Valor diagnóstico de la angiografía cerebral en la confirmación de la muerte encefálica: Ventajas e inconvenientes.

Medicina Intensiva, 24(3), 135–141. <https://www.medintensiva.org/es-valor-diagnostico-angiografia-cerebral-confirmacion-articulo-13010770>

Moncada, M. S. L., del Pozo, S. E. R., Feijoo, A. P. R., & Tamayo, S. P. M. (2023). Angiografía cerebral. *RECIAMUC*, 7(2), 448–456.

Ordóñez-Romero, Á. (2017). *Efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos*.

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2022). *Mejora de la protección radiológica en los procedimientos médicos que utilizan fluoroscopia*. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/mejora-de-la-proteccion-radiologica-en-los-procedimientos-medicos-que-utilizan-fluoroscopia>

Parra Riofrío, K. M. (2018). *Determinación de dosis en la superficie de entrada recibida por pacientes sometidos a procedimientos intervencionistas en la unidad de hemodinámica del Hospital Carlos Andrade Marín* (Trabajo de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Repositorio Institucional ESPOCH.

Petro Barón, S. (2019). *Evaluación de dosis en pacientes sometidos a procedimientos de angiografía y angioplastia coronaria transluminal percutánea*.

Saal, G., Vargas, J., Durand, W., & Rodríguez, R. (2021). Abordaje transradial para angiografía cerebral diagnóstica: Primera experiencia en un hospital de la seguridad social. *Acta Médica Peruana*, 38(1), 58–63.

Society of Interventional Radiology, & Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe. (2009). *Guidelines for patient radiation dose management*.

Úbeda, C., Miranda, P., & Vañó, E. (2015). Niveles locales de referencia diagnóstica de dosis al paciente en cardiología intervencionista pediátrica en Chile utilizando rangos de edad y valores de peso del paciente. *Physica Medica*, 42(2), 615–622.

Vañó, E., Miller, D. L., Martin, C. J., Rehani, M. M., Kang, K., Rosenstein, M., Ortiz-López, P., Mattsson, S., Padovani, R., & Rogers, A. (2017). *ICRP Publication 135: Diagnostic reference levels in medical imaging*. *Annals of the ICRP*, 46(1), 1–144.

Whacheng, A. (2016). *Dosis de radiación según técnica de acceso vascular percutáneo en pacientes sometidos a cateterismo cardíaco en hemodinámica en el Hospital Central FAP, enero–diciembre 2015*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

IX. ANEXOS

ANEXO A: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS EN PANANGIOGRAFÍA CEREBRAL PEDIATRICA EN UNA INSTITUCION PRIVADA, LIMA 2022”

Fecha: ___/___/___

Paciente N°: _____

I. DATOS DEMOGRAFICOS.

1. Edad: _____

2. Sexo: - Femenino

-Masculino

II. DATOS DOSIMETRICOS.

1. Dosis acumulada (Ka r) : _____

2. Producto dosis-área (PKA): _____

3. Tiempo de fluoroscopia: _____


ANEXO B: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Definición del Problema	Objetivos	Metodología		
Problema principal	Objetivo general	Variables	Población	Instrumento de medición
¿Cuáles son los niveles de referencia de dosis en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos que acudieron a una institución privada de lima, durante el año 2022?	Determinar niveles de referencia de dosis en procedimientos de panangiografía cerebral en los pacientes pediátricos en una institución privada de lima, durante el año 2022.	Edad Peso dosis acumulada en el punto de intervencionismo (Ka,r) Producto dosis-área (PKA) Tiempo de fluoroscopia	La población se encontró conformada por todos los pacientes que acudieron a una institución privada durante el periodo de estudio a hacerse un procedimiento de Panangiografía Cerebral.	Ficha de recolección de datos

Problemas específicos	Objetivos específicos	Tipo y diseño de investigación	Muestra	Análisis de datos
¿Cuáles es el rango y distribución de la edad y peso de los pacientes que acuden a una institución privada en Lima durante el año 2022?	Identificar la edad y peso de los pacientes que acuden a una institución privada en Lima durante el año 2022.	La presente investigación fue de tipo descriptiva, no experimental, transversal y retrospectiva.	Muestreo aleatorio simple	Se empleó el programa estadístico SPSS Vs. 26 para elaborar la estadística
¿Cuáles es el tiempo de fluoroscopia ideal para los procedimientos de hemodinámica en una institución privada en Lima durante el año 2022?	Determinar el tiempo de fluoroscopia ideal para los procedimientos en una institución privada en Lima durante el año 2022.			descriptiva e inferencial.
¿Cuáles son los umbrales del producto dosis-área y de la intervencionismo (K_a, r) en el punto de intervencionismo de los pacientes que acuden a una	Determinar el producto dosis-área y Las dosis acumulada en el punto de intervencionismo (K_a, r) en el punto de intervencionismo de los pacientes que acuden a una			

institución privada en Lima durante el año 2022?	institución privada en Lima durante el año 2022..			
--	---	--	--	--

ANEXO C: AUTORIZACIÓN DE LA SEDE DE INVESTIGACIÓN



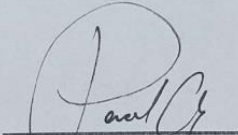
Servicio en Radiodiagnóstico Médico García P&G

A quien corresponda:

De mi consideración tengo a bien entregar el presente documento privado a la señorita bachiller Joyce Nicole Arnao Olivos con DNI: 72748443 con el fin de aceptar el tratamiento de información del servicio de Cineangiografía dentro de la Clínica Javier Prado ubicado en Av. Javier Prado Este 499, San Isidro, siempre y cuando se salvaguarde la información de los pacientes y se use para fines netamente educativos, profesionales y en beneficio del servicio.

Este documento deja constancia de cualquier tramite que la solicitante crea conveniente y apegándose a las bases éticas del Servicio en Radiodiagnóstico Médico García P&G.

San Isidro, 26 de octubre del 2023.


Percy Luis García Aponte
GERENTE GENERAL
DNI 40006488

Servicio en Radiodiagnóstico Médicos García P&G
Cal. Los Geranios lote. B Dpto. 102 (Bq T, Etp li)
Celular 959-244-835