



UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA



TESIS

**“NIVELES DE REFERENCIA DE DOSIS EN ADULTOS PARA
DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES CON TOMOGRAFÍA COMPUTADA
POR IMAGENES.”**

**Para Optar el Título de LICENCIADO EN TECNOLOGIA MEDICA –
ESPECIALIDAD DE RADIOLOGIA**

AUTOR:

BACH. CULQUICONDOR AGUILERA ALAN ROLANDO

ASESOR:

MG. JOSÉ GERARDO CHANCAFE RODRIGUEZ

CHICLAYO – PERU

2020

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

A Dios por haberme mostrado día a día el camino de la paciencia que con el esfuerzo y humildad pude cumplir mis anhelos.

A mis Padres por haberme formado con sencillez y humildad

A mi Esposa e Hijos porque siempre estuvieron conmigo apoyándome en este gran objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos quienes colaboraron con la ejecución de este proyecto, de manera especial a los profesores de la Escuela de Tecnología Médica, A mi Asesor Lic. José Chancafe Rodríguez; al Área de Imágenes de la Clínica del Pacífico por haberme permitido obtener la información necesaria para esta investigación.

ÍNDICE

	Pag
I. RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
II. INTRODUCCION.....	3
2.1.- Marco Teórico	4
A) Situacion Problemática	4
B) Antecedentes Bibliográficos.....	5
C) Base Teórico.....	12
2.2.- Problema	19
2.3.- Hipótesis.....	20
2.4.- Objetivos.....	20
2.5.- Justificación E Importancia.....	21
2.6.- Contrastación Y Operacionalización De Variables.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1.-Tipos De Investigación	24
3.2.-Diseño De Contrastación de hipótesis	24
3.3.-Poblacion Y Muestra	26
3.4.-Instrumentos Y Técnicas De Recolección De Datos	27
3.5.- Análisis Estadísticos	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSION	49
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52
IX. ANEXOS.....	55

I.- RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar los valores de los niveles de referencia de diagnóstico local (LDRL) de los protocolos de examen de TC utilizados en la Clínica El Pacifico de Chiclayo con los niveles de dosis de referencia de diagnóstico (DRL) de la Comisión Europea (CE), Colegio Americano de radiología y Public Health England (Reino Unido) y estimar la dosis efectiva del paciente por tipo de examen. Las cantidades dosimétricas propuestas para los DRL en las Directrices europeas (EG), Colegio Americano de radiología y Public Health England (Reino Unido) para TC son el índice de dosis de tomografía computarizada ponderada (CTDI w) para un solo corte y DLP para un examen completo. Los datos del paciente (edad), así como los parámetros técnicos para cada tipo de examen, se recopilaron en el escáner de TC Siemens Sensation 16 instalado en el Departamento de Radiología, de la Clínica El Pacifico. Los exámenes se categorizaron según la anatomía: cerebro, tórax, y abdomen. Las mediciones del índice de dosis de tomografía computarizada (CTDI) se observaron de los valores emitidos por el mismo tomógrafo. Ambos valores, CTDI w y DLP, para los cuatro exámenes estaban dentro de los valores propuestos dados por la Comisión Europea, Colegio Americano de radiología y Public Health England (Reino Unido). Los resultados confirmaron que La Clínica el Pacifico cumple con los DRL de la la Comisión Europea, Colegio Americano de radiología y Public Health England (Reino Unido) para todos los exámenes.

PALABRAS CLAVES: NIVELES DE REFERENCIA, DOSIS EFECTIVA, CTDIw- DLP

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the values of the local diagnostic reference levels (LDRL) of the CT examination protocols used at the El Pacifico Clinic in Chiclayo with the diagnostic reference dose levels (DRL) of the Commission. European (CE), American College of Radiology and Public Health England (United Kingdom) and estimate the effective dose of the patient by type of examination. The dosimetric amounts proposed for DRLs in the European Guidelines (EG), American College of Radiology, and Public Health England (UK) for CT are the weighted computed tomography dose index (CTDI_w) for a single cut-off and DLP for a single slice. full exam. Patient data (age), as well as technical parameters for each type of examination, were collected on the Siemens Sensation 16 CT scanner installed in the Radiology Department of the El Pacifico Clinic. The exams were categorized according to anatomy: brain, thorax, and abdomen. Computed tomography dose index (CTDI) measurements were observed from the values emitted by the same tomograph. Both values, CTDI_w and DLP, for the four examinations were within the proposed values given by the European Commission, American College of Radiology and Public Health England (United Kingdom). The results confirmed that La Clínica el Pacifico complies with the DRLs of the European Commission, American College of Radiology and Public Health England (UK) for all examinations.

KEY WORDS: REFERENCE LEVELS, EFFECTIVE DOSE, CTD_w- DLP

II.-INTRODUCCIÓN

La presente Investigación de tesis se relaciona en el campos de radiología por lo que he considerado centrarme en la línea de investigación de Salud Integral Humana Las exposiciones médicas con radiaciones ionizantes son actualmente la principal fuente de exposición a la radiación artificial a nivel global. Debido al aumento en el uso de la Tomografía Computada (TC), y en consecuencia, la probabilidad de generar un incremento progresivo de la dosis recibida por los paciente y su relación en el potencial riesgo de los efectos de las radiaciones ionizantes, es importante implementar el uso de niveles de referencia diagnóstico (DRLs) en Tomografía Computada, como herramienta fundamental dentro de un programa de control de calidad que permita la evaluación y optimización de las dosis entregadas a los pacientes según la tarea clínica deseada. Con el objetivo de establecer valores adecuados de dosis en Tomografía Computada.

Para prevenir altas dosis innecesariamente durante estas exposiciones a los pacientes, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) se sugiere la utilización de los Niveles de Referencia para Diagnóstico (DRLs), como una herramienta efectiva de ayuda a la optimización de la protección radiológica en la exposición médica de pacientes para diagnóstico en tomografía computada.

2.1. MARCO TEÓRICO

a. Situación Problemática

El uso de las radiaciones en el diagnóstico médico tiene dos facetas que están muy estrechamente relacionadas con la salud del hombre. En primer lugar, y lo que es más importante, se ha constituido en una herramienta dúctil, rápida y eficaz para el diagnóstico, lo que ha permitido mejorar la salud y por ende la calidad de vida de la población, constituyéndose en la gran mayoría de los casos, en una opción insustituible para evaluar correctamente un determinado caso clínico. En segundo lugar, se ha transformado en la fuente artificial más importante de irradiación del hombre con todos los riesgos que esto implica.

En los países desarrollados las dosis recibidas por Radiodiagnóstico Médico equivalen en promedio a la mitad de las dosis recibidas por la irradiación natural y en los casos individuales las superan ampliamente. Algunas prácticas, como la Tomografía Computada, tienen actualmente un desarrollo vertiginoso por lo que las dosis colectivas de la población siguen en constante en aumento. **(1)**

Es conveniente por lo tanto determinar de qué forma podemos reducir los riesgos debidos a la radiación sin perder ninguno de los beneficios que implica su uso en el Radiodiagnóstico. El objetivo es justificar las prácticas y lograr que las dosis sean tan bajas como sea razonablemente posible, sin alterar o variar Calidad del Diagnóstico que se va a realizar.

Los “Niveles de Referencia” constituyen una herramienta a disposición del profesional responsable para optimizar los procedimientos y las condiciones de irradiación de sus pacientes, a fin de lograr los objetivos señalados.

b. Antecedentes bibliográficos

Antecedentes Internacionales.

ABELE C et al (2019) desarrollaron una investigación: **“Update of national diagnostic reference levels for adult CT in Switzerland and assessment of radiation dose reduction since 2010”** (**"Actualización de los niveles de referencia de diagnóstico nacionales para la TC de adultos en Suiza y evaluación de la reducción de la dosis de radiación desde 2010"**) Estudio comparativo desarrollado en el Departamento de Radiología del Hospital Base Universitario de Petersgraben, Suiza. El objetivo actualizar los niveles nacionales de referencia de diagnóstico (DRL) para CT de adultos en Suiza utilizando un software de gestión de dosis y compararlos con los DRL suizos anteriores de 2010. Los datos de dosis de CT de 14 institutos radiológicos con un total de 50 escáneres de CT se recolectaron con un software de administración de dosis instalado localmente entre 2014 y 2017. Los datos se asignaron a 15 protocolos maestros definidos. Los pasos de limpieza de datos se desarrollaron y ajustaron individualmente para cada instituto y protocolo participantes. Los DRL para cada protocolo maestro se calcularon como el percentil 75 de la distribución del índice de dosis de tomografía computarizada de volumen medio (CTDIvol) y los valores del producto de longitud de la dosis (DLP) por escáner CT. Los resultados obtenidos de 220,269 exámenes de CT estaban disponibles después de la limpieza de datos. Los DRL actualizados mostraron una clara tendencia hacia dosis más bajas en comparación con los DRL anteriores. El cambio relativo promedio en los DRL para CTDIvol fue - 30% (0 a - 47%) y - 22% para DLP (+ 20 a - 40%). La mayor disminución relativa en el DRL para DLP se observó para el protocolo de la columna cervical (- 40%), los dos protocolos de tórax (tórax, - 37%; y la exclusión de embolia pulmonar, - 33%), y los dos protocolos de cuello (cuello, - 32%; y angiografía carotídea, - 28%). Los DRL para otros protocolos, por ejemplo el protocolo de cabeza y abdomen-pelvis, mostraron cambios relativos más pequeños (- 11% y - 17%). Concluyeron que los DRL nacionales actualizados son sustancialmente más bajos que los valores anteriores de 2010, lo que demuestra el progreso tecnológico y los esfuerzos de la comunidad radiológica para reducir la exposición a la radiación CT. (2)

SALAMA DH et al (2017) realizaron una investigación denominada **“Establishing national diagnostic reference levels (DRLs) for computed tomography in Egypt”** (**“Establecimiento de niveles nacionales de referencia de diagnóstico (DRL) para la tomografía computarizada en Egipto”**) en la Autoridad de Energía Atómica en la ciudad del Cairo, Egipto. Estudio comparativo cuyo objetivo fue establecer niveles de referencia de diagnóstico nacional (DRL) para exámenes de tomografía computarizada (TC) de adultos e identificar el potencial de optimización. Se recogieron datos de 3762 exploraciones de TC de cabeza, tórax (alta resolución), abdomen, abdomen-pelvis, tórax-abdomen-pelvis y tomografía computarizada (TC) de la cabeza, pecho y ambas extremidades inferiores en 50 centros de TC. Los resultados se compararon con los DRL de Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Japón, Australia y Francia. Los resultados obtenidos DRL egipcios para CTDIvol en mGy son para cabeza: 30, (alta resolución): 22, abdomen (metástasis hepáticas): 31, abdomen-pelvis: 31, cofre-abdomen-pelvis: 33 y angiografía por TC (aorta y extremidades inferiores): 37. Los DRL correspondientes para DLP en mGy.cm son 1360, 420, 1425, 1325, 1320 y 1320. Para CT de cabeza, el DRL egipcio para CTDIvol es 2-3 veces menor que los DRL de otros países. Sin embargo, el DRL en términos de DLP está en el mismo rango o más alto en comparación con otros. El DRL egipcio para CT de tórax (alta resolución) es similar a otros para DLP pero mayor para CTDIvol. Para abdomen y abdomen-pelvis, los DRL para CTDIvol son más altos que otros. Para DLP, los DRL para abdomen son más altos que DRL en Reino Unido y más bajos que en Japón, mientras que para abdomen-pelvis son más altos que otros países. A pesar de los DRL más bajos para CTDIvol, un problema constante importante parece ser un rango de exploración más alto ya que los DRL para DLP son más altos. (3)

Chong R. L et al (2017) realizaron una investigación denominada **“Establishment of institutional diagnostic reference level for computed tomography with automated dose tracking software”**.(**“Establecimiento de nivel de referencia de diagnóstico institucional para tomografía computarizada con software de seguimiento de dosis automatizado”**.) Estudio retrospectivo transversal, cuyo objetivo fue establecer niveles de referencia de diagnóstico institucional (DRL) mediante el resumen de las dosis recogidas en los cinco sistemas de tomografía computarizada (TC) en el Departamento de Diagnóstico por Imágenes del Hospital

Nacional Universitario de Singapur. Los datos de dosis de CT de 15940 pacientes fueron recolectados de mayo de 2015 a octubre de 2015 en cinco escáneres institucionales. La media, el percentil 75 y el percentil 90 de la distribución de la dosis se calcularon según la región anatómica. Se revisaron los exámenes comunes de TC como cabeza, tórax, abdomen / pelvis combinados (A / P) y tórax / abdomen / pelvis combinados (C / A / P). La distribución del índice de dosis de CT (CTDIvol), el producto de longitud de la dosis (DLP) y la dosis efectiva (ED) se extrajeron de los datos para los exámenes monofásicos y multifásicos.

El DRL institucional para nuestras unidades de CT se estableció como la media (percentil 50) de CTDIvol (mGy), DLP (mGy.cm) y ED (mSv) para estudios únicos y multifásicos utilizando el software de seguimiento de dosis. En el examen fásico simple, Cabeza: (49.0 mGy), (978.0 mGy.cm), (2.4 mSv) respectivamente; Pecho: (6.0 mGy), (254.0 mGy.cm), (4.9 mSv) respectivamente; CT A / P (10.0 mGy), (514.0 mGy.cm), (8.9 mSv) respectivamente; CT C / A / P (10.0 mGy), (674.0 mGy.cm), (11.8 mSv) respectivamente. En estudios multifásicos: Cabeza (45.0 mGy), (1822.0 mGy.cm), (5.0 mSv) respectivamente; Pecho (8.0 mGy), (577.0 mGy.cm), (10.0 mSv) respectivamente; CT A / P: (10.0 mGy), (1153.0 mGy.cm), (20.2 mSv) respectivamente; CT C / A / P: (11.0 mGy), (1090.0 mGy.cm), (19.2 mSv) respectivamente. Las métricas informadas ofrecen una variedad de información que las instituciones pueden usar para actividades de mejora de la calidad. Las variaciones en la dosis entre escáneres sugieren un gran potencial para la optimización de la dosis de radiación. (4)

Lotte Pyfferoen et al (2017) desarrollan la investigación **“Benchmarking adult CT-dose levels to regional and national references using dose-tracking software: a multicentre experience Department of Radiology, in Hospital Belgium”**. (“Evaluación comparativa de los niveles de dosis de TC en adultos con referencias regionales y nacionales utilizando un software de seguimiento de dosis: una experiencia multicéntrica Departamento de Radiología, en el Hospital de Bélgica”.) Estudio comparativo retrospectiva fue comparar los datos de dosis de CT para estudios de CT de adultos estándar a niveles de referencia regionales y nacionales utilizando un sistema de seguimiento de dosis. Los datos de cinco sistemas de TC de tres hospitales se recopilaron durante un período de 1 a 2,5 años (2012–2014). Los criterios de inclusión fueron pacientes adultos y estudios estándar

de CT-cabeza, CT-abdomen-pelvis, CT-tórax, CT-columna lumbar, CT-embolia pulmonar, CT-columna cervical y CT-tórax-abdomen, con una exploración helicoidal. El índice volumétrico de dosis CT (CTDIvol), el producto de longitud de dosis (DLP) y la longitud de exploración de 31,709 exploraciones se analizaron estadísticamente. No se hallaron diferencias reveladoras entre los niveles de CTDIvol y DLP (valores de $p \geq 0.01$) de los estudios de CT realizados en diferentes escáneres dentro del mismo hospital. En cambio, se observaron diferencias de dosis significativas (valores de $p < 0.01$) entre los hospitales para estudios de CT comparables. Se revelaron diferencias en el rango de nivel de dosis y la duración de la exploración para estudios similares de TC. Los sistemas de seguimiento de dosis ayudan a reducir los niveles de dosis de CT por debajo de los DRL nacionales. Sin embargo, la comparación de datos de dosis y protocolos entre y dentro de los hospitales tiene el potencial de reducir aún más la variabilidad en los datos de dosis de los estudios estándar de CT para adultos. (5)

Geoffrey K. K et al (2016) desarrollan la investigación “ **National diagnostic reference level initiative for computed tomography examinations in Kenya en Radiology Department, Kenyatta National Hospital, Hospital Road, Nairobi, Kenya** ” . ("Iniciativa nacional de nivel de referencia de diagnóstico para exámenes de tomografía computarizada en Kenia en el Departamento de Radiología, Hospital Nacional Kenyatta, Hospital Road, Nairobi, Kenia") Estudio retrospectivo, cuyo objetivo fue estimar la frecuencia del examen de tomografía computarizada (TC), la exposición a la radiación del paciente, las dosis efectivas y los niveles de referencia de diagnóstico nacional (NDRL) asociados con los exámenes de TC en la práctica clínica. Se desarrolló un formulario tipo cuestionario estructurado para registrar la frecuencia de los exámenes, los protocolos de exploración y la exposición a la radiación del paciente durante los procedimientos de TC en instalaciones médicas totalmente equipadas en todo el país. El número anual nacional de exámenes de CT por 1000 personas se estimó en 3 procedimientos. Se determinaron el índice de dosis de CT ponderado por volumen, el producto de longitud de dosis, la dosis efectiva y los NDRL para 20 tipos de exámenes de CT de adultos y pediátricos. Además, la dosis efectiva anual colectiva CT y la dosis efectiva per cápita fueron aproximadas. El tamaño de muestra analizado de la dosis del paciente de 3178 pacientes Se encontró que la proporción de pacientes cerebrales con TC masculina era 20% mayor que la de las pacientes femeninas, lo que se asoció

con una mayor susceptibilidad al accidente automovilístico trauma. El peso promedio para los adultos fue de 69 kg para los hombres y 71 kg para las mujeres, y los pesos de género respectivos para los niños fueron de 31 y 26 kg. La naturaleza multifactorial de la optimización en la tomografía computarizada requiere capacitación relevante en dosimetría de pacientes entre profesionales de imágenes médicas, visualización automática de parámetros del paciente, como la exposición al peso y la radiación, y el establecimiento de estándares de rendimiento de eficiencia del equipo. Los LDRL podrían ayudar a las instalaciones a abordar la optimización de la dosis de radiación del paciente durante la rápida expansión y el aumento de los tipos de exámenes de CT que se realizan. Es necesario establecer estrategias de optimización de instalaciones de CT personalizadas, justificación y LDRL específicos para la instalación que realiza los procedimientos. La dosis efectiva anual colectiva de CT y la dosis efectiva per cápita se determinaron como 86 personas-Sievert y 0.002 mSv en niños, respectivamente. Los valores equivalentes en adultos se dan como 682 personas Sievert y 0.02 mSv. La gran exposición a la radiación del paciente en los procedimientos de CT en el 30% de todas las instalaciones de CT reveló un patrón inconsistente para la optimización de los protocolos de imágenes de CT para que coincidan adecuadamente con las condiciones clínicas prevalentes. Se debe realizar un estudio más exhaustivo sobre los escáneres CT para cubrir todos los escáneres CT que se utilizan en el país para obtener una mejor comprensión de su utilización segura. (6)

Antecedentes Nacionales

Soto QL (2018) desarrolla una investigación con el objetivo de Determinar la dosis de radiación efectiva promedio por reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASIR-V) en angiotomografía coronarias en la Clínica Internacional – sede San Borja. Agosto – octubre 2018. Estudio descriptivo, retrospectivo y no experimental de corte transversal. La población estuvo constituida por 219 estudios angiotomográficos coronarios que se exploraron en el centro de diagnóstico por imágenes de la Clínica Internacional sede San Borja, año 2018; la muestra fue constituida por 52 estudios tomográficos que efectuaron los criterios de selección. Para el análisis de los datos se realizaron análisis univariados; donde se utilizaron medidas de tendencia central y medias para variables cuantitativas, y frecuencias relativas y absolutas para variables

cualitativas, y un análisis bivariado; donde se utilizó pruebas paramétricas como T de Student para muestras independientes y Anova de un factor. Se obtuvo una dosis de radiación efectiva promedio de 8.08 ± 2.64 mSv. El promedio de índice de dosis en volumen (CTDIvol) resultó 68.27 ± 13.92 mGy. Asimismo, el promedio del producto dosis longitud (DLP) fue de 577.05 ± 188.71 mGy/cm. La dosis de radiación efectiva según el índice de masa corporal, donde los valores más altos de dosis de radiación efectiva estuvieron en pacientes con sobrepeso (8.26 mSv) y obesidad (8.05 mSv). Por último, la dosis de radiación efectiva promedio según la frecuencia cardíaca es de 10.12 mSv en pacientes con frecuencia cardíaca entre los rangos de 40 - 49 lpm, 7.47 mSv entre frecuencias en el rango 50 - 59 lpm y 8.41 mSv entre el rango de 60 - 70 lpm. La dosis de radiación efectiva promedio por reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASIR-V) en angiotomografía coronarias en la Clínica Internacional – sede San Borja. Agosto – octubre 2018 es de 8.08 mSv.(7)

GARDI P. (2017) escribió la tesis factores asociados a la dosis absorbida de radiación en tomografías abdominales realizadas en el hospital municipal. Los olivos, enero – abril del 2017, planteo como objetivo Analizar los factores asociados a la dosis absorbida de radiación en tomografías abdominales realizadas en el Hospital Municipal de Los Olivos durante el periodo de enero a abril del 2017. Estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal. La muestra estuvo conformada por 125 informes de pacientes con tomografías abdominales atendidos en la institución en mención divididos en dos grupos (Grupo de estudio: 18, grupo comparativo: 107). Para el análisis univariado se utilizaron frecuencias absolutas y relativas, promedio y desviación estándar. Para el análisis inferencial se utilizó la prueba chi cuadrado siendo significativo cuando $p < 0.05$. Al analizar los resultados se obtuvo que la mayoría de pacientes tenía de 51 años a más (64.8%), eran de sexo femenino (60.8%), tuvieron hallazgos no especificados (26.4%), patologías renales (11.2%) y lesión focal hepática (4.8%). En cuanto a los factores personales, no hubo relación significativa entre la edad ($p=0.644$), ni el sexo ($p=0.622$) con la dosis de radiación recibida. Respecto a los factores del procedimiento hubo diferencias significativas en el promedio de Miliamperio/segundo ($p=0.000$) y en la aplicación del contraste ($p=0.000$), pero no en los valores registrados para el Pitch ($p=0.100$). Con respecto a los factores del operador se tuvo que el tiempo de egresado tuvo relación significativa con la dosis de radiación ($p=0.045$), más no con el tiempo de experiencia

($p=0.871$). Conclusión: Los factores asociados a la dosis absorbida de radiación en tomografías abdominales fueron el promedio de miliamperio/segundo ($p=0.000$) la aplicación del contraste ($p=0.000$) y la dosis de radiación ($p=0.045$). (8)

ROSALES TE (2015) desarrollo una tesis planteando como objetivo Identificar cuáles fueron las dosis de radiación más altas administradas por tomografía computarizada en pacientes con traumatismo craneo encefálico atendidos de urgencia en el Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa, 2014. Siguiendo un diseño descriptivo, retrospectivo, observacional y de corte transversal, se analizaron un total de 79 pacientes con traumatismo craneo encefálico atendidos de urgencia en el Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa con el objeto de comparar las dosis de radiación por tomografía computarizada, con niveles de referencia establecidos por organismos internacionales. El promedio de edad de los participantes fue de 44 ± 23 años de edad, siendo la mayoría (54%) varones. Clínicamente la mayoría de los TEC clasificaron como de tipo cerrado (98%), de severidad leve (87%), con una evolución favorable a las 48 horas (94%). Tomográficamente la mayoría de los casos fueron sometidos a radiación ionizante en una sola ocasión (85%), utilizándose con mayor frecuencia un protocolo de 300 miliamperios (85%), 120 kilovoltios (90%) y un índice de dosis por tomografía computarizada (CTDI) de 42.44 mGy (85%). Según los indicadores de radiación ningún paciente (0%) recibió más de 60 mGy de CTDI por sesión. Todo ello deviene de que el tecnólogo médico no modificó el protocolo de adquisición del tomógrafo para este segmento, porque la mayoría de los pacientes de estudio son adultos y su volumen del cráneo es relativamente constante. Conclusiones: En el caso de los pacientes con traumatismo craneo encefálico atendidos de urgencia en el Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa, la mayoría de los mismos recibió dosis de radiación inferiores a las recomendadas en las guías internacionales. Más aún, cabe precisar que, si bien no se pudo probar la hipótesis de que, a mayor experiencia del tecnólogo médico, menor la dosis de radiación administrada a los pacientes, sí se encontraron indicios de que tal hipótesis pudiera ser cierta. (9)

Antecedentes Locales

MONTEZA M. (2018) desarrolló la tesis titulada “Comparación de Unidades Dosimétricas en Tomografía Computada de Pacientes en el Hospital Nacional

Almanzor Aguinaga Asenjo 2017 – 2018 con Unidades de Referencia”, cuyo objetivo fue determinar las principales unidades dosimétricas utilizadas en Tomografía Computada (TC) para compararlas con los niveles de referencia internacional con fines de protección radiológica; donde al obtener los valores que arroja la consola del tomógrafo se ingresaron al programa ImPACT CT versión 1.0.4, al igual por fórmulas matemáticas al Excel para la verificación de resultados; obteniéndose resultados de diferentes tipos de exámenes como (cráneo, senos paranasales, tórax, abdomen, columna lumbar) en TC, con la siguiente distribución: 30% cerebro; 40% abdomen; 23% tórax; 4% senos paranasales; 3% columna lumbar lo cual estos resultados son en general de (49%) varones y (51%) mujeres; Obteniendo que en la columna lumbar sus unidades dosimétricas estuvieron dentro del margen de referencia internacional a diferencia de las demás regiones del cuerpo que sus unidades dosimétricas fueron inferiores a los valores referenciales pero cumplieron con los resultados antecedentes. Concluyendo que la calidad de imagen es buena (rango 0.75 y menor 1.5), unidades dosimétricas y sobre todo una Dosis Efectiva E inferior (exceptuando la región de la columna lumbar) se deduce que los pacientes atendidos en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo (HNAAA) no corren ningún riesgo de sobreexposición de Dosis ni mucho menos obtienen una calidad de imagen inadecuada . (10)

c.- Base Teórica

Niveles de referencia de diagnóstico (DRL)

DRL como nivel utilizado en imágenes médicas para indicar si, en condiciones de rutina, la dosis al paciente o la cantidad de radiofármacos administrados en un examen radiológico determinado para imágenes médicas es inusualmente alta o inusualmente baja para ese examen Los niveles de referencia de diagnóstico (DRL) son una herramienta práctica para promover la optimización. Los DRL se implementaron por primera vez con éxito en relación con la radiografía convencional en la década de 1980 y posteriormente se desarrollaron para otras modalidades en la década de 1990. Es importante reconocer que los DRL son uno de los pasos en el proceso general de optimización. Los DRL son pautas generales para operaciones clínicas y no se aplican directamente a pacientes y exámenes individuales. (11)

La comisión internacional de protección radiología (CIPR) menciono por primera vez los niveles de referencia de diagnóstico en 1901 y posteriormente se recomendaron con mayor detalle en 1962 del informe de 1996: ahora esta recomienda el uso de niveles de referencia de diagnóstico para pacientes

Estos niveles, en si son una manera de nivel de investigación, se emplea a una cantidad fácilmente medida, generalmente la dosis absorbida en el aire, o en un material equivalente de tejido en la superficie de un fantoma estándar simple o un paciente característico.

El nivel de referencia de diagnóstico se utilizará como una prueba simple para identificar situaciones en las que el nivel de dosis del paciente o actividad administrada es inusualmente alto. Si se descubre que los procedimientos están constantemente causando que se exceda el nivel de referencia de diagnóstico relevante, debe haber una revisión local de los procedimientos y el equipo para determinar si la protección se ha optimizado debidamente.

De lo contrario, se deben tomar medidas para reducir las dosis. Los niveles de referencia de diagnóstico son suplementos al juicio profesional y no proporcionan una línea divisoria entre la medicina buena y la incorrecta. Es inapropiado usarlos con fines regulatorios o comerciales. Los niveles de referencia de diagnóstico se aplican a la exposición médica, no a la exposición ocupacional y pública. Por lo tanto, no tienen ningún vínculo con límites o restricciones de dosis. Idealmente, deberían ser el resultado de una optimización genérica de la protección. (12)

En la práctica, esto es poco realista y es más sencillo elegir los valores iniciales como un punto porcentual en la distribución observada de dosis a los pacientes. Los valores deben ser seleccionados por organismos médicos profesionales y revisados a intervalos que representen un compromiso entre la estabilidad necesaria y los cambios a largo plazo en las distribuciones de dosis observadas. Los valores seleccionados serán específicos para un país o región.

Los niveles de referencia de diagnóstico no son la dosis sugerida o ideal para un procedimiento particular o un límite superior absoluto para la dosis. Más bien, representan el nivel de dosis al que se debe iniciar una investigación de la idoneidad de la dosis. Junto con una evaluación de calidad de imagen, un físico médico calificado debe trabajar con el radiólogo y el tecnólogo para determinar si el nivel

requerido de calidad de imagen se puede alcanzar con niveles de dosis más bajos. Por lo tanto, los niveles de referencia actúan como "niveles de activación" para iniciar la mejora de la calidad. Su valor principal es identificar niveles de dosis que pueden ser innecesariamente altos, es decir, identificar aquellas situaciones en las que es posible reducir la dosis sin comprometer el nivel requerido de calidad de imagen. (13)

El uso de niveles de referencia de diagnóstico como una importante herramienta de optimización de dosis está respaldado por muchos profesionales y organizaciones reguladoras, incluyendo ICRP, American College of Radiology (ACR), American Association of Physicists in Medicine (AAPM), Agencia de Protección de la Salud del Reino Unido (Reino Unido), International Atomic Agency de Energía (OIEA) y Comisión Europea (CE). Los niveles de referencia generalmente se establecen en el percentil 75 de la distribución de dosis de una encuesta realizada a través de una amplia base de usuarios (es decir, instalaciones grandes y pequeñas, públicas y privado, hospitalario y ambulatorio) utilizando un protocolo de medición de dosis especificado. Son establecimientos tanto a nivel regional como nacional, y se han observado variaciones considerables en ambas regiones y Países.

Las encuestas de dosis deben repetirse periódicamente para establecer nuevos niveles de referencia, que puedan demostrar cambios en la media y la desviación estándar de la distribución de dosis. Se ha demostrado que el uso de niveles de referencia de diagnóstico reduce la dosis general y el rango de dosis observado. En la práctica clínica. Por ejemplo, las encuestas de dosis nacionales del Reino Unido demostraron una disminución del 30% en la radiografía típica dosis de 1984 a 1995 y una caída promedio de alrededor del 50% entre 1985 y 2000

Mientras que las mejoras en la eficiencia de la dosis del equipo pueden reflejarse en estas reducciones de dosis, investigaciones iniciadas cuando una referencia la dosis excedida a menudo puede determinar estrategias de reducción de dosis que no afectan negativamente la calidad general del examen de diagnóstico específico. Por lo tanto, los puntos de datos por encima del percentil 75 se mueven, con el tiempo, por debajo del 75 percentil: con el efecto neto de una distribución de dosis más estrecha y una dosis media más baja. (14)

Los niveles de referencia de diagnóstico deben definirse en términos de una métrica de dosis medida de manera fácil y reproducible utilizando parámetros de la técnica

que reflejan los utilizados en la práctica clínica de un sitio. En imágenes radiográficas y fluoroscópicas las cantidades medidas habitualmente son dosis cutánea de entrada para radiografía y producto de área de dosis para fluoroscopia. La Dosis puede medirse directamente con TLD o derivarse de mediciones de exposición. Algunos autores reconocen ciertos con ciertos factores técnicos y modelo de la dosis métrica de interés. En CT, los niveles de referencia de diagnóstico publicados utilizan métricas basadas en CTDI como CTDI_w, CTDI_{vol} y DLP. Los valores de CTDI normalizados (CTDI por mA) se pueden usar multiplicándolos por factores técnicos típicos, o CTDI los valores se pueden medir en los factores típicos de la técnica clínica. Las tablas 1 y 2 a continuación proporcionan un resumen de CT niveles de referencia de una variedad de encuestas nacionales de dosis. (14)

Tabla 1: Niveles de referencia de diagnóstico para adultos para CTDI_w (mGy) y DLP (mGy · cm)

Adult Diagnostic Reference Levels for CTDI _w (mGy) and DLP (mGy·cm)								
	Head		Abdomen		Abdomen & Pelvis			
	Whole Exam		Whole Exam		Pelvis		Whole Exam	
	CTDI _w	DLP	CTDI _w	DLP	CTDI _w	DLP	CTDI _w	DLP
EC 1999 ⁶	60	1050	35	900	-	-	35	780
ACR 2002 ⁷	60	-	35	-	-	-	-	-
UK 2003 ⁸	-	930	20	470	-	-	20	560
Germany 2003 ⁹	60	1050	25	770	-	-	24	1500
Switzerland 2004 ¹⁰	60	800	20	710	30	540	-	-
Taiwan 2007 ¹¹	72	850	31	680	28	520	-	-

EC = European Commission; ACR = American College of Radiology; UK = United Kingdom

FUENTE: Diagnostic Reference Levels the International Commission on Radiological Protection

(ICRP)

Tabla 2: Niveles de referencia de diagnóstico para adultos para CTDIw (mGy) y DLP (mGy · cm)

Adult Diagnostic Reference Levels for CTDIvol (mGy) and DLP (mGy·cm)								
	Head		Abdomen		Abdomen & Pelvis			
	Whole Exam		Whole Exam		Pelvis		Whole Exam	
	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP
Sweden 2002 ¹²	75	1200	25	-	-	-	-	-
UK 2003 ⁸	65 - 100	930	14	470	-	-	14	560
Netherlands 2008 ¹³	-	-	-	-	-	-	15	700
EC 2004 ¹⁴	60	-	25	-	-	-	15	700
ACR 2008 ¹⁵	75	-	25	-	-	-	-	-

EC = European Commission; ACR = American College of Radiology; UK = United Kingdom

[FUENTE: Diagnostic Reference Levels the International Commission on Radiological Protection (ICRP)

Tabla 3: Estadísticas CTDIvol (mGy) de los primeros 3 años Del Programa de Acreditación ACR CT.

Adult Diagnostic Reference Levels for CTDIvol (mGy) and DLP (mGy·cm)								
	Head		Abdomen		Abdomen & Pelvis			
	Whole Exam		Whole Exam		Pelvis		Whole Exam	
	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP	CTDIvol	DLP
Sweden 2002 ¹²	75	1200	25	-	-	-	-	-
UK 2003 ⁸	65 - 100	930	14	470	-	-	14	560
Netherlands 2008 ¹³	-	-	-	-	-	-	15	700
EC 2004 ¹⁴	60	-	25	-	-	-	15	700
ACR 2008 ¹⁵	75	-	25	-	-	-	-	-

EC = European Commission; ACR = American College of Radiology; UK = United Kingdom

FUENTE: Diagnostic Reference Levels the International Commission on Radiological Protection (ICRP)

Uno de los principales esquemas que se deben tomar en cuenta para el diagnóstico por imágenes es de obtener una imagen de buena calidad y a la vez confiable para un correcto diagnóstico, utilizando la menor dosis posible. Por este motivo, es importante establecer actividades de optimización (15, 16)

Todos los estudios imagenológico con radiaciones ionizantes deben ser realizados con dosis conocidas, para poder trabajar con temas de optimización para bajar las dosis tanto como sea razonablemente posible, manteniendo, a la vez, una calidad de imagen adecuada, como lo indica el concepto ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Para cada tipo de estudio se establecen dosis que se conocen en función del órgano irradiado, con el fin de administrar mínimas dosis. En el caso de los estudios radiológicos, se utiliza la magnitud denominada kerma en aire en la entrada de la piel, que se mide en mGy. En la tabla 3 se muestran los valores de referencia habituales, propuestos en la Comunidad Europea, para pacientes adultos en estudios radiológicos (17).

En la tomografía computada, se utilizan los denominados CTDI_w y producto dosis-longitud. Los valores principales establecidos por la Comunidad Europea se enumeran en la tabla 4 **(18)**.

Tabla 4: Valores estándares de los parámetros utilizados para comparación de dosis en tomografía computada, adoptados por la Comunidad Europea

Tipo de estudio	CTDI _w (mGy)	DLP(mGy.cm)
Cabeza rutina	60	1.050
Tórax	30	650
Abdomen	35	780
Pelvis	25	570
Cara y fosas nasales	35	360
Trauma vertebral	70	460
Pulmones alta resolución	35	280
Higado	35	900
Pelvis ósea	25	520

DLP: producto dosis-longitud.

FUENTE: Dosimetría en radiología, adoptados por la Comunidad Europea

Tabla 5: Valores estándares internacionales de los parámetros utilizados para comparación de dosis en tomografía computada

Body Part, Examination, and Parameter	DRLs										
	ACR DIR (2016)*	ACR-AAPM (2013)†	NCRP (2012)‡	Japan (2015)§	EU (2014)¶	UK (2014)*	Ireland (2012)**	Australia (2011)††	Canada (2016)‡‡	The Netherlands (2012)§§	Greece (2014)¶¶
Head											
CT of head and brain without contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	56	75	75	85	60	60	58	60	79		67
DLP (mGy-cm)	962			1350	1000	970	940	1000	1302		1055
Neck/cervical spine											
CT of neck with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	19							30			
DLP (mGy-cm)	563				500			600			
CT of cervical spine with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	28					28	19				
DLP (mGy-cm)	562				400–600	600	420				
Chest											
CT of chest without contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	12	21	21	15	10	12	9	15	14		14
DLP (mGy-cm)	443			550	400	610	390	450	521		480
CT of chest with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	13	21	21	15	10	12	9	15	14		14
DLP (mGy-cm)	469			550	400	610	390	450	521		480
CT of chest pulmonary arteries with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	14					13	13			10	
DLP (mGy-cm)	445					440	430			350	
Abdomen and pelvis											
CT of abdomen and pelvis without contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	16	25	25	20	25	15	12	15	18	15	16
DLP (mGy-cm)	781			1000	800	745	600	700	874	700	760
CT of abdomen and pelvis with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	15	25	25	20	25	15	12	15	18	15	16
DLP (mGy-cm)	755			1000	800	745	600	700	874	700	760
CT of abdomen, pelvis, and kidney without contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	15					10					
DLP (mGy-cm)	705					460					
Chest, abdomen, and pelvis											
CT of chest, abdomen, and pelvis with contrast material											
CTDI _{vol} (mGy)	15			18			13	30	17		17
DLP (mGy-cm)	947			1300		1000	12	1200	1269		1020

Utilizar los niveles de referencia es fundamental para poder realizar una adecuada gestión de las dosis administradas a los pacientes.

2.2. PROBLEMA

¿Cuáles son los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico por imágenes con tomografía computada utilizada en la Clínica Del Pacifico?

2.3. HIPÓTESIS

Los niveles de referencia de adultos determinan el diagnóstico por imágenes con tomografía computada y concuerdan con los niveles de referencia diagnóstica de la Comisión Europea, Colegio Americano de Radiología y Reino Unido.

2.4. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico por imágenes con tomografía computada

Objetivos específicos.

- Evaluar los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico de Tórax por imágenes con tomografía computada.
- Identificar los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico de Cerebro por imágenes con tomografía computada.
- Comprobar los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico de abdomen por imágenes con tomografía computada.

2.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación está generando la aplicación de un nuevo método de investigación para generar conocimiento válido y confiable de Niveles de Referencia de Dosis en adultos para Diagnóstico por Imágenes con Tomografía Computada.

Desde el punto de vista académico profesional, se manifiesta que los conocimientos adquiridos durante la carrera permitirán sentar las bases para otros estudios que surjan partiendo de la problemática aquí especificada. En cuanto a su alcance, esta investigación abrirá nuevos caminos para estudios sustantivos que presenten situaciones similares a la que aquí se plantea, sirviendo como marco referencial a estas.

Cuando los valores obtenidos en un servicio de salud son significativamente distintos a los Niveles de Referencia “se debe activar un proceso de análisis de las causas” para determinar si existen condiciones de trabajo que pueden estar siendo inadecuadas y que pueden ser optimizadas. Es esta la razón más importante del porqué de la presente investigación.

2.6. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente

Radiodiagnóstico por imágenes con tomografía computada.

Variable independiente

Niveles de Referencia de Dosis en Adultos

Dependiente: Radiodiagnóstico por imágenes con tomografía computada

VARIA- BLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	ESCALA	INSTRUMENTOS
Dependiente: Radiodiagnóstico con imágenes con tomografía computada	Evalúa la posibilidad de efectos a largo plazo que podrían ocurrir en el futuro.	Dosimétrica Radiológica Dosimétrica	Número entero	CTDIw(mGy) DLP(mGy.cm)	Razón	Tomógrafo
Independiente: Niveles de Referencia de dosis en Adultos	Observación detenida que busca reconocer ciertas propiedades, particularidades o bien para analizar el estado.	Clinica	Tórax Cráneo Abdomen	1 2 3	Nominal	Informe Radiológico

Variable Interviniente 1: Edad	Tiempo transcurrido o a partir del nacimiento o de un individuo.	Demográfica	Número real	años	Razón	Informe radiológico
Variable interviniente 2: Kilovoltaje	Responsable de la calidad de los rayos x, es decir de la penetración.	Dosimétrica	Número real	kV	Razón	Tomógrafo
Variable interviniente 3: Miliamperaje	Responsable de la cantidad de rayos X que emite el tubo	Dosimétrica	Número real	mA	Razón	Tomógrafo

III.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo – Explicativo

Realiza la descripción y explicación causa – efecto de las características y propiedades para aplicación del radiodiagnóstico por imágenes con tomografía computada a fin de verificar los niveles de referencia de dosis en los adultos.

3.2.- DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

La presente investigación utilizó un diseño no experimental, porque las variables fueron descritas tal y como se presentaron y observaron en la naturaleza, sin manipularlas. Asimismo, nos permitió recoger la información en un momento exacto e indagar en los valores de los niveles de referencia de dosis y la incidencia que se expresó en la comparación y características de las variables.

Con la prueba de hipótesis, denominada también prueba de significancia se tiene como objeto principal evaluar suposiciones o afirmaciones acerca de los valores estadísticos de la población, denominados parámetros.

La palabra decimar significa probar. Cuando se hace indispensable tomar una decisión sobre la validez de la representación en una población, con base en los resultados obtenidos a través de una muestra, se dice que se toman decisiones estadísticas. Para tomar una decisión, es necesario, ante todo, plantear posibilidades acerca de la característica o características a estudiar en una población determinada. La suposición puede ser cierta o falsa. Estas suposiciones se llaman decisiones estadísticas.

Diseño Comparativo:

Valor Teórico	Valor observado
T_o	$M_i \rightarrow O_i : i = 1, 2$

Donde

T_o es el valor teórico referido a instituciones internacionales.

M_i son las muestras bajo observación O_i

Contrastación de hipótesis:

Tipo de estudio	Niveles de referencia internacional (T_o)		Niveles de referencia local (O_i)	
	CTDI _w (mGy)	DLP (mGy.cm)	CTDI _w (mGy)	DLP (mGy.cm)
Tórax	$CTDI_{w,CE}$	DLP_{CE}	$CTDI_{w,Local}$	DLP_{Local}
Cráneo	$CTDI_{w,CE}$	DLP_{CE}	$CTDI_{w,Local}$	DLP_{Local}
Abdomen	$CTDI_{w,CE}$	DLP_{CE}	$CTDI_{w,Local}$	DLP_{Local}
Hipótesis Nula: $CTDI_{w,CEi} = CTDI_{wLocali}$ $DLP_{CEi} = DLP_{Locali}$ Hipótesis alternativa: $CTDI_{w,CEi} \neq CTDI_{wLocali}$ $DLP_{CEi} \neq DLP_{Locali}$ Riesgo alfa (nivel de significancia) del 5 % i: Tórax, Cráneo, Tórax Aplicación de la prueba Z				
$CTDI_{w,CE}$: Nivel de referencia diagnostica de la comunidad europea $CTDI_{w,Local}$: Nivel de referencia diagnostica local				

3.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA: TIPO DE MUESTREO, TAMAÑO DE MUESTRA

La población está conformada por todos los pacientes sujetos a tomografía computada de cráneo, tórax y abdomen; considerando que el tamaño muestra parece razonable, para un nivel de significancia del 95 % con un error de 2 en cualquier sentido (± 2), si la desviación estándar es xxx

$$n = \frac{Z^2 N \sigma^2}{N E^2 + Z^2 \sigma^2}$$

Para conocer los valores de la desviación estándar se desarrolló un estudio piloto obteniéndose los valores mostrados en la tabla, así como la muestra calculada.

Tabla xx

Tipo de examen	Nivel de	Error	DE	Muestra
Cerebro	99 %	1	6.10	71
Abdomen	99 %	1	2.46	33
Tórax	99 %	1	2.87	36
Total, muestra				140

140 individuos, que es el número de pacientes a los cuales hay que investigar seleccionados con la técnica de Muestreo Aleatorio Simple.

3.4.- INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumento de recolección de datos: Hojas de registro.

Técnica de recolección de datos: Observación.

3.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se construyó una base de datos con el apoyo de Excel y SPSS.

Los datos fueron procesados fundamentándose en la estadística descriptiva: distribución de frecuencias y cálculo de medias.

Para la demostración de la hipótesis se aplicó la prueba Z.

IV.- RESULTADOS

Los niveles de referencia no se determinan para pacientes individuales, sino para una muestra de pacientes estándar. Los niveles de referencia son una herramienta usada para ayudar en la optimización de la protección en la exposición médica de los pacientes, lo que permite indicar si en condiciones de rutina, las dosis son inusualmente bajas o altas para determinado procedimiento.

Los niveles de referencia para radiología con tomografía computarizada se determinaron en una muestra estándar de 140 pacientes adultos, con edades entre 21 a 88 años, edad media de 52.3 años con desviación estándar de 19.1 años, para los estudios de Tórax, para los estudios de abdomen edades entre 23 y 83 años, edad media de 49.6 años con desviación estándar de 17.7 años y para estudios de cerebro edades entre 18 y 89 años, edad media de 50.9 años con desviación estándar de 21.4 años (Cuadro 1, Grafico 1, Cuadro 2, Grafico 2). La evaluación clínica de la calidad de imagen fue realizada por radiólogos especializados de la clínica, aquellos estudios que no cumplieron los criterios de calidad de imagen en un 80 % fueron excluidos, con el fin de garantizar que los exámenes contarán con una calidad de imagen aceptable para el diagnóstico.

Los niveles de referencia se determinaron según la rutina del Servicio de Tomografía de la clínica El Pacifico, donde no han implementado protocolos de adquisición de imagen institucionales, por tanto, las técnicas utilizadas y sus variables dependen del trabajador.

Los niveles de referencia representan la práctica habitual de un centro de Tomografía computarizada, pues son los valores medios de dosis de las muestras de pacientes.

Respecto a la Tensión (en kV) utilizada por tipo de examen para la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico se observa que para examen de abdomen el 72.7 % de los pacientes fueron sometidos a 110 kV y el 27.30 % a una tensión de 130 kV, para el examen cerebral y de tórax el 100 % fueron sometidos a tensiones de 130 kV (Cuadro 3, Grafico 3)

Para la intensidad de corriente tiempo, pacientes sometidos a Ten Cerebral el 100 % fueron sometidos a corrientes mayores de 67 mAs, pacientes sometidos a examen de abdomen el 27.3 % recibieron corrientes entre 33 y 67 mAs y el 72.7 % recibieron

corrientes mayores de 67 mAs. Para el caso de exámenes de tórax, el 52.8 % de pacientes fueron sometidos a corrientes entre 33 y 67 mAs y el 47.2 % a corrientes mayores de 67 mAs. (Cuadro 4, Grafico 4)

Ahora se procede a establecer los niveles de referencia institucionales para la clínica El Pacífico, mostrados en el cuadro 5 para Tórax, abdomen y cerebro de forma general, es decir, no se hace discriminación por categorías de tallas ya que en las mayorías de publicaciones no tiene en cuenta esta categorización y que servirán para la comparación con los niveles de referencia internacionales. El cuadro 5 detalla los resultados obtenidos para los exámenes investigados, tanto en CTDIw, como en DLP. Para exámenes de cerebro se evidencia que su valor CTDIw muestra $(47,86 \pm 5,29)$ mGy y su valor DLP $(776,82 \pm 108,85)$ mGy.cm. Para exámenes de Tórax se evidencia que el valor CTDIw muestra $(8,16 \pm 2,71)$ mGy y su valor DLP $(278,23 \pm 110,81)$ mGy. cm y para el caso de Abdomen evidencia que su valor CTDIw es $(8,21 \pm 5,26)$ mGy y su valor DLP $(351,43 \pm 133,62)$ mGy.cm. El grafico 5 evidencia que tanto los valores CTDIw y DLP para exámenes de cerebro son significativamente mayores en relación a los exámenes de Tórax y abdomen.

En los Cuadros 6, 7 y 8 se muestran resultados de los niveles de referencia institucionales y la comparación con algunos de los valores de niveles publicados internacionalmente, para estudios de tórax, abdomen y cerebro. Se comparan con tres estudios, referenciales: de Comunidad Europea, Colegio Americano de radiología y Public Health England (Reino Unido). Con las tres referencias internacionales existe diferencia significativa de los valores CTDIw y DLP con las dosis de referencia institucionales.

Por otro lado, los cuadros 9, 10 y 11 muestran los valores de CTDIw Locales y los internacionales tomados como referencia, así como la variación porcentual por examen del CTDIw y DLP para cada uno de los valores internacionales. Para estudios de cabeza (cerebro) el valor de CTDIw local es 20.23 % menor, Tórax 72.80 % menor y abdomen 76.54 % menor que la referencia de la Comisión Europea. Asimismo, los valores de DLP porcentualmente son menores que la referencia; 26.01 % menor para cabeza, 57.20 % menor para tórax y 54.94 % menor para abdomen.

Para la comparación de los valores locales con los dados por el Colegio Americano de radiología, en el caso del CTDIw cabeza (cerebro) 14.54 % menos, tórax 70.86 % menos y abdomen 45.27 % menos el valor local que el valor internacional. En el caso de DLP,

cabeza (cerebro) 19.24 % menos, tórax 50.49 % menos y abdomen 53.45 % menos que los valores internacionales tomados como referencia.

Para la comparación de los valores locales con los valores dados por Public Health England (reino Unido); en el caso del CTDI_w para la cabeza (cerebro) 26.37 % menos, Tórax 41.71 % menor y abdomen 41.36 % menos del valor internacional referencial. Para el caso de DLP; cabeza (cerebro) 16.47 % menos, Tórax 52.03 % menos y Abdomen 37.24 % menos de los valores internacionales tomados como referencia.

CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro N° 01

Tipo de exámenes realizados en el servicio de tomografía computada de la Clínica El Pacífico.

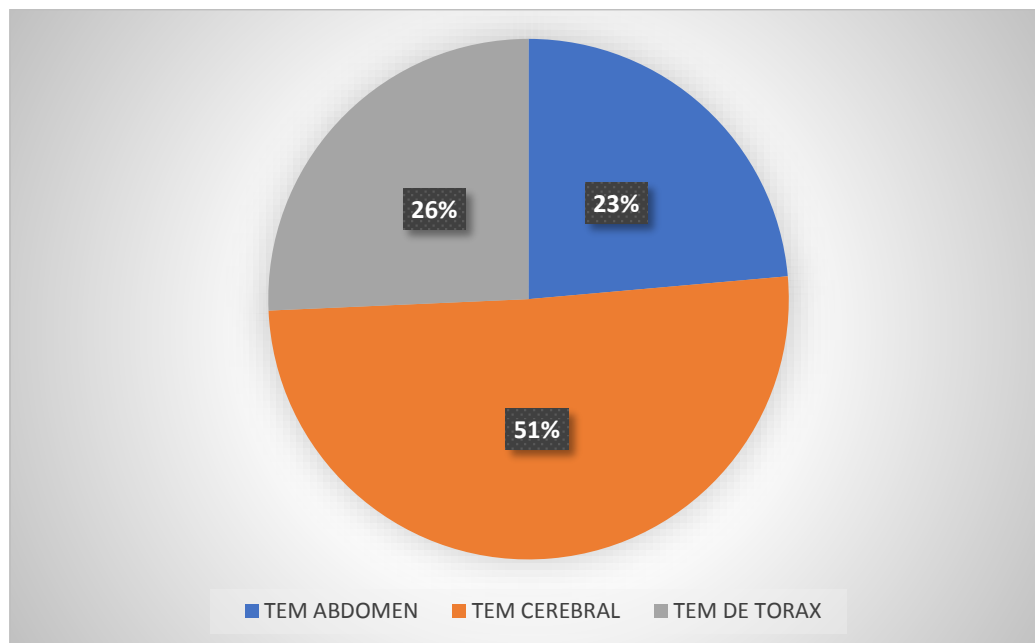
	Frecuencia	Porcentaje
TEM ABDOMEN	33	23.6
TEM CEREBRAL	71	50.7
TEM DE TORAX	36	25.7
Total	140	100.0

Fuente: Estadística del Servicio de Tomografía. Clínica el Pacífico.

Elaboración: Propia

Gráfico N° 01

Tipo de exámenes realizados en el servicio de tomografía computada de la Clínica El Pacifico.



Fuente: Estadística del Servicio de Tomografía. Clínica el Pacifico.

Elaboración: Propia

Tabla N° 02

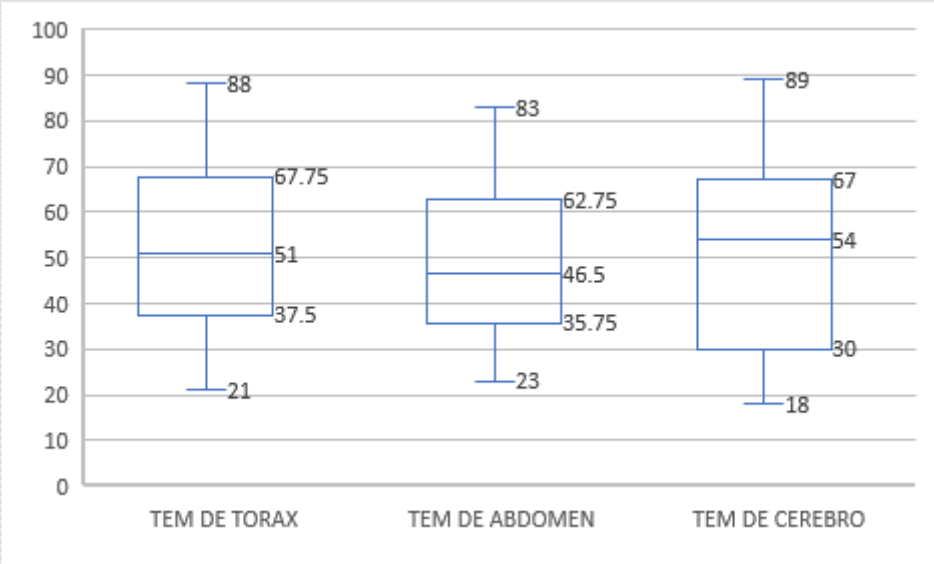
Edad y tipo de exámenes a que son sometidos los pacientes. Servicio de Tomografía Computada. Clínica El Pacifico.

	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
TEM DE TORAX	36	21	88	52.3	19.1
TEM DE ABDOMEN	33	23	83	49.6	17.7
TEM DE CEREBRO	70	18	89	50.9	21.4

Fuente: Estadística del Servicio de Tomografía. Clínica el Pacifico.

Elaboración: Propia

Gráfico N° 02



Fuente: Estadística del Servicio de Tomografía. Clínica el Pacifico.
Elaboración: Propia

Cuadro N° 03

Tensión (en kV) utilizada por tipo de examen para la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico

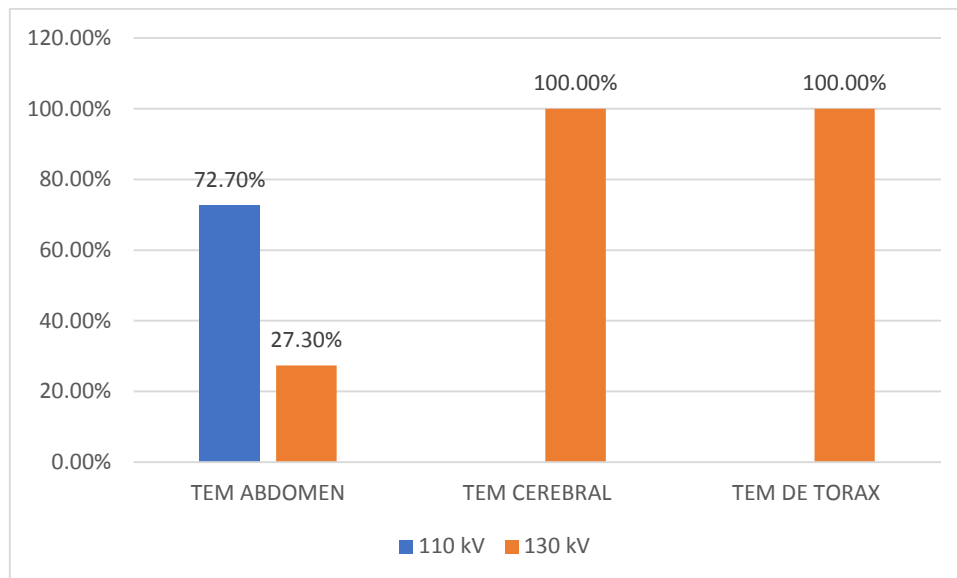
Tipo de examen	Tensión utilizada (kV)		Total
	110	130	
TEM ABDOMEN	72.70%	27.30%	100.00%
TEM			
CEREBRAL		100.00%	100.00%
TEM DE TORAX		100.00%	100.00%

Fuente: Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

Gráfico N° 03

Tensión (en kV) utilizada por tipo de examen para la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico



Fuente: Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 04

Intensidad de corriente tiempo utilizada (en mAs) por tipo de examen para la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico

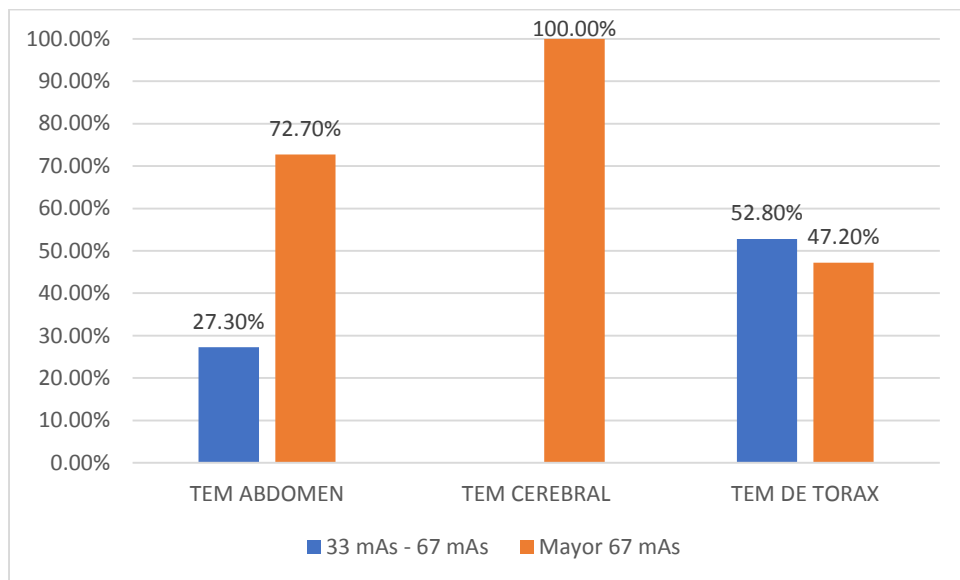
Tipo examen	Intensidad de Corriente- de Tiempo		Total
	33 mAs - 67 mAs	Mayor 67 mAs	
TEM			
ABDOMEN	27,3%	72,7%	100,0%
TEM			
CEREBRAL		100,0%	100,0%
TEM DE			
TORAX	52,8%	47,2%	100,0%
Total	20,0%	80,0%	100,0%

Fuente: Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

Gráfico N° 04

Intensidad de corriente tiempo utilizada (en mAs) por tipo de examen para la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico



Fuente: Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 05

Valores de CTDIw y DLP en la realización del examen en el Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

	n	Mínimo	Máximo	Media	DE
Cabeza					
CTDIw (mGy)	70	29,53	57,46	47,86	5,29
DLP (mGy.cm)	70	326,98	955,22	776,82	108,85
Tórax					
CTDIw (mGy)	36	4,61	16,76	8,16	2,71
DLP (mGy.cm)	36	149,37	630,21	278,23	110,81
Abdomen					
CTDIw (mGy)	34	3,63	35,38	8,21	5,26
DLP (mGy.cm)	34	139,31	667,58	351,43	133,62

Fuente:

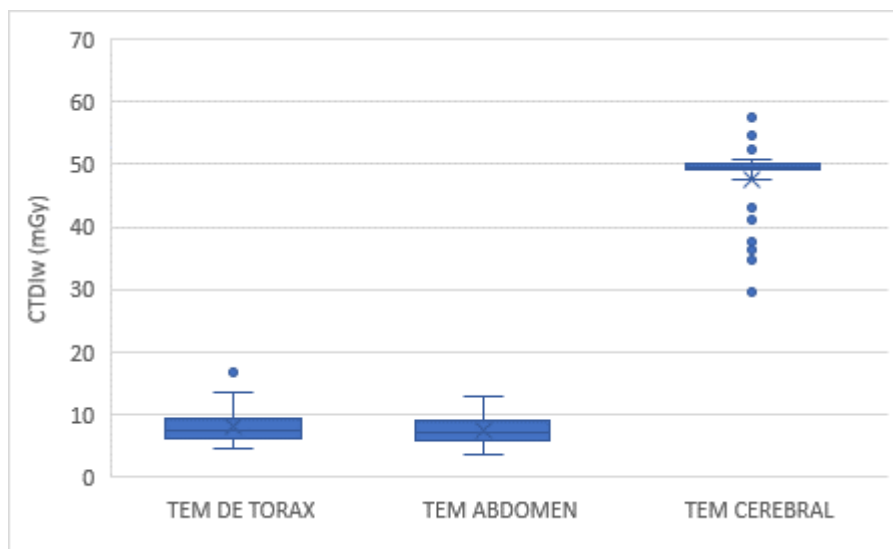
Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

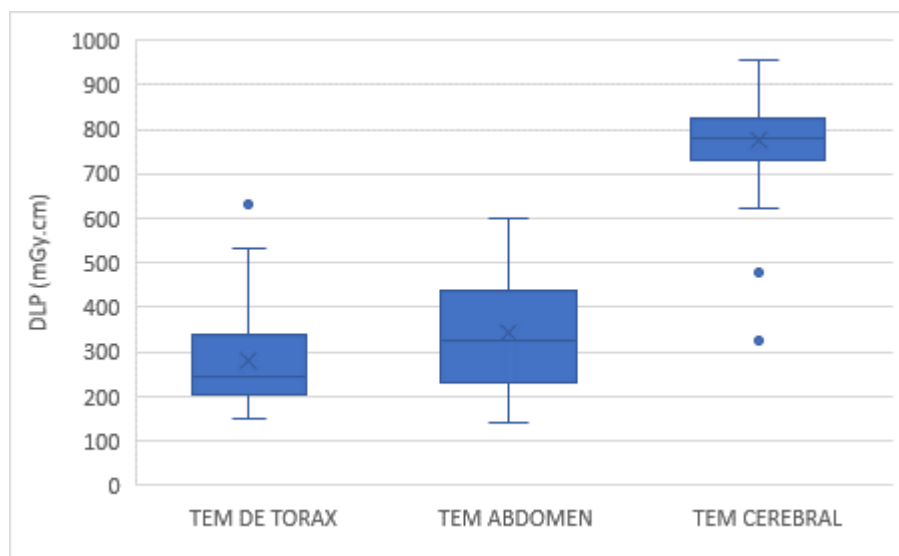
GRAFICO N 5

Valores de CTDIw y DLP en la realización del examen en el servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

a.- Valores de CTDIw



b.- Valores de DLP



Fuente: Cuaderno de datos de tecnología médica del servicio de Tomografía. Clínica El Pacifico.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 06

Comparación de Niveles de referencia (DRLs) locales con los de European Guidelines (EG).

Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

EXAMEN	PARAMETRO	ESTE ESTUDIO	EG	P
Cabeza	CTDIw/mGy	47.86	60	< 0.05
	DLP/mGy.cm	776.82	1050	< 0.05
Tórax	CTDIw/mGy	8.16	30	< 0.05
	DLP/mGy.cm	278.23	650	< 0.05
Abdomen	CTDIw/mGy	8.21	35	< 0.05
	DLP/mGy.cm	351.43	780	< 0.05

Cuadro N° 07

Comparación de Niveles de Referencia (DRLs) locales con los del Colegio Americano de Radiología (ACR). Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

EXAMEN	PARAMETRO	ESTE ESTUDIO	ACR	P
Cabeza	CTDIw/mGy	47.86	56	< 0.05
	DLP/mGy.cm	776.82	962	< 0.05
Tórax	CTDIw/mGy	8.16	28	< 0.05
	DLP/mGy.cm	278.23	562	< 0.05
Abdomen	CTDIw/mGy	8.21	15	< 0.05
	DLP/mGy.cm	351.43	755	< 0.05

Cuadro N°8

Comparación de DRLs locales con Public Health England (Reino Unido. Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

EXAMEN	PARAMETRO	ESTE ESTUDIO	Reino Unido	P
Cabeza	CTDIw/mGy	47.86	65	< 0.05
	DLP/mGy.cm	776.82	930	<0.05
Tórax	CTDIw/mGy	8.16	14	< 0.05
	DLP/mGy.cm	278.23	580	< 0.05
Abdomen	CTDIw/mGy	8.21	14	< 0.05
	DLP/mGy.cm	351.43	560	< 0.05

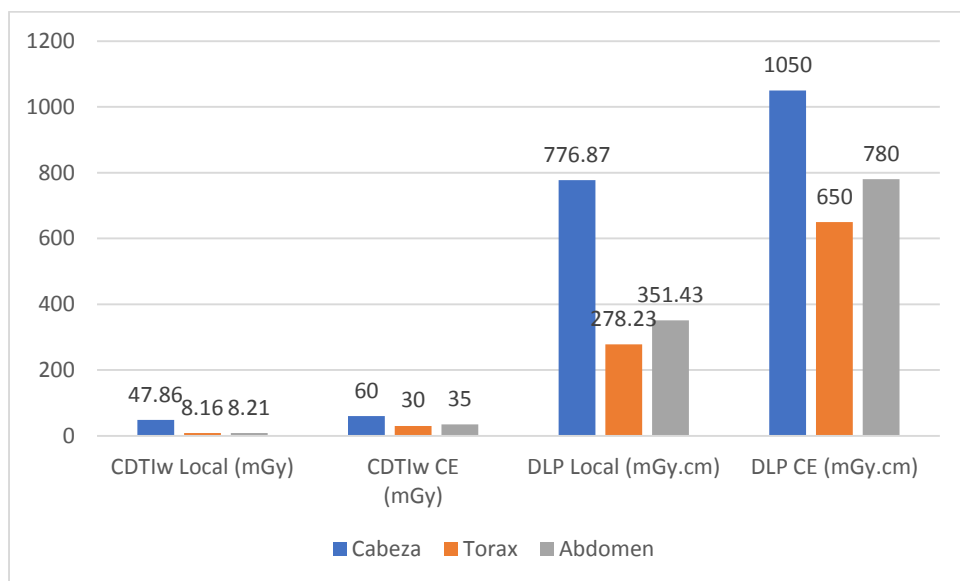
Cuadro N° 09

Comparación de Niveles de referencia (DRLs) locales y variaciones porcentuales con los de European Guidelines (EG). Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

	CTDIw Local (mGy)	CTDIw CE (mGy)	Variación Porcentual	DLP Local (mGy.cm)	DLP CE (mGy.cm)	Variación Porcentual
Cabeza	47.86	60	↓20.23%	776.87	1050	↓26.01%
Tórax	8.16	30	↓72.80%	278.23	650	↓57.20%
Abdomen	8.21	35	↓76.54%	351.43	780	↓54.94%

Gráfico N° 06

Comparación de Niveles de referencia (DRLs) locales con los de European Guidelines (EG).
Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.



Cuadro N° 10

Comparación de Niveles de Referencia (DRLs) locales y variaciones porcentuales con los del Colegio Americano de Radiología (ACR). Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

	CTDIw Local (mGy)	CTDIw ACR (mGy)	Variación Porcentual	DLP Local (mGy.cm)	DLP ACR (mGy. Cm)	Variación porcentual
Cabeza	47.86	56	↓14.54%	776.87	962	↓19.24%
Tórax	8.16	28	↓70.86%	278.23	562	↓50.49%
Abdomen	8.21	15	↓45.27%	351.43	755	↓53.45%

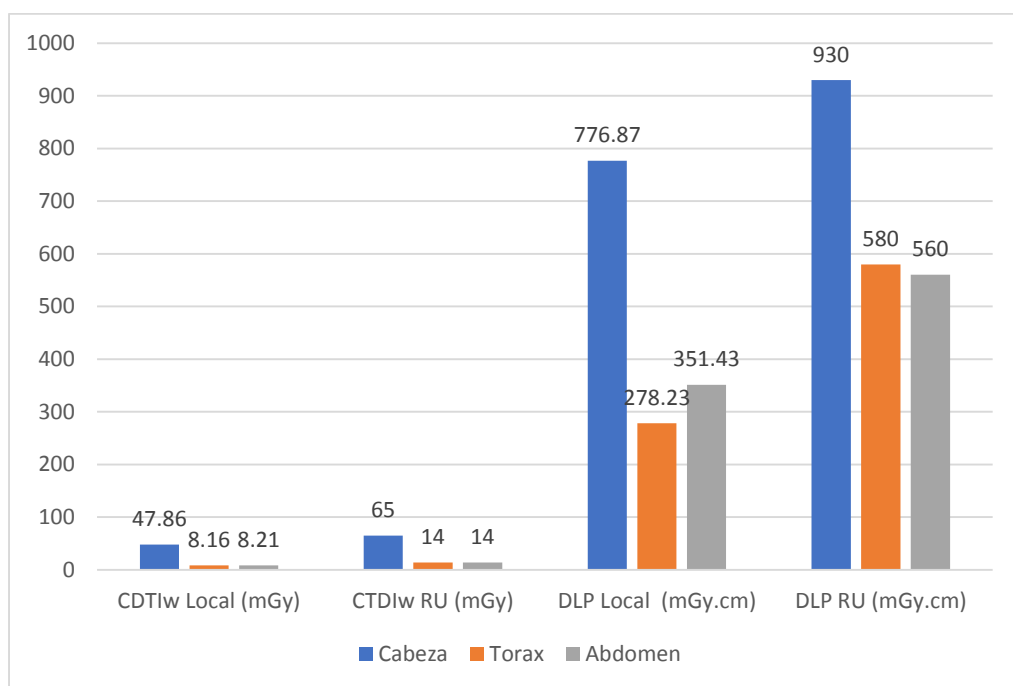
Cuadro N° 11

Comparación de DRLs locales con Public Health England (Reino Unido). Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.

	CTDIw Local (mGy)	CTDIw RU (mGy)	Variación porcentual	DLP Local (mGy.cm)	DLP RU (mGy.cm)	Variación Porcentual
Cabeza	47.86	65	↓26.37%	776.87	930	↓16.47%
Tórax	8.16	14	↓41.71%	278.23	580	↓52.03%
Abdomen	8.21	14	↓41.36%	351.43	560	↓37.24%

GRAFICO N 8

Comparación de Niveles de Referencia (DRLs) locales con los del Colegio Americano de Radiología (ACR). Servicio de Tomografía computada de la clínica El Pacifico.



V.- DISCUSIÓN

Los escáneres de TC actuales proporcionan dos cantidades dosimétricas al final de cada exploración, según los requisitos de la Comisión Electrotécnica Internacional; a saber, CTDI_w y DLP, estos dos parámetros se han seleccionado para promover estrategias de optimización de dosis; dada su facilidad de recopilación, fueron los principales parámetros seleccionados para este estudio.

Los niveles de referencia de diagnóstico son una parte vital de la optimización de las dosis de radiación, sin los cuales es bastante difícil para los operadores identificar fácilmente cuándo se administran niveles excesivos de radiación. La simple provisión de un conjunto de valores numéricos puede permitir a los radiógrafos realizar esta importante revisión rápidamente y tomar acciones correctivas si es necesario. Sin embargo, estos valores deben reflejar las prácticas actuales, así como tener en cuenta los cambios en la tecnología.

Esta es la primera vez que se recopilan datos específicos de estudios de tomografía computarizada en una clínica de la ciudad de Chiclayo para CTDI_w, DLP y este estudio demuestra que los niveles actuales de dosis de CT están muy por debajo de los valores recomendados por European Guidelines (EG), Colegio Americano de Radiología (ACR) y Public Health England (Reino Unido). Las reducciones en CTDI_w, DLP son bienvenidas y se deben en gran parte a las mejoras en las tecnologías de escáner, como la eficiencia de los detectores, así como a la incorporación de software de ahorro de dosis.

Para los exámenes de cabeza (cerebro) los niveles de dosis CTDI_w y DLP fueron porcentualmente menores respecto a los niveles internacionales, igual evidencia porcentual se muestra para los exámenes de tórax y abdomen. Lotte et al (2017) encontraron diferencias significativas entre los niveles de CTDI_w y DLP para exámenes de CT. Los exámenes de cabeza (cerebro), Tórax, abdomen muestra niveles de dosis CTDI_w y DLP porcentualmente menores respecto a los valores internacionales tomados como referencia, Aberle et al (2019) analiza los cambios relativos (porcentuales) de los valores de CTDI_w y DLP de tórax, cabeza y abdomen y sus resultados evidencian valores menores respecto a valores de referencia internacionales.

VI.- CONCLUSIONES

- Los niveles de referencia de dosis en adultos para diagnóstico por imágenes con tomografía computada utilizada en la Clínica Del Pacifico son los adecuados para mantener una protección radiológica adecuada al paciente.
- Los niveles de referencia de dosis en adultos son porcentualmente menores en comparación con los niveles de referencia diagnóstica de la Comisión Europea, Colegio Americano de Radiología y Reino Unido.
- Los niveles de referencia de dosis del examen de cabeza (cerebro) son más cercanos a los niveles de referencia diagnóstica de la Comisión Europea, Colegio Americano de Radiología y Reino Unido que los niveles de referencia de dosis de los exámenes de Tórax y abdomen.

VII.- RECOMENDACIONES

- Desarrollar estudios de medición de valores de referencia de dosis cada vez que se desarrolle un control de calidad de los tomógrafos.
- Desarrollar estudios de medición de valores de referencia de dosis cada vez que se desarrolle un proceso de mantenimiento preventivo o correctivo.
- Los Valores de Referencia locales a utilizar sean establecidos por especialistas de las Asociaciones Profesionales correspondientes en colaboración con expertos en Protección Radiológica.

VIII.- - REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Touzet, R.E. EL USO DE “Niveles de Referencia en el Radiodiagnóstico Médico” . (08 de diciembre de 2019). *EL USO DE “Niveles de Referencia en el Radiodiagnóstico Médico”* . Obtenido de <https://www.foroiberam.org/documents/193375/199920/El+uso+de+niveles+de+referencia+e+n+el+radiodiagn%C3%B3stico+m%C3%A9dico>
2. Aberle C, Ryckx N, Treier R, Schindera S. Update of national diagnostic reference levels for adult CT in Switzerland and assessment of radiation dose reduction since 2010. *Eur Radiol*. 2019 Nov 20.
3. Salama DH, Vassileva J, Mahdaly G, Shawki M, Salama A, Gilley D, Rehani MM. Establishing national diagnostic reference levels (DRLs) for computed tomography in Egypt. *Phys Med*. 2017 Jul; 39:16-24.
4. Chong R. Liang, Priscilla X. H. Chen, Jeevesh Kapur, Michael K. L. Ong, Swee T. Quek, Subhash C. Kapur. Establishment of institutional diagnostic reference level for computed tomography with automated dose-tracking software. *J Med Radiat Sci*. 2017 Jun; 64(2): 82–89
5. Lotte Pyfferoen, Tom H. Mulken, Federica Zanca, Timo De Bondt, Paul M. Parizel, Jan W. Casselman. Benchmarking adult CT-dose levels to regional and national references using a dose-tracking software: a multicentre experience. *Insights Imaging*. 2017 Oct; 8(5): 513–521.
6. Geoffrey K. Korir, Jeska S. Wambani, Ian K. Korir, Mark A. Tries, Patrick K. Boen. National diagnostic reference level initiative for computed tomography examinations in Kenya. *Radiat Prot Dosimetry*. 2016 Feb; 168(2): 242–252 .

7. Soto QL. Dosis de radiación efectiva por reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASIR-V) en angiotomografía coronarias en la Clínica Internacional – sede San Borja. Agosto – octubre 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2018.
8. Gardí P. Factores asociados a la dosis absorbida de radiación en tomografías abdominales realizadas en el hospital municipal. Los Olivos, Enero – abril del 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2017.
9. Rosales TE. Dosis de radiación por tomografía computarizada de cráneo en pacientes con traumatismo encéfalo craneano hospital de emergencias José Casimiro Ulloa 2014. Tesis de Especialidad. Universidad de San Martín de Porres. 2015.
10. Monteza M. (2018) desarrolló la tesis titulada “Comparación de Unidades Dosimétricas en Tomografía Computada de Pacientes en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo 2017 – 2018 con Unidades de Referencia
- 11.- Agencia Internacional de Energía Atómica [Internet] [www.iaea.org/ Diagnostic Reference Levels \(DRLs\)](http://www.iaea.org/DiagnosticReferenceLevels(DRLs)) [Internet]. [citado 30 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/radiology/diagnostic-reference-levels>
12. Matthews K, Brennan P.C., “The Application of Diagnostic Reference Levels: General Principles and an Irish Perspective,” Radiography, May 2009.
13. American College of Radiology, “ACR Practice Guideline for Diagnostic Reference Levels in Medical X-Ray Imaging,” 2002 (revised 2008).
14. Shrimpton P., “Assessment of Patient Dose in CT” in Bongart G.Z., Golding S.J., Jurik A.G., et al., European Guidelines for Multislice Computed Tomography, 2004.
15. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP. 2007; 37:1-332.

16. D. Mathews, A.V. Forsythe, Z. Brady, M.W. Butler, S.K. Goergen, G.B. Byrnes. Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*, 346 (2013), pp. f2360
17. European Commission (EC-1999a). Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures. Radiation Protection 109. Directorate-General, Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. European Commission. 1999.
18. National Radiological Protection Board (NRPB-U.K.). Guidelines on patient dose to promote optimization of protection for diagnostic medical exposures. Documents of the NRPB, Vol. 10, N.º 1. Didcot: National Radiological Protection Board; 1999.

IX.- ANEXOS

HOJA DE DATOS

Núm. Informe		EDAD (años)		Núm. De Hoja de datos:
Tipo de examen:				
Cerebral		Abdomen		Tórax
Kilovoltaje (kV)		Miliamperaje (mA)		
CTDIw(mGy)				
DLP(mGy.cm)				