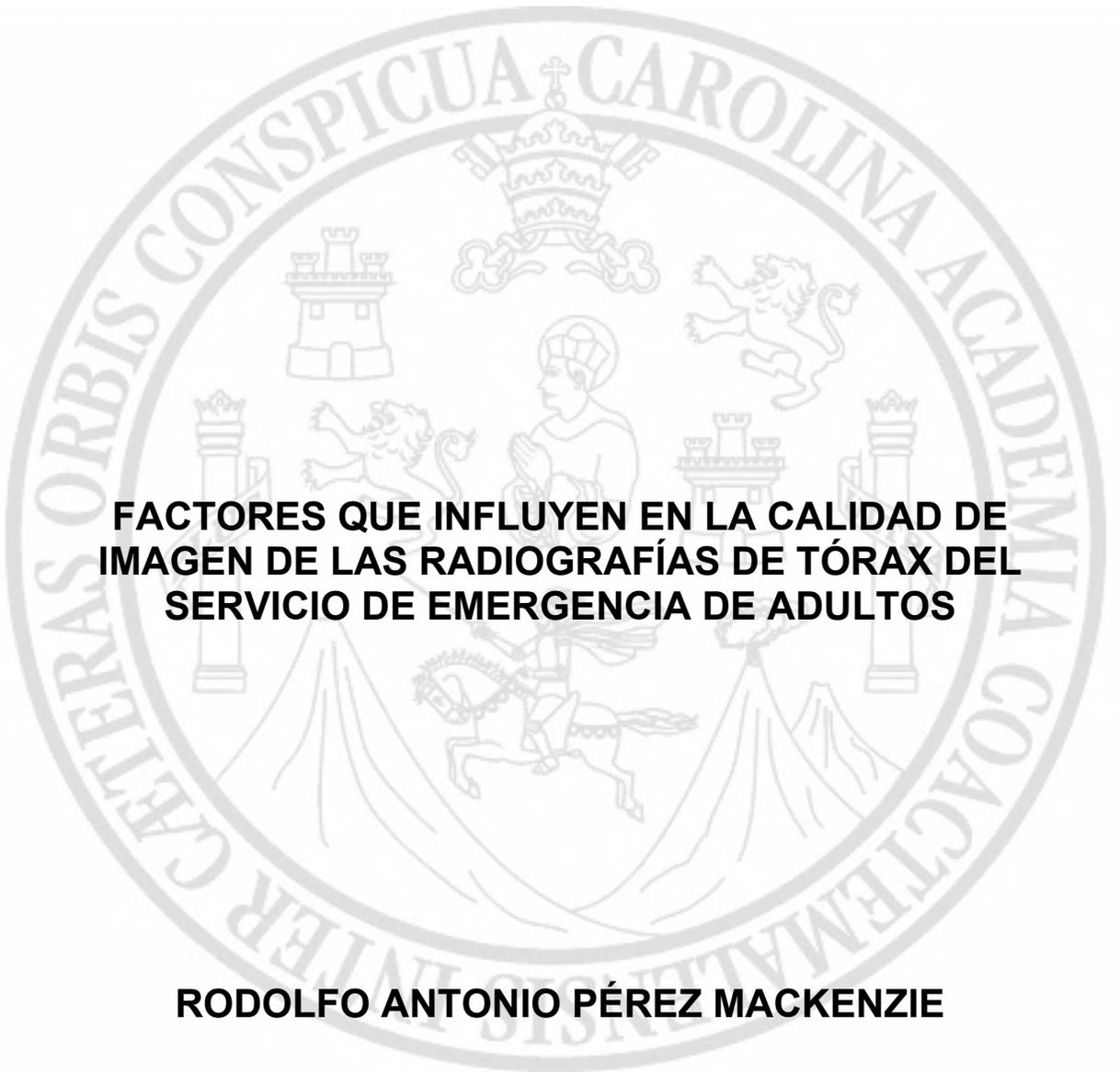


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, surrounded by various heraldic symbols including castles, lions, and a crown. The Latin motto "CAETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE
IMAGEN DE LAS RADIOGRAFÍAS DE TÓRAX DEL
SERVICIO DE EMERGENCIA DE ADULTOS**

RODOLFO ANTONIO PÉREZ MACKENZIE

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas**

**Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnosticas
Para obtener el grado de**

Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e Imágenes Diagnosticas

Marzo 2020



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.061.2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Rodolfo Antonio Pérez Mackenzie

Registro Académico No.: 200910560

No. de CUI : 1661432350101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Radiología e Imágenes Diagnósticas**, el trabajo de TESIS **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE IMAGEN DE LAS RADIOGRAFÍAS DE TORÁX DEL SERVICIO DE EMERGENCIA DE ADULTOS**.

Que fue asesorado por: Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.

Y revisado por: Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **marzo 2020**.

Guatemala, 12 de febrero de 2020.



Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA.
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/rdjgs

Guatemala, 26 de septiembre de 2018

Doctor
Edgar Axel Oliva González MSc.
Coordinador Especifico
Escuela de Estudios de Postgrado
Hospital General San Juan de Dios
Presente

Respetable Dr.:

Por este medio, informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta el doctor **RODOLFO ANTONIO PÉREZ MACKENZIE**, Carné No. 200910560 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e imágenes diagnosticas el cual se titula: **"FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE IMAGEN DE LAS RADIOGRAFIAS DE TÓRAX DEL SERVICIO DE EMERGENCIA DE ADULTOS"**.

Luego de la asesoría, hago constar que el **Dr. PÉREZ MACKENZIE**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.
Asesor de Tesis

Dr. José Miguel Alfaro Barrera
Médico y Cirujano
Col. 15,598

Guatemala, 26 de septiembre de 2018

Doctor
Edgar Axel Oliva González MSc.
Coordinador Especifico
Escuela de Estudios de Postgrado
Hospital General San Juan de Dios
Presente

Respetable Dr.:

Por este medio, informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta el doctor **RODOLFO ANTONIO PÉREZ MACKENZIE**, Carné No. 200910560 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e imágenes diagnosticas el cual se titula: **"FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE IMAGEN DE LAS RADIOGRAFIAS DE TÓRAX DEL SERVICIO DE EMERGENCIA DE ADULTOS"**.

Luego de la revisión, hago constar que el **Dr. PÉREZ MACKENZIE**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.
Revisor de Tesis

Dr. José Miguel Alfaro Barrera
Médico y Cirujano
Col. 15,598



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dr. José Miguel Alfaro Barrera, MSc.**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Radiología e
Imágenes Diagnósticas
Hospital General San Juan de Dios

Fecha Recepción: 02 de octubre 2018

Fecha de dictamen: 23 de septiembre 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Rodolfo Antonio Pérez Mackenzie

*"Factores que influyen en la calidad de imagen de las radiografías de tórax del
servicio de emergencia de adultos."*

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Mario David Cerón Bonis, PhD
Unidad de Investigación de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MDCD/karin

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 Haz de rayos X	3
2.1.1 Historia de los rayos X	3
2.1.2 Naturaleza de los rayos X	4
2.1.3 Propiedades de los rayos X	4
2.1.4 Fundamentos de la protección radiológica	5
2.2 Producción de los rayos X	6
2.2.1 Equipo de sistema de imagen por rayos X	6
2.2.2 Producción y emisión de los rayos X	8
2.2.3 Interacción de los rayos X con la materia	10
2.3 Radiografía convencional	11
2.3.1 Película radiográfica	11
2.3.2 Pantallas intensificadoras radiográficas	12
2.3.3 Procesado de la imagen latente	13
2.4 Calidad radiográfica	15
2.4.1 Técnica radiográfica	15
2.4.2 Calidad de imagen	17
2.4.3 Criterios de calidad de imagen	25
2.5 Radiografía de tórax	27
2.5.1 Anatomía radiográfica de tórax	27
2.5.2 Calidad radiográfica	33
2.5.3 Criterios de calidad de la radiografía de tórax	42
2.5.6 Estudios sobre calidad de imagen en radiografías de tórax	43
III. OBJETIVOS	45
3.1 Objetivo general	45
3.2 Objetivos específicos	45
IV. MATERIAL Y METODOS	47
4.1 Tipo y diseño de investigación	47
4.2 Unidad de análisis	47
4.3 Unidad de información	47
4.4 Población y muestra	48
4.5 Selección de los sujetos a estudio	48
4.6 Enfoque y diseño de investigación	48
4.7 Medición de variables	49
4.8 Técnicas, procesos e instrumentos utilizados en la recolección de datos	52
4.9 Plan de procesamiento de datos	53
4.10 Límites de investigación	54
4.11 Aspectos éticos de la investigación	54
V. RESULTADOS	55
VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS	57
6.1 Conclusiones	63
6.2 Recomendaciones	63
VII. BIBLIOGRAFÍA	65
VIII. ANEXOS	69
8.1 Boleta de recolección de datos	69

CUADROS

Cuadro 2.1 Factores que afectan a la cantidad y calidad de rayos X	9
Cuadro 2.2 Características de la absorción diferencial	11
Cuadro 2.3 Principales factores de calidad de la imagen	17
Cuadro 2.4 Segmentos pulmonares	29
Cuadro 2.5 Comparación entre proyección posteroanterior y proyección Anteroposterior	35
Cuadro 2.6 Patologías frecuentes del tórax	41
Cuadro 4.1 Operacionalización de Variables	49
Cuadro 5.1 Factores que disminuyen la calidad de la imagen de acuerdo al parámetro evaluado en las radiografías de tórax en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	56

GRAFICAS

Gráfica 5.1 Parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017	55
Gráfica 5.2 Grado de calidad de imagen de las radiografías de tórax, realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017	55
Gráfica 8.1 Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el sexo de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	74
Gráfica 8.2 Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la presencia de datos clínicos en la solicitud de radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	76
Gráfica 8.3 Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la edad de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	78

Gráfica 8.4
Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el hábito corporal de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 80

Gráfica 8.5
Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la impresión diagnóstica de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 82

Gráfica 8.6
Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado de las radiografías de tórax con la sala de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 84

Gráfica 8.7
Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el turno laboral que se realizan las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 86

Gráfica 8.8
Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el tamaño de película que utilizó para realizar las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 88

TABLAS

Tabla 8.1
Parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017 70

Tabla 8.2
Frecuencia de factores estudiados que influyen en la calidad de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 71

Tabla 8.3
Relación entre factores asociados con el grado de calidad de la imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017 72

Tabla 8.4	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el sexo de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	73
Tabla 8.5	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la presencia de datos clínicos en la solicitud de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	75
Tabla 8.6	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la edad de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	77
Tabla 8.7	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el hábito corporal de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	79
Tabla 8.8	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la impresión diagnóstica de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	81
Tabla 8.9	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen de las radiografías de tórax con la sala de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017	83
Tabla 8.10	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el turno laboral que se realizan las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	85
Tabla 8.11	Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el tamaño de película que utilizó para realizar las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017	87

RESUMEN

Objetivo: Se determinó los factores que influyen en la calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas a los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos por el departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios en el año 2017.

Metodología: Estudio de tipo descriptivo, transversal, con muestreo no probabilístico por conveniencia, de 300 radiografías de tórax. Los datos se recolectaron por medio de una encuesta con base a las directrices de la Unión Europea sobre los parámetros de calidad para imágenes radiográficas.

Resultados: Radiografías de tórax con parámetro adecuado fue de: detalle 85.33%, no artefactos de exposición 82.67%, estructura anatómica expuesta 78.33%, movimiento respiratorio 69.67%, no artefacto de procesado 68.00%, densidad óptica 64.33%, contraste 47.00%, magnificación 38.00%, no distorsión 33.33%. El grado de calidad las radiografías fue de: 61.67% medio grado, 30.33% alto grado, y 8.000% bajo grado. Los factores que influyen en los parámetros la calidad fueron el sexo femenino, pacientes mayores de 60 años, hábito corporal asténico, solicitud con datos clínicos, paciente con impresión diagnóstica patológica, servicio de traumatología, técnico radiólogo de turno vespertino.

Conclusiones: En la mayoría de las radiografías de tórax de la emergencia de adultos, la calidad de imagen es satisfactoria, ya que cumplen con el objetivo de brindar una impresión diagnóstica, aunque no cumplen con todos los parámetros de calidad. La no distorsión, la magnificación y el contraste fueron los parámetros más difíciles de cumplir. Depende fundamentalmente del rendimiento del técnico radiólogo en su turno laboral la edad, hábito corporal y la impresión diagnóstica del paciente.

Palabras clave: Radiografía convencional, parámetros de calidad de la imagen, radiografía de tórax.

I. INTRODUCCIÓN

La radiografía convencional es la interacción de los rayos X sobre el tejido del cuerpo humano, formando la imagen de la estructura anatómica expuesta en una película radiográfica. Ha sido fundamental para el diagnóstico médico, ya que brinda información para identificar diversas patologías. Sin embargo es necesario que la radiografía cuente con una calidad óptima.

El radiólogo es el encargado de la garantía y control de calidad de los estudios, asegurando el mejor diagnóstico posible, a una dosis de radiación aceptable con un costo mínimo. Brindando formación continua a los técnicos radiólogos, mantenimiento de equipos, controlar la producción de imagen y evaluación sistemática de las instalaciones de procesado de imágenes. Para identificar deficiencias y minimizar errores en los estudios.

En Guatemala el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social está en crisis, por lo que las finanzas a hospitales públicos han sido reducidas. Generando carencias de medicamentos y recursos, instalaciones en mal estado y equipos en deterioro en hospitales de referencia, como lo es el Hospital General San Juan de Dios.

Debido a la falta no se ha podido brindar el mantenimiento apropiado a los equipos. Puede modificar la calidad de la imagen, generando mayor costo a los hospitales y mayor dosis de radiación a los pacientes por la necesidad de repetir los estudios radiológicos.

Por lo que es importante determinar qué factores influyen en la calidad de la imagen radiográfica realizadas por el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas del Hospital General San Juan de Dios. Para lo que se evaluaron nueve parámetros de calidad de imagen en las radiografías de tórax de la emergencia de adulto ya que son el estudio más solicitado al departamento.

II. ANTECEDENTES

2.1 Haz de rayos X

Los rayos X fueron descubiertos por accidente en Europa a finales del siglo XIX. Se clasifican como un tipo específico de energía, denominado radiación electromagnética. Fue llamada como "X" representando el símbolo matemático de lo desconocido.¹

2.1.1 Historia de los rayos X

Wilhelm Conrad Roentgen, descubrió los rayos X el 8 de noviembre de 1895, investigando la conducción de los rayos catódicos (electrones) mediante un tubo de cristal al vacío, conocido como tubo de Crookes. La primera radiografía se realizó principios de 1896, la cual fue una imagen estática de la mano de la esposa de Roentgen, usando una exposición de 15 minutos.^{1, 2}

El descubrimiento de los rayos X hace destacar a Roentgen fue un descubrimiento accidental, además contemporáneos a él ya habían observado la radiación x, pero ninguno comprendió su significado y él estudió e identificó todas las propiedades de los rayos X que se conocen hoy en día.³

En 1898 se descubre que los rayos X pueden causar daño biológico, el cual se manifestó por primera vez como eritema en las personas que fueron expuestas a grandes dosis de radiación. Los efectos más graves, como el crecimiento de tumores malignos y cambios cromosómicos, se conocieron en décadas posteriores a la exposición a los rayos X.

Sin embargo el descubrimiento de Roentgen fue elogiado por su gran importancia para la ciencia y la medicina, obteniendo Premio Nobel en 1901. Los rayos X siguen ayudando al diagnóstico médico al obtener imágenes de prácticamente todas las partes del cuerpo humano, ya que se descubrió que los rayos X podían usarse de manera segura, si se siguen los procedimientos de protección radiológica.²

2.1.2 Naturaleza de los rayos X

Los rayos X se denominan fotones para la mayoría de las aplicaciones. Un fotón es un pequeño haz de energía electromagnética, el cual se mide en unidades de electro voltios (eV). Al formar parte del espectro electromagnético, tienen una naturaleza dual, ya que pueden actuar como ondas o partículas. Los fotones se comportan más como partículas que como ondas, ya que interactúan más fácilmente con la materia cuando está es aproximadamente del mismo tamaño.^{1, 2}

2.1.3 Propiedades de los rayos X

Se conoce que los rayos X tienen varias características o propiedades, entre ellas:

- Poder de penetración: Cuando un haz de rayos X incide sobre la materia, parte de esta radiación es absorbida, dispersada o atraviesa la materia. Dependiendo de la naturaleza atómica, la densidad, el espesor de la sustancia, la dureza de los rayos X. Se llama radiolúcido aquella materia que los rayos x atraviesan fácilmente, y radiopaco aquella absorben.
- Efecto luminiscente: Ciertas sustancias emiten luz al ser estimulado por los rayos X, a lo que se conoce como efecto luminiscente. Si solamente se mite luz visible cuando el fósforo se estimula, se llama fluorescencia, si el fosforo continua emitiendo luz después de la estimulación el proceso se llama fosforescencia. En la práctica radiológica se hace uso en las pantallas intensificadoras.
- Efecto fotográfico: Los rayos X actúan sobre la emulsión fotográfica, de tal manera que, después de ser revelada y fijada fotográficamente, presenta un ennegrecimiento o densidad fotográfica, que es la base de la imagen radiológica.
- Efecto ionizante: La radiación ionizante es cualquier tipo de radiación capaz de retirar un electrón orbital del átomo con el que interactúa. En los rayos X, la interacción entre la radiación y la materia se denomina efecto ionizante.

1,3

2.1.4 Fundamentos de la protección radiológica

La regla general es siempre minimizar la dosis de radiación para el paciente, para el radiólogo y para otros, tan bajo como sea razonablemente alcanzable (ALARA). Lo fundamental para minimizar la dosis de radiación son los principios cardinales de protección, tiempo y distancia.

- Tiempo: limitar la cantidad de tiempo expuesto a la radiación ionizante.
- Distancia: mantener una distancia segura de la fuente de exposición a la radiación ionizante.
- Protección: utilizar materiales contra la exposición a la radiación ionizante, como bata, cuello y protección gonadal de plomo. Deben colocarse con cuidado y precisión para evitar interferencias con la imagen y el área anatómica de interés.

2,3

Por otro la Comisión Internacional de Protección Radiológica brinda tres principios importantes de la protección radiológica:

- Principio de justificación: Cualquier decisión que altera la situación de exposición a la radiación debería ocasionar más beneficio que daño.
- Principio de optimización de la protección: La probabilidad de una exposición, el número de personas expuestas y la magnitud de sus dosis individuales deberían ser mantenidas tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.
- Principio de aplicación de límites de dosis: La dosis total a todo individuo debida a fuentes controladas en situaciones de exposición planificada, sin tener en cuenta la exposición médica a los pacientes, no debería exceder los límites apropiados especificados por la Comisión.

4

2.2 Producción de los rayos X

El haz de rayos X se produce cuando los electrones de alta velocidad chocan con un objetivo de metal dentro del tubo de rayos X. Al chocar, la energía cinética de los electrones, se transforma en energía electromagnética, conocida como rayos X.

2.2.1 Equipo de sistema de imagen por rayos X

Los sistemas de imagen por rayos X para diagnóstico, son de diferentes formas y medidas. La función es proporcionar un flujo controlado de intensidad de electrones suficiente para producir un haz de rayos X apropiado para la imagen. Los tres componentes principales de un sistema de imagen por rayos X son: la consola de control, el generador de alto voltaje y el tubo de rayos X.

Además de los componentes principales de un sistema de imagen por rayos X, es necesario una mesa de examen para la colocación del paciente. La mesa de examen debe de tener espesor uniforme y ser transparente a los rayos X, por lo que se utiliza fibra de carbono el cual es un material fuerte y absorbe la radiación pequeña.

2.2.1.1 Consola de control

La consola de control permite al técnico radiólogo a controlar el voltaje (pico kilovoltios, kVp) aplicado en el tubo de rayos X, la corriente con la que viajan los electrones a través del tubo de rayos X y el tiempo de exposición (miliamperios por segundo, mAs).

2.2.1.2 Generador de alto voltaje

El generador de alto voltaje es responsable del incremento de la potencia de salida necesario para la producción de rayos X. La potencia puede ser de tres maneras: fase simple, fase triple o de alta frecuencia, la diferencia entre ellos es la ondulación. Un voltaje de ondulación menor genera una mayor cantidad y calidad de radiación.

2.2.1.3 Tubo de rayos X

El tubo de rayos X se encuentra en el interior de un revestimiento por lo que es inaccesible. Se compone de estructuras externas y estructuras internas.

- Estructuras Externas:
 - Estructura de sustento: permite al técnico radiólogo la movilidad y posicionamiento del tubo de rayos X. Existen diversos sistemas de sustentos, entre ellos: de techo, de suelo-techo y sustento de brazo en C.

El sistema de sustento de techo es el de mayor predilección, consiste en un sustento colocado en el techo sobre dos conjuntos perpendiculares de guías. Permiten desplazamiento longitudinal o transversal del tubo de rayos X, para que exista una distancia variable entre la fuente y el receptor de imagen.
 - Revestimiento protector: cubre el tubo de rayos X, sus funciones son evitar una excesiva exposición a la radiación y a las descargas eléctricas.
 - Carcasa de metal o vidrio: contenedor que mantiene el vacío dentro del tubo, permitiendo una producción de rayos X más eficiente y proporciona una vida de uso más larga.
- Estructuras Internas: Sus componentes son el cátodo y el ánodo.
 - Cátodo: es la parte negativa del tubo de rayos X y tiene dos partes principales: el filamento y una copa focalizadora.
 - Filamento: espiral de cable, generalmente de tungsteno, que emite electrones cuando se calienta. La corriente del tubo de rayos X se ajusta controlando la corriente del filamento.

- Copa focalizadora: El filamento se incrusta en la copa focalizadora, para confinar el haz de electrones a una pequeña área del ánodo.
- Ánodo: es la parte positiva del tubo de rayos X, pueden ser estacionario o rotatorios. Sus funciones son tres: conductor eléctrico, soporte mecánico para el blanco y disipador térmico.
 - Blanco u objetivo: es el área del ánodo golpeada por los electrones que provienen del cátodo. El tungsteno es el material elegido para el blanco por ser alto número atómico, tener adecuada conductividad térmica para disipar el calor y punto de fusión alto.

Los fallos más frecuentes del tubo de rayos X son la exposición excesiva que provoca que el ánodo se doble o rompa y la vaporización del filamento con deposición dentro de la carcasa.

3

2.2.2 Producción y emisión de los rayos X

Los electrones que viajan al ánodo constituyen la corriente del tubo de rayos X y suelen denominarse electrones proyectil. Cuando estos electrones interactúan con el blanco del ánodo, producen una conversión de la energía cinética de los electrones en energía térmica (99%) y en rayos X (1%).

Los dos tipos de rayos X que se producen son los rayos X característicos y los rayos X bremsstrahlung. Aproximadamente el 15% del haz de rayos X es característico y el resto es bremsstrahlung.

- Rayos X característicos: Los rayos X característicos se producen cuando un electrón proyectil ioniza un electrón de las capas internas de un átomo del blanco y al ocupar el hueco de la capa interna, se emiten rayos X característicos. Se denominan característicos, debido a que se comporta dependiendo del elemento blanco. Sin embargo solo los rayos X característicos de la capa K del tungsteno son útiles para la obtención de imágenes.

- Rayos X bremsstrahlung: Los rayos X bremsstrahlung se producen por el frenado de un electrón proyectil por el campo nuclear electrostático del átomo del blanco. Entre más cerca del núcleo pase el electrón proyectil, más influencia tendrá del campo eléctrico del núcleo y cambiara su trayectoria, al perder energía cinética reaparece en forma de emisión de rayos X.

Los rayos X característicos tienen energías fijadas y forman un espectro de emisión discreto. En cambio los rayos x bremsstrahlung, tienen un rango de energía y forman un espectro de emisión continuo.

Existen varios factores bajo el control del técnico radiólogo que influyen en el espectro de emisión, y por consiguiente en la cantidad y la calidad del haz de rayos X. La cantidad se refiere al número de rayos X en el haz útil y la calidad al poder de penetración de un haz de rayos X.

2,3

Cuadro 2.1
Factores que afectan a la cantidad y calidad de rayos X

Factor	Cantidad	Calidad
↑ mAs	↑	----
↑ kVp	↑	↑
↑ Distancia	↓	----
↑ Filtración	↓	↑

Fuente: Bushong, SC. Manual de radiología para técnicos.

Se debe tomar en cuenta el efecto talón que se refiere a que la intensidad de radiación sobre el cátodo va hacer mayor que en el ánodo. Ya que los electrones que interactúan con los átomos blancos más cerca del ánodo, o más profundos deben a travesar un espesor mayor. La importancia se da cuando se muestran estructuras anatómicas de diferente espesor, debido a que se debe de colocar del lado del cátodo, el extremo más grueso de la anatomía estudiar, para proporcionar una exposición más uniforme.³

2.2.3 Interacción de los rayos X con la materia

Los rayos X interactúan con la materia de las siguientes cinco formas:

- **Dispersión coherente:** En la dispersión coherente, el haz incidente interactúa con un átomo entero, produciendo un cambio en su dirección, sin que exista pérdida de energía ni ionización. Escasa importancia para la radiología diagnóstica.
- **Efecto Compton:** Se presenta cuando el haz incidente ioniza electrones de la capa más externa del átomo, provocando cambio en su dirección y reducción de su energía. El efecto Compton reduce el contraste, causando ruido en la imagen radiológica, sin contribuir a la obtención de información de utilidad diagnóstica.
- **Efecto fotoeléctrico:** El efecto fotoeléctrico se produce cuando el haz incidente es absorbido totalmente durante la ionización de un electrón de las capas más internas del átomo. El electrón es expulsado del átomo y es denominado fotoelectrón. Los rayos X que realizan una interacción fotoeléctrica proporcionan información diagnóstica al receptor de imagen.
- **Producción de pares:** Se debe a la interacción del haz incidente con el campo eléctrico del núcleo. El haz desaparece y aparecen dos electrones, uno cargado de forma positiva (positrón) y otro cargado negativamente (electrón). No se presenta durante la realización de imágenes con rayos X, pero es vital para la obtención de imágenes mediante tomografía por emisión de positrones.
- **Desintegración fotónica:** Se observa cuando el haz incidente es absorbido por el núcleo. El núcleo pasa a un estado de excitación y se liberan fragmentos nucleares. No se presenta en radiología diagnóstica.

3

La imagen radiológica surge de la diferencia entre los rayos X absorbidos por la interacción fotoeléctrica y los rayos X que atraviesan el cuerpo como rayos X formadores de imagen. La absorción diferencial depende del número atómico y de la densidad de los átomos del tejido, así como de la energía de los rayos X.³

Cuadro 2.2

Características de la absorción diferencial

Característica	Descripción
Al aumentar la energía de los rayos X	Menor número de interacciones Compton
	Muchas menos interacciones fotoeléctricas
	Mayor transmisión en los tejidos
Al aumentar el número atómico de los tejidos	Sin cambios en las interacciones Compton
	Mayor número de interacciones fotoeléctricas
	Menor transmisión de los tejidos en rayos X
Al aumentar la densidad de masa de los tejidos	Aumento proporcional de las interacciones Compton
	Aumento proporcional de las interacciones fotoeléctricas
	Reducción proporcional de la transmisión de los rayos X

Fuente: Bushong, SC. Manual de radiología para técnicos

2.3 Radiografía convencional

El dispositivo de adquisición de las imágenes convencionales es un sistema de pantalla-película en un chasis radiográfico, el cual protege la película de la luz y garantiza que la pantalla esté en contacto directo con la película.⁵

2.3.1 Película radiográfica

La película radiográfica se compone de una base de poliéster cubierta a ambos lados por una emulsión. La emulsión contiene cristales de bromuro de plata sensibles a la luz, que están hechos de una mezcla de nitrato de plata y bromuro de potasio.

Los rayos X formadores de imagen que emergen del paciente e inciden en la película radiográfica de pantalla depositan energía en la emulsión a través de la interacción con los cristales de haluro de plata. El cristal de haluro de plata al interactuar con los fotones de luz, forma la imagen latente.

El tipo de película-pantalla es el más usado en radiología y se deben de considerar las siguientes características:

- **Contraste:** depende del tamaño y la distribución de los cristales de haluro de plata. Las emulsiones con grandes cristales son más sensibles, produciendo alto contraste, a diferencia de los granos pequeños.
- **Velocidad:** la combinación de película y pantalla más sensibles son rápidas, las cuales necesitan menos rayos X para producir una imagen diagnóstica.
- **Cruce:** es la exposición de una emulsión causada por la luz desde el lado opuesto de la pantalla radiográfica intensificadora, esto reduce la definición de la imagen radiográfica. Por lo que se añade un tinte absorbente a una capa de control de cruce.
- **Emparejamiento espectral:** la luz que emiten las pantallas radiográficas intensificadoras debe corresponder a la respuesta de la película radiográfica.
- **Ley de reciprocidad:** La exposición total de una película depende de la intensidad y el tiempo que tarda en exponerla. Los tiempos de exposición muy cortos o muy largos producen una densidad óptica menor.

Las películas deben tratarse cuidadosamente y almacenarse a temperaturas y humedades específicas para reducir los artefactos. 3, 5

2.3.2 Pantallas intensificadoras radiográficas

Las pantallas intensificadoras radiográficas amplifican los rayos X que alcanzan la emulsión de la película, que forman la imagen.

Se compone de cuatro capas:

- Capa protectora: La capa transparente más próxima a la película radiográfica. Brinda a la película resistencia al daño producido por el uso, además de eliminar la acumulación de la electricidad estática y proporciona superficie para el lavado.
- Fosforo: Capa activa de las pantallas intensificadoras, compuesta por sustancias de tierras raras. Emite luz durante la estimulación de los rayos X (fluorescencia).
- Capa reflexiva: Se encuentra entre el fosforo y la base, se encarga de interceptar la luz dirigida en otras direcciones y la redirige hacia la película radiográfica.
- Base: Capa más alejada de la película, la cual da soporte mecánico.

Las pantallas intensificadoras radiográficas deben de cuidarse y limpiarlas regularmente, ya que puntos aparecerán en la radiografía si existe polvo u otros depósitos en la pantalla.

3

2.3.3 Procesado de la imagen latente

El procesado de la imagen latente invisible crea la imagen radiográfica visible. Todo el procesado radiográfico es automático, la secuencia es:

- 1º. Revelado: es donde el agente humectante permite que los baños químicos posteriores puedan alcanzar todas las partes de la emulsión uniformemente. Para que los químicos convierten la imagen latente en una imagen visible. Las reacciones químicas no se comprenden del todo.
- 2º. Fijado: la película se lava para parar y eliminar el exceso de productos químicos de revelado. Luego la parte de gelatina de la emulsión es endurecida al mismo tiempo para incrementar su solidez estructural.

3º. Lavado: elimina cualquier producto químico restante de los pasos anteriores.

4º. Secado: para eliminar el agua para poder manipular e interpretar la película.

Los principales componentes de un procesador automático son el sistema de transporte, el sistema de control de temperatura, el sistema de circulación, el sistema de rellenado y el sistema de secado.

- Sistema de transporte: consiste en tres subsistemas principales: los rodillos, los estantes de transporte y el motor de impulso. El sistema de transporte no sólo transporta la película, también controla el procesado, al controlar el tiempo de inmersión de la película en cada producto químico.
- Sistema de control de temperatura: es supervisada por un termostato y se controla termostáticamente por un calefactor controlado en cada tanque. La temperatura del revelado es la más importante y normalmente se mantiene en 35º C. La temperatura del agua de lavado se mantiene tres grados más bajo a la temperatura de revelado.
- Sistema de circulación: se encarga de bombear el revelado y el fijador continuamente, manteniendo una agitación necesaria para mezclar continuamente en cada tanque.
- Sistema de relleno: mide la cantidad adecuada de fijador y revelado, para mantener el volumen y la actividad química. Si se incrementa el ritmo de relleno, se incrementa ligeramente el contraste; si el ritmo es demasiado bajo, el contraste baja de forma significativa.
- Sistema de secado: extrae toda la humedad residual de la radiografía procesada. Una radiografía húmeda incorpora fácilmente polvo que puede generar artefactos.

2.4 Calidad radiográfica

La calidad radiográfica es la exactitud de la representación de las estructuras anatómicas examinadas de un paciente. Se requiere que la calidad de las imágenes sea óptima, ya que es necesario asegurar que el radiólogo disponga de una imagen de buena calidad, para una interpretación adecuada.

Para producir imágenes de alta calidad radiográfica, deben de combinarse apropiadamente la técnica radiográfica, la calidad de la imagen y los factores que dependen del paciente. Estos están principalmente bajo el control del técnico radiólogo, por lo que él debe de conocer los factores de calidad radiográfica y comprender los principios básicos de la física de rayos X. ^{2,3}

2.4.1 Técnica radiográfica

La técnica radiográfica se compone de los factores de exposición, las características del sistema de rayos X y el posicionamiento del paciente.

2.4.1.1 Factores técnicos de exposición

Son los que determinan la cantidad y calidad de radiación X a la que se expone el paciente. Los principales factores de exposición son el kVp, los mAs y la distancia.

- kVp: Control primario de la calidad del haz de rayos X y por tanto de la penetrabilidad del haz. Un haz de mayor calidad es un haz de mayor energía y con más probabilidad de penetrar en la anatomía de interés. Debido a que es de mayor energía, existe mayor interacción de efecto Compton, por lo tanto produce más radiación dispersa y menos absorción diferencial, disminuyendo el contraste de la imagen.
- mAs: Determina el número de rayos X en el haz primario, consecuentemente la cantidad de radiación. El mAs no influye en la calidad de radiación. El ajuste de mAs es el factor clave de la densidad óptica en la radiografía.

- Distancia: Afecta a la exposición del receptor de imagen de acuerdo a la ley del cuadrado inverso, que se refiere a que entre mayor distancia exista entre foco receptor (DFR), menor será la exposición. Por lo que el técnico debe de calcular el cambio requerido en los demás factores después de un cambio de DFR.

3

2.4.1.2 Características del sistema de rayos X

Son los factores que están predeterminados por el sistema de toma de imágenes de rayos X. Entre ellos están el tamaño de punto focal, el filtrado añadido y el generador de alto voltaje.

- Tamaño del punto focal: la mayoría de tubos de rayos X están equipados con dos tamaños de punto focal, grande y pequeño. El punto focal grande origina más rayos, debido a eso el punto focal pequeño se utiliza para las radiografías que requieran detalle fino (magnificación, extremidades u otras partes delgadas del cuerpo), donde la cantidad de rayos X es menor.
- Filtrado: Existen tres tipos de filtrado
 - Inherente: La cobertura de cristal o metal de los tubos de rayos X que filtra el haz de rayos X emitido.
 - Añadido: Una fina lámina de aluminio colocada entre la cobertura protectora del tubo de rayos X y el colimador del haz de rayos X, la cual puede ser seleccionable.
 - De compensación: Moldes de aluminio montados en un panel transparente que se deslizan por debajo del colimador. Equilibran la intensidad del haz de rayos X para realizar una exposición más uniforme al receptor de imagen.

- Generador de alto voltaje: Entre menor sea la ondulación del voltaje va aumentar la cantidad y calidad de radiación.

2,3

2.4.2 Calidad de imagen

Los parámetros que determinan la calidad de imagen, se divide en cuatro categorías principales interrelacionadas: parámetros relacionados a factores de exposición, factores geométricos, factores relacionados del sujeto y artefactos.^{2,3}

Cuadro 2.3
Principales factores de calidad de la imagen

Factores de exposición	Factores geométricos	Factores del sujeto	Artefactos
<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Contraste 	<ul style="list-style-type: none"> • Distorsión • Magnificación • Desenfoque 	<ul style="list-style-type: none"> • Habito corporal • Movimiento • Patología 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición • Procesado • Manipulación y almacenamiento

Fuente: Bushong, SC. Manual de radiología para técnicos

2.4.2.1 Factores de la película

2.4.2.1.1 Densidad óptica

La densidad radiográfica puede definirse como el grado de ennegrecimiento de la imagen revelada. El principal factor de control son los mAs, que controla la densidad a partir de la cantidad de rayos X emitidos desde el tubo de rayos durante la exposición.⁵

Otros factores que modifican la densidad óptica en menor cantidad son los kVp y la DFR. El kVp determina una mayor cantidad de rayos X y energía, lo que implica una mayor radiación al receptor de imagen con aumento de la densidad global. El DFR por la ley del inverso del cuadrado, entre mayor distancia menos intensidad de radiación, lo cual disminuye la densidad radiográfica.³

Una radiografía demasiado oscura tiene una densidad óptica alta, resultado de una sobreexposición debido a demasiada radiación X, por el contrario una radiografía demasiado clara es expuesta a escasa radiación X, lo que produce subexposición y una densidad óptica baja.

Si el único parámetro de la radiografía que debe de cambiarse es la densidad óptica, el factor apropiado para ajustarla debe de ser los mAs. La regla general que se requiere para la modificación de la densidad es:

- Para producir un cambio visible se debe de modificar el 30% de los mAs.
- Para corregir una radiografía sobreexpuesta o subexpuesta se debe de reducir o aumentar del 50% al 100% de los mAs. 3, 5

2.4.2.1.2 Contraste

El contraste se define como la diferencia de la densidad óptica de estructuras anatómicas adyacentes de una imagen radiográfica. La función del contraste en la imagen es hacer más visible los bordes y detalles de la estructura anatómica. El contraste puede definirse como de escala larga (contraste bajo) y escala corta (contraste alto) en relación con el espectro total de las densidades ópticas desde las partes más claras hasta las más oscuras de la imagen radiográfica.

El kVp es el principal factor para controlar el contraste radiográfico, controla la energía o el poder de penetración del haz de rayos X. Cuando mayor es el kVp, mayor será la energía y la uniformidad con la que el haz de rayos atraviese las diversas densidades de los tejidos, por lo tanto un kVp más alto se asocia con una menor variación de la atenuación y menor contraste. La regla general que se requiere para la modificación de contraste:

- Se debe aumentar aproximadamente un 4% de kVp, para producir un cambio visible en el contraste.

En un examen radiográfico debe de utilizarse el máximo kVp y el mínimo mAs que brinden suficiente información diagnóstica. Esto reduce la exposición del paciente a la radiación y en general se lograra radiografías que aporten buena información diagnóstica. Si no se requiere un cambio significativo, probablemente no será necesario la repetición de estudio. 3, 5

2.4.2.2 Factores geométricos

2.4.2.2.1 Magnificación

Todas las imágenes en una radiografía aparecen más grandes (magnificación) que el objeto que representan, sin embargo para las mayoría de imágenes médicas, se debe de mantener la menor magnificación posible.

El factor de magnificación depende de las condiciones geométricas del examen, para la mayoría de radiografías tomadas en un receptor con una DFR de 100 cm, el factor de magnificación es aproximadamente de 1.1 y para las radiografías tomadas con DFR de 180 cm, el factor de magnificación es aproximadamente 1.05. Las relaciones de magnificación se mantienen para objetos situados fuera del eje central que para los situados en eje central.³

2.4.2.2.2 Distorsión

La distorsión es la alteración de la representación del tamaño y la forma del objeto en la radiografía. La imagen puede quedar alterada debido a la posición del tubo de rayos X, de la parte anatómica o del receptor de la imagen, lo cual puede producir una elongación o acortamiento de la imagen.

El alineamiento de la parte anatómica de interés en un plano paralelo al del receptor de imagen, es fundamental para el correcto posicionamiento del paciente y reducción de la distorsión.³

2.4.2.2.3 Detalle

El detalle se refiere observar con nitidez las pequeñas estructuras de la radiografía. Cuando hay un detalle adecuado, son visibles incluso las partes más pequeñas de la anatomía y el radiólogo puede detectar alteraciones de los tejidos más fácilmente.

Debe de evaluarse el detalle registrado y la visibilidad del detalle de la imagen. El detalle registrado se refiere a las líneas estructurales de los bordes de los tejidos de la imagen y al grado de borrosidad de la imagen, la cual se mide por la resolución espacial, que es la capacidad de visualizar dos objetos separados y distinguirlos visualmente uno del otro.

La visibilidad del detalle de la imagen es la habilidad para ver el detalle, la mejor medida de la visibilidad del detalle de la imagen es la resolución del contraste, que se refiere a la capacidad de visualizar pequeños objetos. Cualquier factor que afecte a la densidad óptica y al contraste afecta a la visibilidad del detalle de la imagen.

Para producir el detalle de la imagen más nítido, debe de usarse el foco más pequeño que sea apropiado y colocar la parte anatómica a estudiar tan cercana al receptor como sea posible. Otros factores son los métodos destinados a prevenir que la radiación dispersa alcance al RI.

3, 6

2.4.2.3 Factores del paciente

Los factores del paciente no están asociado con la colocación del paciente, sino con la técnica radiográfica, que mejor compensa el tamaño del paciente, su forma y la composición de su tejido. La evaluación del paciente es la tarea más difícil para el técnico radiólogo, el tamaño del paciente, su configuración y su estado físico influyen enormemente en la técnica radiográfica que debe de usarse.

2.4.2.3.1 Hábito corporal

El hábito corporal es el tamaño de la persona y su configuración física. El reconocimiento del hábito corporal es esencial en la selección de la técnica radiográfica. El técnico radiólogo debe de usar especímetro para medir el grosor de la parte anatómica que se va irradiar, ya que entre más grueso sea el paciente, más radiación X se va a necesitar que penetre.

- Esténico (50%): es el más frecuente, corresponde a las personas altas y delgadas, con buen tono muscular.
- Hiposténico (35%): es una morfología intermedia entre el tipo esténico y el asténico, es menos muscular.
- Asténico (10%): estas personas presentan un tipo corporal delgado más extremo, se caracteriza en los pacientes ancianos o que sufren de patologías crónicas.
- Hiperesténico (5%): conformado por una arquitectura masiva y son personas rechonchas de piernas y cuello corto, tórax corto y abultado, cabeza redonda y cara ancha.

3, 6

2.4.2.3.2 Desenfoque de movimiento

El movimiento del paciente o del tubo de rayos X durante la exposición da como resultado el desenfoque de la imagen radiográfica. Generalmente el movimiento del tubo de rayos X no es un problema, sin embargo la causa habitual del desenfoque de movimiento es el movimiento del paciente. Hay dos tipos de desenfoque de movimiento del paciente, el movimiento voluntario e involuntario.

El movimiento voluntario de los miembros y músculos se controla mediante la inmovilización, mientras que el movimiento involuntario del corazón y de los pulmones se controla mediante tiempos cortos de exposición. Por lo que el técnico radiólogo debe dar instrucciones claras al paciente. ³

2.4.2.3.3 Patología

Las alteraciones patológicas del paciente influye en la técnica radiográfica, algunas patologías son destructivas que hacen que los tejidos sean más radiolúcidos, otras son constructivas que aumentan la densidad de la masa y causan que el tejido sea más radiopaco. Por lo que el formulario de solicitud de exploración del paciente, debe de tener información con relación a la patología que se sospecha.³

2.4.2.4 Artefactos de la imagen

Los artefactos son densidades ópticas no deseadas o defectos en una radiografía. Pueden interferir con la visualización de estructuras anatómicas y conducir a diagnóstico erróneos. Los artefactos pueden ser controlados si se conoce su causa, debido a que no está causado por la interacción de los rayos X con la estructura anatómica a estudio, sino que por el proceso.

2.4.2.4.1 Artefactos de exposición

Los artefactos de exposición están asociados con la forma en el que el técnico radiólogo lleva a cabo el examen así como la adecuada preparación del paciente. Estos son fáciles de detectar y corregir, encontramos los siguientes:

- Combinaciones incorrectas entre película y pantalla.
- Chasis doblados.
- Posicionado incorrecto de la rejilla.
- Posición inadecuada del paciente o sus movimientos.
- Pantallas intensificadoras sucias.
- Objetos externos del paciente (ejemplo: joyas, cremalleras, yesos).
- Objetos internos del paciente (catéteres, prótesis, empastes dentales).

La preparación e instrucciones adecuadas al paciente son esencial para promover la comprensión y cooperación en el estudio, para producir imágenes sin artefactos.

3

2.4.2.4.2 Artefactos del procesado

La mayoría son artefactos de presión causados por el sistema de transporte del procesador. Los artefactos de presión normalmente sensibilizan la emulsión y parecen como zonas de alta densidad óptica. Los artefactos que causan rasguños o eliminan emulsión aparecen como zonas con una densidad óptica más baja. Entre ellos están:

- Marcas de los rodillos: se encuentran en el extremo anterior o posterior de la película, paralelas a la dirección de transporte de la película a lo largo del procesador.
- Rodillos sucios: originan depósitos de suciedad en la película como artefactos bien definidas.
- Velo químico: un químico de procesado inadecuado o exceso de productos químicos, puede dar el resultado de manchas dicróicas, se refiere a dos colores, como efecto de cortina.

- Sensibilización por presión húmeda: artefacto producido en el tanque de revelado, los rodillos irregulares o sucios causan presión durante el revelado y producen patrones circulares pequeños de densidad óptica aumentada.
- Retención de fijador: cuando hay un exceso del químico de tiosulfato, el fijado no se elimina completamente durante el lavado y el sulfuro de plata se acumula, apareciendo amarillo o marrón en la radiografía almacenada.

Los artefactos de procesado se eliminan con un adecuado control de calidad y con un lavado frecuente del procesador. ³

2.4.2.4.3 Artefactos de manipulación y almacenamiento

Las condiciones inapropiadas de almacenamiento de películas pueden causar diversos artefactos, a continuación se enumeran algunos:

- Velo: Se puede producir velo en la imagen si la temperatura o la humedad son demasiado altas. Además La entrada de luz blanca, en la sala oscura o en el chasis, y la radiación puede producir artefacto de forma de rayas de densidad óptica aumentada.
- Estática: La estática es el artefacto más obvio, causado por la acumulación de electrones en la emulsión y se manifiesta durante periodos de humedad extremadamente baja. Hay tres patrones distintivos llamados de corona, árbol y mancha.
- Marcas de dobladuras

Un diseño adecuado de las instalaciones ayuda a reducir los artefactos de manipulación y almacenamiento. ³

2.4.3 Criterios de calidad de imagen

Los criterios de calidad se utilizan en proyecciones radiográficas seleccionadas de exámenes de rayos X de rutina, estos se aplican a pacientes adultos de tamaño estándar (70 kg) con los síntomas de presentación habituales para el tipo de examen que se está considerando. Estos criterios de calidad deben ser utilizados por técnicos radiólogos y radiólogos como un control de la ejecución de rutina de todo el proceso de imágenes.

En un estudio realizado en Europa del año 1990, sobre los criterios de calidad, encontraron que, cuanto mayor es el número de criterios que se deben de cumplir, menor es el porcentaje de las radiografías que cumplan todos los criterios.

Sin embargo, los criterios de calidad no se pueden aplicar a todos los casos. Para ciertas indicaciones clínicas, un nivel más bajo de calidad de imagen puede ser aceptable, pero idealmente siempre se debe asociar con una menor dosis de radiación para el paciente. Se debe de tener en cuenta, que una radiografía puede ser aceptada si cumple con los criterios clínicos, aunque no cumpla con todos los criterios de calidad.

Para cada proyección radiográfica seleccionada, los criterios de calidad se dividen en tres partes:

- Criterios de diagnóstico
 - Criterios de imagen
 - Detalles importantes de la imagen
- Criterios para la dosis de radiación al paciente
- Adecuada técnica radiográfica

2.4.3.1 Criterios de diagnóstico

- Criterios de imagen: son parámetros específicos de las estructuras anatómicas que deben ser visible en una radiografía. Algunos de estos criterios dependen fundamentalmente del posicionamiento correcto y la cooperación del paciente, mientras que otros reflejan el rendimiento técnico del sistema de imágenes.
- Detalles importantes de la imagen: proporcionan información cuantitativa sobre los tamaños mínimos a los que los detalles anatómicos importantes deben ser visibles en la radiografía. Algunos de estos detalles anatómicos pueden ser patológicos y, por lo tanto, pueden no estar presentes.

2.4.3.2 Criterios para la dosis de radiación al paciente

Proporcionan valores de referencia para la dosis del haz de entrada a un paciente de tamaño estándar para cada tipo de radiografía considerada. Se expresa como la dosis absorbida al aire (mGy) en el punto de intersección del eje de los rayos X con la superficie de un paciente.

2.4.3.3 Adecuada técnica radiográfica

Proporciona un conjunto de parámetros de técnica radiográfica que son capaz de cumplir todos los criterios de calidad anteriores. Si los criterios de diagnóstico no se cumplen para la dosis de radiación para el paciente, entonces la técnica radiográfica se puede utilizar como una guía sobre cómo podrían mejorarse sus técnicas.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| - Dispositivo radiográfico | - Tensión del tubo de rayos X |
| - Valor de punto focal nominal. | - Distancia de enfoque a película |
| - Filtración total | - Control de exposición automático |
| - Rejilla anti dispersión | - Tiempo de exposición |
| - Sistema de película de pantalla | - Dispositivos de Protección |

2.5 Radiografía de tórax

La radiografía de tórax es el examen radiológico más frecuentemente solicitado en cualquier departamento de radiología, aproximadamente el 32.7% de los estudios que se realizan son de tórax, y de ellos, el 40% son problemas médicos de emergencias.⁸

La dificultad para obtener una radiografía de tórax de óptima calidad está en la complejidad anatómica de la región y la variedad de patologías que pueden presentarse en el tórax. El problema más importante es el amplio intervalo de atenuaciones de los rayos X y de los tejidos, que van desde la radiolúcencia del pulmón a la opacidad del mediastino.

Las indicaciones para una radiografía de tórax son las siguientes:

- Evaluación de síntomas (disnea, tos, fiebre, pérdida de peso)
- Evaluación de signos (hipoxemia)
- Evaluación post toracentesis, colocación de sondas, catéteres y/o marcapasos, además de complicaciones asociadas.

9

2.5.1 Anatomía radiográfica de tórax

. Por lo que es necesario conocer La anatomía radiográfica del tórax se puede dividir en tres secciones: el sistema respiratorio, la caja torácica y el mediastino.⁶

2.5.1.1 Sistema respiratorio

La respiración consiste en el intercambio de sustancias gaseosas entre el aire y el torrente sanguíneo. El sistema respiratorio está compuesto por las estructuras a través de las cuales pasa el aire hasta llegar a los pulmones. En la radiografía de tórax las estructuras observables son la tráquea, los bronquios y los pulmones.^{10, 11}

2.5.1.2.1 Tráquea y bronquios principales

La tráquea es una estructura tubular fibromuscular, la cual se sitúa en la línea media, de aproximadamente 2 cm de diámetro y 11 cm de largo. Las paredes traqueales contienen alrededor de 20 anillos cartilagosos en forma de C, los cuales son rígidos para mantener permeable la vía aérea e impedir su colapso durante la inspiración.^{6, 10}

En las radiografías se observa como una columna de aire, donde la porción intratorácica de la tráquea tiene un leve desvío hacia la derecha. La pared de la tráquea es fina y definida internamente con leves indentaciones en su contorno producidas por los anillos cartilagosos. Se extiende desde la laringe a nivel de la sexta vértebra cervical (C6), hasta la carina a nivel de la cuarta o quinta vértebra torácica (T4 o T5), en donde se divide en un bronquio primario derecho e izquierdo, dirigiéndose hacia el hilio pulmonar correspondiente.

Los bronquios principales divergen desde su origen dirigiéndose hacia afuera y atrás, formando un ángulo que presenta gran variabilidad (entre 35 - 90°) con un valor medio de 70°. En pacientes asténicos tiende a ser más agudo, mientras que es más abierto en obesos.

El trayecto del bronquio principal derecho en su porción distal es más recto, siendo más corto y ancho que el del bronquio principal izquierdo. Los dos bronquios principales deben de verse en su totalidad en la radiografía frontal. En las proyecciones laterales, el bronquio principal izquierdo aparece como una estructura radiotransparente, circular u oval, debido a su trayecto más horizontal, mientras que el bronquio principal derecho más vertical se observa como una imagen tubular.

10.

2.5.1.2.2 Pulmones

Se encuentran dos pulmones grandes y esponjosos localizados en ambas mitades de la cavidad torácica. Los pulmones llenan todo el espacio torácico no ocupado por otras estructuras. El pulmón derecho está compuesto por tres lóbulos: superior, medio e inferior, divididos por dos cisuras profundas. El pulmón izquierdo solo posee dos lóbulos: superior e inferior, separados por una sola cisura profunda oblicua. ¹²

Los lóbulos pulmonares se dividen en segmentos, cada uno en relación con su bronquio segmentario. El pulmón derecho cuenta con diez segmentos y el pulmón izquierdo presenta ocho.

Cuadro 2.4
Segmentos pulmonares

Pulmón derecho:	Pulmón izquierdo:
Lóbulo superior <ul style="list-style-type: none">• Segmento apical, anterior y posterior. Lóbulo medio <ul style="list-style-type: none">• Segmento lateral y medial. Lóbulo inferior <ul style="list-style-type: none">• Segmento superior, basal medial, basal lateral, basal anterior y basal posterior.	Lóbulo superior <ul style="list-style-type: none">• Segmento apicoposterior y anterior.• Lingula superior e inferior. Lóbulo inferior <ul style="list-style-type: none">• Segmento superior, basal anteromedial, basal lateral y basal posterior.

Fuente: Fraser RS, Colman N, Müller N, Paré PD. Fundamentos de las enfermedades del tórax.

Los pulmones están compuestos por una sustancia esponjosa liviana, pero sumamente elástica, denominadas parénquima. El parénquima pulmonar permite el mecanismo respiratorio responsable de la expansión y la contracción de los pulmones, que posibilita el ingreso del oxígeno y eliminación del dióxido de carbono desde la sangre, a través de las delgadas paredes alveolares. El parénquima pulmonar está formado por estructuras de soporte y sacos de aire llamados alveolos.

Los alveolos contienen aire y son radiotransparentes en la radiografía, estos se agrupan en acinos en torno a las vías respiratorias terminales. Varios ácinos forman un lobulillo pulmonar secundario, que es la unidad básica de función pulmonar y de morfología macroscópica.

Cada pulmón está rodeada de un saco o membrana de doble pared denominada pleura, la capa externa de este saco pleural reviste la superficie interna de la pared torácica y el diafragma, se llama pleura parietal. La capa interna que recubre la superficie pulmonar, incluida las cisuras interlobulares, se denomina pleura visceral. El espacio virtual entre estas dos capas pleurales se conoce como espacio pleural y contiene un líquido lubricante que permite el movimiento de una capa u otra durante la respiración.

12

2.5.1.2.3 Diafragma

El diafragma, con forma de cúpula y el principal músculo de la inspiración es una estructura importante del sistema respiratorio, cada mitad del diafragma se denomina hemidiafragma. A medida que la cúpula del diafragma desciende aumenta el volumen de la cavidad torácica.⁶

2.5.1.2 Caja torácica

La caja torácica está compuesta por estructuras óseas, las cuales son: las vértebras, las costillas y el esternón.

- Posteriormente está constituida por doce vértebras torácicas y los doce discos intervertebrales que las separan.⁶ La columna dorsal normal es recta frontalmente y ligeramente cóncava hacia delante lateralmente, con densidad radiográfica que disminuye uniformemente de arriba a abajo, al igual que decrece el tamaño de las vértebras.

- Las paredes laterales están compuestas por las costillas, visibles en toda su extensión. Deben ser simétricas y los bordes delimitados con nitidez, a excepción de las regiones torácicas media e inferior, donde los rebordes delgados de los surcos vasculares dan un borde mal definido.^{7, 8} El extremo anterior (esternal) de cada costilla está compuesto de cartílago costal, que contribuye a la movilidad y elasticidad de la pared. Todas las costillas se articulan posteriormente con las vértebras torácicas.
- Anteriormente se encuentra el esternón, que se compone de manubrio, cuerpo y apófisis xifoides.⁶ Los bordes laterales y superior del manubrio son las únicas porciones del esternón que se ve en la proyección frontal, aunque en las radiografías laterales se debe ver claramente todo el esternón tangencialmente.

11,13

2.5.1.3 Mediastino

La porción medial de la cavidad torácica situada entre los pulmones se denomina mediastino. Las cuatro estructuras radiográficamente importantes son: timo (en paciente pediátrico), corazón y grandes vasos, tráquea y esófago.

2.5.1.3.1 Timo

El timo se encuentra ubicado detrás del esternón y por delante y encima del corazón y pericardio. Contribuye con la producción de anticuerpos, los cuales son responsables de rechazar células y tejidos extraños. Se considera como un órgano transitorio, porque es muy voluminoso durante la infancia, desde la pubertad disminuye gradualmente, hasta su virtual desaparición en el adulto. En las radiografías de niños el timo, pero por lo general no en adultos, ya que el tejido linfático más denso es reemplazado por tejido adiposo menos densos.

6

2.5.1.3.2 Corazón y grandes vasos

El corazón y el origen de los grandes vasos, están contenidas en un saco de doble pared, llamado pericardio. El corazón está situado detrás del cuerpo del esternón y delante de la quinta a la octava vertebra torácica. Está ubicado en posición oblicua en el espacio mediastino, y alrededor de sus dos terceras partes están a la izquierda de la línea media.

Los grandes vasos localizados en el mediastino comprenden la aorta, las venas cavas superior e inferior y la arteria y venas pulmonares principales.

La vena cava superior es una vena de gran calibre que lleva sangre de la mitad superior del cuerpo de regreso al corazón. La aorta es la arteria de mayor tamaño en todo el cuerpo humano, transporta sangre a todas las estructuras del cuerpo a través de sus numerosas ramas. Se divide en aorta ascendente, proveniente del corazón, cayado aórtico y aorta descendente, que atraviesa el diafragma para ingresar al abdomen, en donde se convierte en aorta abdominal.

La vena cava inferior es una vena de gran calibre que transporta sangre desde la mitad inferior del cuerpo. Las arterias y venas pulmonares irrigan todos los segmentos pulmonares y drenan sangre de ellos. La red arterial pulmonar rodea los pequeños sacos aéreos o alveolos, donde se produce el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. ^{6,14}

2.5.1.3.3 Tráquea y Esófago

El segmento proximal del esófago se localiza detrás de la tráquea y desciende a lo largo del mediastino delante de la aorta descendente, hasta ingresar en el abdomen a través del diafragma. La tráquea ya explicada anteriormente.⁶

2.5.2 Calidad radiográfica

La exactitud diagnóstica en las enfermedades del tórax, se relaciona con la calidad de las imágenes, por tanto se debe de tomar en cuenta todos los factores que determinan una adecuada calidad, para garantizar esa calidad.

Una radiografía de tórax debe incluir toda la caja torácica. Se debe de visualizar ambos pulmones desde los ángulos costofrénicos y toda la caja torácica. Ocasionalmente, las estructuras anatómicas importantes no están incluidas. Sin embargo, si el diagnóstico clínico no se puede responder, es necesario adquirir otra imagen.¹⁵

2.5.2.1 Técnica radiográfica

Las proyecciones radiográficas más adecuadas para evaluar el tórax son las proyecciones posteroanterior (PA) con el paciente en bipedestación. El término PA se refiere a la dirección del haz de rayos X, que en este caso atraviesa al paciente desde su parte posterior a su parte anterior.

En los pacientes que están demasiado graves para estar en bipedestación, la proyección anteroposterior (AP) en posición decúbito, en este caso el haz de rayos X atraviesan al paciente desde su parte anterior a su parte posterior. La proyección AP es una alternativa, sin embargo tiene una menor calidad, esto se debe a la menor DFR, mayor amplificación del corazón y la menor capacidad del paciente de interrumpir la respiración o de realizar una inspiración completa.¹⁶

A continuación se describen la posición de las dos proyecciones:

- Proyección PA
 - Posición del paciente
 - Paciente en bipedestación. Los pies ligeramente separados, con el peso distribuido uniformemente en ambos pies.

- Mentón elevado sobre el RI.
 - Manos en la cintura, palmas hacia afuera, codos flexionados.
 - Hombros descendidos y en rotación interna contra el RI.
- Posición del receptor de imagen
 - Se debe de alinear el plano mediosagital con la línea media del RI, con márgenes iguales entre el límite externo del tórax y del RI.
 - La parte superior del RI debe de estar de 3-5cm por encima de los hombros del paciente.
- Haz de rayos X
 - Debe de ser perpendicular al RI y centrado en el plano mediosagital a nivel de la séptima vertebra dorsal (a 18-20cm de la vértebra prominente o entre los ángulos inferiores de las escápulas).
- Proyección AP
 - Posición del paciente
 - Paciente en posición supina, si es posible, la cabecera de la camilla debe de elevarse.
 - Hombros en rotación interna contra el RI, con los brazos extendidos a los lados del tórax.
 - Posición del receptor de imagen
 - Se debe de alinear el plano mediosagital con la línea media del RI, con márgenes iguales entre el límite externo del tórax y el borde del RI.
 - La parte superior del RI debe de estar de 3-5cm por encima de los hombros del paciente.

- Se aconseja colocar el RI en dirección transversal, para no tener el riesgo de cortar los bordes laterales del tórax.
- Haz de rayos X
 - El tubo de rayos X con angulación caudal de $\pm 5^\circ$, perpendicular al eje longitudinal del esternón y al RI.
 - El haz centrado en el plano mediosagital a nivel de la séptima vertebra dorsal a 8-10cm debajo de la incisura supraesternal.

6

El reconocimiento de una radiografía de tórax como AP o PA es muy importante ya que la anatomía normal cambia significativamente. Para determinar el tipo de proyección radiográfico, existen diferentes marcadores torácicos.

Cuadro 2.5

Comparación entre proyección posteroanterior y proyección anteroposterior

Parámetro	Proyección PA	Proyección AP
Postura del paciente	Bipedestación	Decúbito
Escapula	Afuera de pulmones	Dentro de pulmones
Clavícula	En zona de pulmones	Sobre ápices de pulmón
Ultimas costillas	Extremo posterior	Extremo anterior
Manos de los pacientes	Colocadas en caderas	A los lados del tórax
Aumento del corazón	Mínimo, insignificante	Moderado, significativo
Proporción cardiorádica	Normal	Aumentada
Diafragma	Nivel más bajo	Nivel más alto
Burbuja gástrica	Visto	No visto, solo se ve gas
Expansión pulmonar	Maxima	Restrictiva
Trama pulmonar	Normal, solo en zonas inferiores se observa prominente debido a la gravedad.	Se observan todas las zonas prominentes.
Volumen pulmonar	Normal	Aparentemente reducido

Fuente: Balachandran, G. et al. "Interpretation of chest x-ray: an illustrated companion"

2.5.2.1.1 Factores de exposición

Los factores de exposición se deben de ajustar de modo que haya una escasa visualización de la columna vertebral torácica y de los discos vertebrales en la radiografía, de modo que sean claramente las marcas pulmonares que estas detrás del corazón. La exposición debe ser tan breve como sea posible y compatible con la generación de un contraste adecuado.

Las radiografías de tórax actualmente se realizan con una técnica de kVp moderadamente alto. Los altos kVp aumentan la radiación dispersa, por lo que se utiliza con rejillas antidispersoras. En general la radiografía de tórax requiere un mAs alto y un tiempo de exposición corto para reducir el riesgo de movimiento y la pérdida de nitidez. ⁶

2.5.2.2 Calidad de imagen

2.5.2.2.1 Factores de la película

- Densidad óptica

La densidad óptica debe de ser suficiente para lograr observar adecuadamente los pulmones y el mediastino. En las radiografías de tórax la densidad óptima se refleja en la capacidad de apreciar las vértebras dorsales superiores (hasta la cuarta vertebra dorsal) y un contorno débil de las demás vertebrales y las porciones posteriores de las costillas a través de las sombras de la silueta cardiaca y otras estructuras del mediastino. ⁷

Una radiografía de tórax con densidad óptica alta o demasiada oscura, se observa el contorno de todas las vértebras dorsales, incluso a través de la silueta cardiaca, esto es resultado de una sobreexposición. También reduce la visibilidad de las características de la trama vascular pulmonar, sin poder juzgar si el paciente tiene enfisema o neumotórax, también se puede perder la visibilidad de hasta un nódulo pulmonar.

Al contrario, en una radiografía con densidad baja o demasiada clara, no es posible identificar los contornos de las vértebras dorsales, por una subexposición. Además, la trama vascular pulmonar puede parecer más prominente de lo que realmente es y se pueden interpretar como edema pulmonar intersticial o fibrosis pulmonar. Por lo tanto, no es adecuada para interpretar una radiografía de tórax sobreexpuesta o subexpuesta.¹⁷

- Contraste

En las radiografías de tórax debe de observarse un contraste adecuado entre los numerosos matices grises requeridos, para poder por lo que se recurre a un bajo contraste. Así poder visualizar adecuadamente la vasculatura en todo el pulmón, particularmente en los vasos periféricos.

En cambio, cuando se utiliza un contraste alto no permite una penetración suficiente para observar bien la trama pulmonar fina en las áreas situadas detrás del corazón y las bases de los pulmones.¹⁷

2.5.2.2.2 Factores geométricos

- Magnificación

En las proyecciones de tórax AP existe una magnificación aproximada del 15% en comparación de la proyección PA, observando un aumento en la anchura de la silueta cardiaca y el mediastino. La mayor parte de la magnificación se produce por la disminución de la DFR, ya que en las proyecciones AP se realizan con una DFR de 100 cm y en las proyecciones PA es de 180 cm.⁶

Debido a este factor, la proyección AP puede sugerir falsamente un agrandamiento de la silueta cardíaca o un ensanchamiento del mediastino. Por lo que no se debe de considerar cardiomegalia, si la proyección utilizada es AP. ¹⁶

- Distorsión

En las radiografías de tórax las apófisis espinosas de las vértebras torácicas deben de observarse rectas alineadas en línea media, en la parte posterior del tórax. Los extremos mediales de las clavículas deben de quedar equidistante a las apófisis espinosas. La rotación del paciente dará lugar a que las apófisis espinosas se encuentren más cerca de una clavícula que la otra.

Observar un pequeño grado de rotación inducirá a una distorsión de la anatomía torácica, en especial del tamaño y la configuración de la silueta cardíaca. Si el paciente gira hacia la izquierda, entonces el corazón puede aparecer agrandado. Si el paciente gira hacia la derecha, entonces el tamaño del corazón puede subestimarse.

Los cambios en la densidad pulmonar debido a la asimetría se observan en el lado rotado, ya que parece más estrecho y más denso. Además la densidad de los tejidos blandos superpuestos, pueden interpretarse incorrectamente como patología pulmonar.

17

- Detalle

Las radiografías de tórax deben ser tan nítidas que se pueda visualizar los bordes de las estructuras adyacentes adecuadamente, sobre todo las estructuras a nivel del mediastino. Además se debe de poder visualizar con detalle y adecuada nitidez la trama vascular pulmonar fina. ⁷

2.5.2.2.3 Factores del paciente

En las radiografías de tórax se debe de tomar en cuenta la edad avanzada y el sexo femenino. La edad se debe a que los pacientes de mayor edad poseen una menor capacidad para comprender las instrucciones, por lo que se requiere cuidado, tiempo y paciencia para explicar el posicionamiento y la respiración. En ocasiones, es necesario ayudarlos a lograr la posición correcta.

En el caso de las pacientes femeninas, al realizar una radiografía de tórax, se debe de tomar en cuenta la sombra mamaria. Por lo que se debe de solicitar a la paciente con mamas grandes, que las lleve hacia afuera, para reducir el oscurecimiento de las bases pulmonares por la sombra mamaria, ocultando patologías de las bases pulmonares.

6

- Hábito corporal

El hábito corporal es un factor importante en el posicionamiento para las radiografías de tórax. En las personas hiperesténicas muy voluminosas poseen un tórax muy ancho, con diámetro anteroposterior profundo, pero de poca altura. Por lo tanto es necesario que el RI abarque los ángulos costofrénicos, por lo que se coloca en orientación transversal.

En las personas delgadas, hiposténicas y asténicas, el tórax es estrecho, con diámetro anteroposterior poco profundo y alto en su dimensión vertical. En este caso es necesario que el RI abarque los vértices pulmonares y los ángulos costofrénicos.

En ambos pacientes se debe de tomar en cuenta la modificación de los factores de exposición.⁶

- Desenfoque de movimiento

El desenfoque de movimiento en las radiografías de tórax se debe a los movimientos de respiración del paciente. Los movimientos del tórax durante la inspiración y la espiración alteran significativamente las dimensiones del tórax, así mismo el volumen torácico. Durante la inspiración completa aumenta el diámetro de la cavidad torácica, por lo que las radiografías de tórax se adquieren en fase inspiratoria.

Para evaluar el grado de inspiración, se debe de contar las costillas anteriores o posteriores, hasta el diafragma. El diafragma debe de estar cruzado al menos al nivel de la sexta costilla anterior y la novena costilla posterior, en la línea media clavicular.

Al momento de interpretar una radiografía de tórax, es importante reconocer si una inspiración incompleta o en fase espiratoria. En una fase de inspiración incompleta no se logra visualizar los pulmones completamente y se visualiza aglomeración de vasos a nivel de la base pulmonar que simulan aumento trama intersticial, dando la impresión de neumonía del lóbulo inferior.

En fase espiratoria los pulmones están relativamente sin aire y su densidad aumenta. Además la posición elevada del diafragma conduce a la horizontalización del corazón que simula aumento de su tamaño y al oscurecimiento de las bases pulmonares.

16,17

- Patología

Se debe de detallar las indicaciones patológicas del estudio en las solicitudes, para que el técnico radiólogo utilice los factores de exposición óptimos y asegurarse que las radiografías sean adecuadas. A continuación se resume una tabla con las patologías más frecuentes y los factores de exposición. ⁶

Cuadro 2.6

Patologías frecuentes del tórax

Patología	Hallazgo radiográfico	Ajuste de factores de exposición
Aspiración	Material de contorno radiopaco	Disminución
Atelectasia	Regiones pulmonares radiopacas con desviación ipsilateral del corazón, tráquea o elevación del diafragma	Aumento
Bronquiectasia	Pulmones inferiores radiopacos	Aumento
Bronquitis	Hiperinsuflación y trama broncovascular muy pronunciada en las bases pulmonares	En general ninguno
Neoplasias	Nódulos o Masas radiopacas bien delimitadas.	Aumento
Derrame Pleural	Radiopacidad en base pulmonar, borramiento de ángulos costodiafragmáticos, con signo del menisco.	Aumento
Disnea	Depende de la causa	Según la causa
Edema pulmonar	Aumento de la radiodensidad difusa en las regiones hilares en alas de mariposa y niveles hidroaéreos	Aumento
Embolia pulmonar	Rara vez detectable en radiografías de tórax, salvo por una posible opacidad en forma de cuña (joroba de Hampton)	En general ninguno
Enfisema	Aumento de la dimensión pulmonar, tórax en tonel, diafragma aplanado, pulmones radiolúcidos, mediastino en forma de gota.	Disminución
EPOC	Se manifiesta como enfisema en casos severos	Disminución
Neumoconiosis	Imágenes opacas en los pulmones, depende del material	Aumento
Fibrosis quística	Patrón distintivo de cicatrización en regiones específicas	Aumento en casos severos
Neumonía	Infiltrado pulmonar con mayor radiopacidad.	Aumento
Neumotórax	Pulmón alejado de la pared torácica, sin trama pulmonar	Disminución
Síndrome de distres Respiratorio	Patrón nodular de aumento de la radiodensidad pulmonar, posibles niveles hidroaéreos.	Aumento
Tuberculosis	Primaria: Aumento de la región hilar Secundaria: Radiopacidad, calcificaciones, cavitaciones,	En general ninguno

Fuente: Bontrager K, Lampignano J. "Radiographic positioning and related anatomy".

2.5.3 Criterios de calidad de la radiografía de tórax

Las directrices de la Unión Europea son las siguientes.

2.5.3.1 Criterios diagnósticos

- No debe de visualizarse contornos de la columna dorsal a través de la silueta cardíaca.
- La reproducción visualmente del patrón vascular en todo el pulmón, particularmente en los vasos periféricos. Además poder reconocer pequeñas imágenes redondas en todo el pulmón, incluidas las áreas retrocardíacas e imágenes lineales y reticulares en la periferia del pulmón.
- El borde medial de las escápulas debe estar fuera de los campos pulmonares, para determinar que es una radiografía con proyección PA.
- Reproducción simétrica del tórax como se muestra por la posición central de la apófisis espinosa entre los extremos medial de las clavículas
- Reproducción visual nítida de estructuras del mediastino: la tráquea, los bronquios proximales, los bordes del corazón y la aorta
- Visualización del pulmón retrocardíaco y el mediastino.
- Inspiración completa (según lo evaluado por la posición de las costillas sobre el diafragma, ya sea 6 anteriormente o 9 posteriores) y con respiración suspendida.
- Reproducción de toda la caja torácica por encima del diafragma con visualización completa del diafragma y los ángulos costofrénicos.

2.5.3.2 Criterios para la dosis de radiación del paciente

La dosis de superficie de entrada para un paciente de tamaño estándar es de 0.3 mGy

2.5.3.3 Ejemplo de buena técnica radiográfica

- Dispositivo radiográfico: soporte vertical con rejilla estacionaria o móvil
- Valor spot focal nominal: <1.3
- Filtración total:> 3.0 mm Al equivalente
- Rejilla anti-dispersión: r = 10; 40 / cm
- Sistema de película de pantalla: velocidad nominal clase 400
- FFD: 180 (140-200) cm
- Tensión radiográfica: 125 kV
- Control de exposición automático: cámara seleccionada - lateral derecho
- Tiempo de exposición: <20 ms
- Protección de protección: protección estándar

7

2.5.4 Estudios sobre calidad de imagen en radiografías de tórax

2.5.4.1 Experiencias con las directrices europeas sobre calidad criterios para imágenes radiográficas en Tanzania

En algunos hospitales de Tanzania se estudió el rendimiento general de las directrices europeas, con un total de 200 radiografías. Los resultados mostraron que el 39% de las radiografías de tórax pasaron los criterios de calidad de forma satisfactoria.

Aunque un buen número de observadores no estaban familiarizados con las directrices, los criterios de calidad se encontraron útiles y se recomendó su adopción en el país. La necesidad de proporcionar educación y capacitación relevante al personal de los departamentos de radiología es de suma importancia.¹⁸

3.5.4.2 Evaluación de la calidad de imagen en radiografías de tórax

Se realizó un estudio transversal de junio a septiembre de 2012 en, Hospital de enseñanza, Universidad Tribhuvan, Maharajgunj. Se observaron radiografías de tórax y fueron evaluados bajo la guía del radiólogo, evaluando cinco criterios de imagen, es decir cobertura anatómica, inspiración adecuada, penetración adecuada, rotación y escápula fuera de campos pulmonares.

Se obtuvieron un total de 1101 radiografías de tórax del departamento de radiología para evaluación. Entre ellos, alrededor del 52.3% de las radiografías de tórax cumplían todos los criterios de imagen, pero el resto 47.7% no cumplió con estos criterios.

Los resultados indicaron que la realización de una radiografía de tórax de buena calidad conforme a las directrices europeas es difícil de alcanzar: entre los factores se encuentran la calidad de la habilidad del equipo del radiólogo, la condición del equipo de rayos X, el procesador y los pacientes. ¹⁹

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Determinar los factores que influyen en la calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas a los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos por el departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax, realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.
- Identificar el grado de calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes de la Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios.
- Relacionar los factores que influyen en los parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax en los pacientes de la Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios. .

IV. POBLACIÓN Y METODO

4.1 Tipo y diseño de la investigación

Estudio de tipo descriptivo transversal.

4.2 Unidad de análisis

4.2.1 Unidad primaria de muestreo

Pacientes del servicio de Emergencia de Adultos que se realizaron radiografía de tórax en el departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas del Hospital General San Juan de Dios.

4.2.2 Unidad de análisis propiamente dicha

Indicadores de calidad obtenidos de los criterios de calidad para radiografías de tórax de la Unión Europea.

4.3 Unidad de información

Radiografía de tórax de pacientes del servicio de Emergencia de Adultos del Hospital General San Juan de Dios de Guatemala en el año 2017.

4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

Radiografías de tórax de los pacientes del Hospital General San Juan de Dios realizadas y archivadas en el departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas en el año 2017.

4.4.2 Marco muestral

El marco muestral estuvo formado por las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos que se realizaron y archivaron en el departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas del Hospital General San Juan de Dios de Guatemala en el año 2017.

4.4.3 Muestra

Se incluyeron en el estudio una muestra de 300 radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos que se realizaron y archivaron en el departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas en el año 2017. La técnica de la selección de la muestra fue no probabilística, por conveniencia.

4.5 Selección de los sujetos a estudio

4.5.1 Criterios de inclusión

- Radiografías de tórax de pacientes, hombres o mujeres, de la Emergencia de Adultos, que se encuentren en el archivo del Departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas del Hospital General San Juan de Dios de Guatemala al momento del estudio.

4.5.2 Criterios de exclusión

- Radiografías de tórax en proyección lateral.

4.6 Enfoque y diseño de la investigación

Estudio de enfoque cuantitativo, descriptivo transversal de tipo series de casos.

4.7 Medición de variables

Cuadro 4.1
Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Criterios de Clasificación
Sexo	Condición orgánica que distingue a hombres de mujeres.	Dato de la edad en años proporcionado en la solicitud de estudio.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Masculino Femenino
Edad	Se refiere al tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo.	Dato de la edad en años proporcionado en la solicitud de estudio.	Cuantitativa Discreta	Ordinal Intervalo	Años
Habito corporal	Tamaño de la persona y su configuración física.	Características del tamaño del tórax del paciente en la radiografía.	Cualitativa	Nominal	Hiperesténico Esténico Hiposténico Asténico
Datos clínicos en solicitud	Descripción de datos clínicos del paciente en solicitud de estudio.	Datos clínicos del paciente proporcionado en la solicitud de estudio.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Sí No
Impresión diagnóstica	Conjunto de hallazgos observados en un estudio de imagen.	Presencia de hallazgos patológicos o no patológicos en radiografía de tórax	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Patológico No patológico
Sala de emergencia	Sala dividida por servicio de especialidades médicas para brindar atención a los pacientes de emergencia.	Dato de la sala que solicita el estudio del departamento de emergencia proporcionado en la solicitud de estudio.	Cualitativa	Nominal	Emergencia de Medicina Interna Emergencia de Cirugía Emergencia de Traumatología

Tamaño de película	Dimensiones de la película radiográfica.	Características del tamaño de la película radiografía en pulgadas.	Cualitativa	Nominal	14 x 14 14 x 17
Turno laboral	Forma de organización del trabajo en diferentes jornadas donde el horario no interrumpe el proceso laboral.	Dato de jornada de turno proporcionada de la hoja de producción del técnico radiólogo.	Cualitativa	Nominal	Día Tarde Noche
Calidad radiográfica	Fidelidad con la que una estructura anatómica examinada se visualiza en una radiografía.	Integración de parámetros específicos de las estructuras anatómicas visibles en una radiografía.	Cualitativa Dicotómica	Ordinal	Bueno Satisfactorio Malo
Estructura anatómica expuesta	Estructura anatómica que es atravesada por los rayos X, produciendo una imagen en la película radiográfica.	Reproducción del tórax, desde los ápices pulmonares hasta el diafragma, observando ángulos costofrénicos.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Densidad óptica	Grado de ennegrecimiento de la radiografía	Capacidad de observar la columna vertebral hasta la cuarta vértebra dorsal. Además de las porciones posteriores de las costillas a través de la sombra de la silueta cardíaca.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Contraste	Diferencia de densidad óptica entre las estructuras anatómicas adyacentes.	Visualización del patrón vascular pulmonar (vasos periféricos), además el borde de la tráquea y bronquios proximales.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada

Magnificación	Imagen radiográfica más grande del objeto que representan.	Reconocimiento de la proyección radiográfica posteroanterior de tórax.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
No Distorsión	Sin alteración de la representación del tamaño y forma del objeto en una radiografía.	Apófisis espinosas de las vértebras dorsales deben de estar rectas en línea media y los extremos mediales de las clavículas equidistantes a las apófisis espinosas.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Detalle	Nitidez los bordes y las pequeñas estructuras de las estructuras de una radiografía.	Observación nítida de los bordes de estructuras del mediastino. Además poder reconocer la trama vascular pulmonar retro cardíaca.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Movimiento Respiratorio	Movimiento involuntario de los pulmones al realizar una radiografía.	Posición de las costillas por encima del diafragma. 6 anteriores - 9 posteriores	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Artefactos de exposición	Defectos por falta de preparación del paciente.	Observar artefactos de exposición	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada
Artefactos del procesado	Defectos por mal procesado de la película.	Observar artefactos del procesado en la radiografía.	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Adecuada Inadecuada

4.8 Técnicas, procesos e instrumentos utilizados en la recolección de datos

4.8.1 Técnica de recolección de datos

Se recolectó por medio de una encuesta, tomando en cuenta los datos de la solicitud y anotando de forma sistémica lo observando, anotando los parámetros de calidad de las radiografías de tórax de pacientes del servicio de Emergencia de Adultos del Hospital General San Juan de Dios.

4.8.2 Proceso

- Se solicitaron en el archivo 25 radiografías tórax del mes, del departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas, las cuales debían de ser de pacientes del servicio de Emergencia de Adultos del Hospital General San Juan de Dios.
- Al recibir los sobres se revisó si se contenía la solicitud de estudio y radiografía de tórax.
- Después se llenó la encuesta con los datos de la solicitud.
- Se observó de manera sistemática la radiografía, anotando los parámetros de calidad presentes en la radiografía de tórax evaluada.
- Posteriormente, se presentaron a radiólogo, para evaluar y dar una valoración final de los parámetros ya anotados.
- Por último se devolvieron los sobres al archivo del departamento de Radiología e Imágenes Diagnosticas del Hospital General San Juan de Dios.

4.8.3 Instrumento de Medición

La investigación se realizó tomando en cuenta las directrices publicadas de los criterios de calidad para imágenes radiográficas de la Unión Europea. Utilizando un instrumento modificado, el cual estuvo enfocado en obtener datos básicos sobre los parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax.

4.9 Plan de procesamiento de datos

4.9.1 Procesamiento de datos

Todos los formularios fueron ingresados en una base de datos en Microsoft Office Excel®, el cual se importó al programa Epi-Info™ (CDC-OMS) donde se calcularon frecuencias y porcentajes.

4.9.2 Plan de análisis de datos

- Se calculó la frecuencia de la presencia de los parámetros que contribuyen a la calidad de imagen de la radiografía de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos.
- Se analizó el porcentaje de radiografías de tórax con el grado de calidad de imagen.
- Se relacionaron los factores que influyen en los parámetros en la calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos.
- Por último se hizo un análisis descriptivo de los datos obtenidos.

4.10 Límites de la investigación

4.10.1 Obstáculos

Los obstáculos considerados durante la realización de dicho proyecto de investigación fueron principalmente durante la fase de campo.

- Puede haber algún desacuerdo sobre la definición real de uno o más parámetros.
- El juicio hasta cierto punto es subjetivo.
- La experiencia insuficiente para calificar un criterio de manera confiable.

4.10.2 Alcance

La investigación incluyó las radiografías de tórax que se realizaron los pacientes del servicio de Emergencias de Adultos del Hospital General San Juan de Dios de Guatemala. Se registraron los parámetros de la calidad de imagen de las radiografías de tórax del archivo del Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas.

4.11 Aspectos éticos de la investigación

4.11.1 Principios éticos generales

Se aplicaron principios éticos en el desarrollo del trabajo, obteniendo una información de calidad y sin alteración. Se garantizó la confidencialidad de los hallazgos observados en las radiografías de tórax de los pacientes.

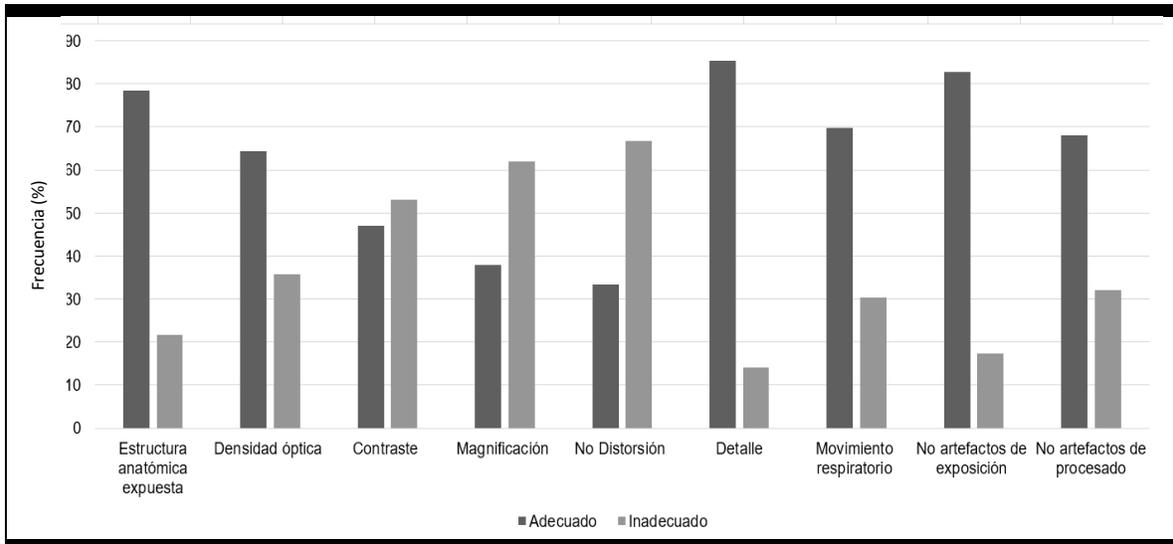
4.11.2 Categoría de Riesgos

Categoría II, con riesgo mínimo.

V. RESULTADOS

Gráfica 5.1

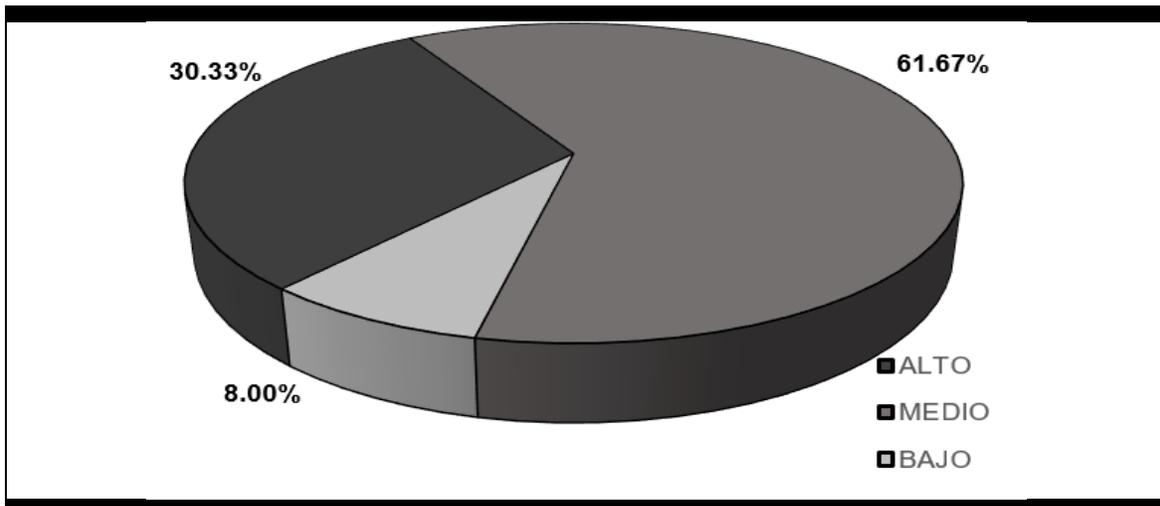
Parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Gráfica 5.2

Grado de calidad imagen de las radiografías de tórax, realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Cuadro 5.1

Factores que disminuyen la calidad de la imagen de acuerdo al parámetro evaluado en las radiografías de tórax en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

Factores que disminuyen la calidad de la imagen										
Parámetro	Sexo	Edad	Hábito corporal	Solicitud con datos clínicos	Impresión diagnóstica	Sala de emergencia	Turno laboral	Tamaño de película		
Estructura anatómica expuesta	Masculino	-----	Hiperesténico	-----	-----	-----	Tarde	14 x 17		
Densidad óptica	Femenino	-----	Asténico	Sí	-----	Traumatología	Tarde	-----		
Contraste	Femenino	Mayor de 60 años	Asténico	Sí	Patológico	Traumatología	Tarde	-----		
Magnificación	-----	Mayor de 40 años	Asténico	-----	Patológico	Cirugía	-----	-----		
No distorsión	-----	Mayor de 60 años	Asténico	-----	Patológico	Medicina interna	Noche	-----		
Detalle	Femenino	Mayor de 60 años	Asténico	Sí	Patológico	-----	Tarde	-----		
Movimiento respiratorio	Femenino	Mayor de 40 años	Hiperesténico	-----	Patológico	-----	Tarde	-----		
No artefactos de exposición	-----	-----	-----	-----	Patológico	Cirugía	Tarde	-----		
No artefactos de procesado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Día	-----		

En los cuadros vacíos no se encontró relación entre factor y parámetro de calidad de la imagen.

Fuente: Recolección personal

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

La radiografía de tórax es la exploración radiológica más utilizada, que requiere de una excelente calidad de imagen para asegurar que el radiólogo disponga de una interpretación apropiada. Se evaluó la calidad de imagen en las radiografías de tórax realizadas a los pacientes de la Emergencia de Adultos de acuerdo a nueve parámetros en base a las directrices de la Unión Europea.

El parámetro detalle fue el que cumplió mayor radiografías de tórax adecuadas con 85.33%. El detalle es controlado principalmente por el tamaño del punto focal, a partir del sistema de toma de imágenes de rayos X. Lo que refleja que el rendimiento técnico del sistema de imágenes es apropiado.

Sin embargo se debe de tomar en cuenta que cualquier factor que afecte a la densidad óptica y al contraste, afecta también a la visibilidad del detalle de la imagen. En el estudio muchas de las radiografías con detalle inadecuado no fue posible observar la trama vascular pulmonar retrocardíaca ni reconocer los bordes de las estructuras del mediastino por los factores de exposición inadecuados.

En cuanto a los parámetros de exposición, se observó que el contraste fue más difícil de cumplir en comparación a la densidad óptica. En el 47.00% de las radiografías de tórax se observó un adecuado contraste y en el 64.33% una adecuada densidad óptica. Cabe mencionar que estos parámetros se interrelacionan, ya que el factor de control del contraste es el kVp y de la densidad óptica principalmente es el mAs y en menor cantidad el kVp. Por esta razón se puede deducir que el error fue al seleccionar la cantidad de kVp para realizar los estudios.

La estructura anatómica expuesta fue otro parámetro con alta frecuencia de radiografías adecuadas con 78.33%. La adecuada técnica de evaluación del tamaño del paciente y su configuración forman una posible explicación para tal desempeño.

El desenfoque de movimiento en la radiografías de tórax se debe a los movimientos respiratorios del paciente. Se observó que el 69.67% de los pacientes realizan un movimiento respiratorio adecuado, siendo uno de los parámetros que menos afectó la calidad de imagen.

Otro de los parámetros evaluados que afectó la calidad de imagen fue la magnificación. Se observó que el 62.00% de las radiografías se realizaron en proyección AP, donde existe una mayor magnificación (aproximada del 15%) en comparación a la proyección PA. Se debe de tomar en cuenta que la mayoría de los pacientes en las emergencias hospitalarias son colocados en camilla, debido a que son pacientes en estado grave, incapaces de tolerar la bipedestación.

La distorsión fue el parámetro con mayor frecuencia. Ya que solo el 33.33% de las radiografías presentaban las apófisis espinosas adecuadamente alineadas, los extremos mediales de las clavículas equidistantes a las apófisis espinosas y el tórax simétrico.

En relación a los artefactos, los artefactos de procesado son los que interfieren mayor con la visualización adecuada de la estructura anatómica del tórax. Se observó en el 32% de las radiografías al menos un tipo de artefacto de procesado entre los más frecuentes fueron la retención de fijador y las marcas de rodillo. Por otro lado el artefacto de exposición estuvo presente en el 17.33% de las radiografías evaluadas. Donde los objetos externos del paciente fueron los artefactos de exposición más frecuente.

Al terminar de evaluar los parámetros, se identificó que la mayoría de las radiografías obtuvieron un grado medio de calidad de imagen. Las radiografías correspondientes a este grado eran satisfactorias ya que cumplieron con el objetivo de brindar una impresión diagnóstica, aunque no cumplieron con todos los parámetros de calidad.

Cabe mencionar que el 33.33% de las radiografías con bajo grado de calidad, eran inaceptables para informar y requerían de repetición. Se debe de tomar en cuenta que la repetición de la radiografía conlleva al aumento de dosis de radiación a los pacientes, a mayor carga de trabajo y a pérdida económica al departamento.

Algunos de los parámetros dependen fundamentalmente de la cooperación del paciente, mientras que otros reflejan el rendimiento del técnico radiólogo.

En cuanto al sexo, el paciente masculino fue el que presentó mayor radiografías con alto grado de calidad, obteniendo el 33.97% en masculino y 26.39% en femenino. Los pacientes masculinos poseen un hábito corporal mayor que el del sexo femenino, lo que probablemente influye en el parámetro de estructura anatómica expuesta más inadecuado.

En relación a la paciente femenina, es posible que cuando se selecciona los factores de exposición al realizar una radiografía de tórax, no se toma en cuenta la sombra de la glándula mamaria, afectando en el contraste, la densidad y el detalle de la imagen radiográfica. Aunque el movimiento respiratorio adecuado fue superior en el sexo masculino, se puede deber a que la mayoría la impresión diagnóstica del paciente masculino no fue patológica, al contrario del sexo femenino.

Respecto al rango de edad, se pudo observar que los pacientes de 18 a 24 años fueron los que más obtuvieron radiografías de tórax de alto grado de calidad con 43.75%, cabe destacar que fue el único grupo sin radiografías de bajo grado de calidad. Al contrario, los pacientes mayores de 60 años fueron los que obtuvieron menos radiografías de alto grado de calidad con 23.94% y más con bajo grado de calidad con 16.90%.

El rango de edad de pacientes mayores de 60 años influyó en la mayoría de parámetros, en especial en realizar una radiografía de tórax con adecuado contraste y sin distorsión. Se debe tener en cuenta el hábito corporal característico de las personas de edad avanzada es asténico, por lo que el tórax es estrecho y cambia la densidad ósea, lo que es difícil adecuar los factores de exposición. Además poseen una menor capacidad para comprender las instrucciones y en ocasiones es necesario ayudarlos a lograr la posición correcta. Por lo que solo el 25.35% de las radiografías tenían adecuado contraste y el 22.54% de las radiografías con adecuado alineamiento del tórax.

Así mismo se puede observar que en los parámetros de magnificación y movimiento respiratorios ve influenciado después de los 40 años, donde se observa que la calidad de la radiografía de tórax va decreciendo con la edad. En cuanto a los parámetros estructura

anat6mica expuesta, densidad 6ptica y de artefactos, tanto de exposici6n como de procesado no se observa relaci6n con la edad del paciente.

Seg6n el h6bito corporal, las radiografías de t6rax de alto grado calidad son mayores en los pacientes est6nicos con 39.22% y las radiografías de t6rax de bajo grado calidad son mayores en el paciente ast6nico con 14.63%. Se observa que predomina el paciente est6nico con la mayoría de par6metros adecuados, sobre todo en los de exposici6n y detalle. Se debe que la selecci6n de t6cnicas radiogr6ficas, tanto posicionamiento como factores de exposici6n, se realizan en base a un paciente adulto, de 70 kg sin enfermedad.

En el par6metro de estructura anat6mica expuesta se observa adecuado mayor en los pacientes ast6nicos e hipost6nicos, ya que por su morfología tor6cica es m6s f6cil adecuar el tamaño de chasis a utilizar. Sin embargo obtuvieron mayor frecuencia en el par6metro de distorsi6n debido a que son pacientes m6s d6biles, lo cual impide un adecuado posicionamiento.

En cuanto al movimiento respiratorio, se observa que el paciente hiperest6nico fue el menos adecuado, ya que posee un t6rax muy ancho, con di6metro anteroposterior profundo, pero de poca altura, difícil de realizar una adecuada inspiraci6n profunda y sostenible.

En el caso de describir los datos clínicos en la solicitud de rayos X tiene similar frecuencia en el alto grado de calidad que no describirlos, con 31.11% y 29.70% respectivamente. No obstante los par6metros de exposici6n y el detalle fueron adecuados con mayor frecuencia en las solicitudes que no aportaban datos clínicos del paciente. Por otro lado en los dem6s par6metros no se observa relaci6n alguna.

Cuando las solicitudes especifican los datos clínicos, el t6cnico radi6logo selecciona los factores de exposici6n 6ptimos a la indicaci6n patol6gica que refieren en la solicitud. Sin embargo se observ6 que los datos clínicos de muchas solicitudes no eran verdaderos, ya que en la mayoría se obtuvo resultado de radiografías de t6rax no patol6gicas, con inadecuada densidad y mal contrastadas, tambi6n afectando la visibilidad del detalle.

Las radiografías de tórax con impresión diagnóstica no patológica fueron las que obtuvieron mayor grado de calidad de imagen, observando el 37.42% de alta calidad. En cambio el 23.26% las radiografías de tórax con impresión patológica obtuvieron alto grado de calidad de imagen. Se observó que el 2.6% no se pudo brindar la impresión diagnóstica debido a la baja calidad de imagen.

En la mayoría los parámetros fueron inadecuados en las radiografías con impresión diagnóstica patológica. En cuanto a los factores de exposición se debe de recordar e detallar las indicaciones patológicas verdaderas del estudio en las solicitudes, para que el técnico radiólogo utilice los factores de exposición óptimos y asegurarse que las radiografías sean adecuadas.

El paciente con impresión patología en las radiografías, no soporta la bipedestación, la posición alineada ni realizar una inspiración profunda, por lo que afectara en los parámetros de magnificación, distorsión y movimiento respiratorio. Además presentan mayor artefactos de exposición. Los parámetros de estructura anatómica expuesta y artefactos de procesado no presentaron diferencia en relación a la impresión diagnóstica.

En el factor sala de emergencia se observó que medicina interna es la sala que presenta mayor número de radiografías tanto con alto grado como con bajo grado de calidad. Por otro lado, traumatología obtuvo menor predominio de radiografías de tórax de alto grado de calidad, pero sin obtener ninguna radiografía de bajo grado de calidad.

La sala de emergencia de traumatología obtuvo menor cantidad de radiografías de tórax con adecuada calidad en cuanto a los parámetros de exposición. Puede relacionarse a que la sala de traumatología es raro que solicite radiografía de tórax a sus paciente, y si lo hace la mayoría son pacientes de edad avanzada como requisito de evaluación preoperatoria. Se ha descrito anteriormente que el hábito corporal del paciente mayor es asténico, lo que interviene en la selección adecuada de los factores de exposición.

En cuanto a la magnificación y artefactos de exposición, se ven con mayor frecuencia en las radiografías de tórax realizadas a los pacientes de cirugía. Los pacientes de cirugía son politraumatizados, en camilla sin soportar la bipedestación, lo que produce la

magnificación. En cuanto a los artefactos de exposición, se debe a que la radiografía es un estudio básico de muchos de los pacientes politraumizados, por lo que continúan con utilizando objetos personales, que no son retirados al realizar las radiografías.

Las radiografías de tórax de los pacientes de la sala de medicina interna de la emergencia de adultos, se observaron con mayor distorsión e inadecuada respiración. Se debe recordar que medicina interna se encarga de brindar atención médica a pacientes adultos con enfermedades no quirúrgicas de todo el organismo, con mayor frecuencia patologías cardiopulmonares, que dificultan la adecuada posición e inspiración al momento de realizar una radiografía de tórax.

Los parámetros evaluados de estructura anatómica expuesta, detalle y no artefactos de procesado no tuvieron relación con la sala de emergencia de adultos.

Según el turno laboral, el turno de día como el de noche obtuvieron mayor calidad de imagen en sus radiografías, observando el 32.20% y 35.03% con alto grado de calidad. Por otra parte el turno laboral de la tarde obtuvo menos radiografías con alto grado de calidad con 15.63% y además fue el turno con más radiografías de bajo grado de calidad.

El turno laboral de día presenta mayor frecuencia en radiografías de tórax con adecuada estructura anatómica expuesta, con posicionamiento correcto, inspiración profunda y sin artefactos de exposición. Probablemente se debe a que el técnico radiográfico tiene menor carga laboral de pacientes referidos de la emergencia, por lo que puede evaluar adecuadamente el tamaño del paciente y su configuración para escoger el chasis adecuado, así como ayudar al paciente sobre el posicionamiento correcto y brindar instrucciones sobre la inspiración completa y el retiro de objetos externos.

Los factores de exposición y el detalle se observó adecuadamente con predominio en el turno laboral nocturno. La diferencia se debe a que todos los técnicos radiólogos utilizan diferente técnica al momento de seleccionar factores de exposición. Por otro lado el turno nocturno se evidencio radiografías de tórax con mayor distorsión, posiblemente porque es el más agotador, ya que se brinda mayor atención a los pacientes del servicio de emergencia.

Se debe de evaluar cómo está organizado el horario del mantenimiento de las procesadoras, ya que se observa que las radiografías de tórax presentaron mayor artefacto durante el día. El parámetro de magnificación fue el único que no se relacionó con el turno laboral que se realiza la radiografía de tórax.

El tamaño de las películas utilizadas obtuvo similar cantidad radiografías con alto grado de calidad de imagen, observando el 32.62% de tamaño 14 x 14 pulg y el 28.30% de tamaño 14 x 17 pulg. La diferencia fue observada en el parámetro de estructura anatómica expuesta, donde las radiografías de tórax con películas de mayor tamaño se observó mejor.

6.1 Conclusiones

La mayoría de la calidad de imagen de radiografías de tórax de la emergencia de Adultos, son satisfactorias, ya que cumplen con el objetivo de brindar una impresión diagnóstica, aunque no cumplen con todos los parámetros de calidad.

La no distorsión, la magnificación y el contraste fueron los parámetros más difíciles de cumplir.

La calidad de radiografía depende fundamentalmente de del rendimiento del técnico radiólogo en su turno laboral la edad, hábito corporal y la impresión diagnóstica del paciente.

6.2 Recomendaciones

Siempre que el personal de radiología esté familiarizado con los criterios de calidad y se cumplen los requisitos diagnósticos, las directrices europeas los criterios de calidad se son útiles y se recomiendan en el país. Se debe tomar en cuenta cumplimiento de la mayoría de las radiografías obtenidas después de la implementación de medidas de reducción de dosis. Sin embargo, la necesidad de proporcionar educación y capacitación relevante al personal de los departamentos de radiología es de suma importancia.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez Álvarez-Pedrosa C, Casanova Gómez R. “Diagnóstico por imagen” 1 ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana, 2010.
2. Fauber, T. “Radiographic imaging and exposure”. 5 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby, 2017.
3. Bushong, SC. “Manual de radiología para técnicos”.10 ed. Barcelona: Elsevier, 2013.
4. Comisión Internacional de Protección Radiológica. “Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica”. Publicación 103. Madrid: Sociedad Española de Protección Radiológica, 2007.
5. Brant W, Helms C. Fundamentals of diagnostic radiology. 4 ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health, 2012.
6. Bontrager K, Lampignano J. “Radiographic positioning and related anatomy”. 8 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby, 2014
7. Carmichael JHE, Maccia C, Moores BM, Oestmann JW, Schibilla H, Teunen D, et al. “European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images”. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1996.
8. Sánchez Álvarez-Pedrosa C. “Tórax”. 1 ed. Madrid: Marbán, 2016.
9. Strong Medicine. “How to Interpret a Chest X-Ray (Lesson 1 - An Introduction)”. [video] 2013 Diciembre 18. [Consultado 10 Ene 2017]. [Duración (14:24)] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=PDaRNPUNc1>
10. Drake R, Vogl W, Mitchell A. “Gray anatomía para estudiantes”. 2 ed. Barcelona: Elsevier, 2010.

11. Strong Medicine. "How to Interpret a Chest X-Ray (Lesson 2 - A Systematic Method and Anatomy)". [video] 2013 Diciembre 18. [Consultado: 10 Ene 2017]. [Duración (10:10)] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=L6bnD2wOEm>
12. Fraser RS, Colman N, Müller N, Paré PD. "Fundamentos de las enfermedades del tórax". 3 ed. Barcelona: Elsevier Masson, 2006
13. Strong Medicine. "How to Interpret a Chest X-Ray (Lesson 4 – Air ways, bones and soft tissue)". [video] 2014 Enero 07. [Consultado: 16 Ene 2017]. [Duración (16:56)] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9J8rcmCVoes>
14. Strong Medicine. "How to Interpret a Chest X-Ray (Lesson 5 - Cardiac Silhouette and Mediastinum)". [video] 2014 Enero 14. [Consultado: 17 Ene 2017]. [Duración (17:32)] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=bU0Nm7JFJtU>
15. Strong Medicine. "How to Interpret a Chest X-Ray (Lesson 3 - Assessing Technical Quality)". [video] 2014 Enero 14. [Consultado: 12 Ene 2017]. [Duración (16:33)] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=iEjTY5PeVTg>
16. Radiology Masterclass Limited [en línea] 2007-2017. "Chest X-ray Quality". [Consultado: 17 Ene 2017] Disponible en: [https:// www.radiologymasterclass.co.uk /tutorials/chest/chest_quality/chest_xray_quality_start](https://www.radiologymasterclass.co.uk/tutorials/chest/chest_quality/chest_xray_quality_start)
17. Balachandran, G. et al. "Interpretation of chest x-ray: an illustrated companion". 1 ed. London: Jaypee Brothers Medical Publishers. 2014"
18. Muhogora W, Nyanda A. "Experiences with the European guidelines on quality criteria for radiographic images in Tanzania". Journal of applied clinical medical physics. 2001; 2(4), pp.219-226.

19. Chand R , Thapa N , Paudel S, Pokharel G , Joshi B. "Evaluation of image quality in chest radiographs" Journal of Institute of Medicine. 2013, 35(1), pp.50-52.
20. Veldkamp W, Kroft L, Geleijns J. "Dose and perceived image quality in chest radiography". European Journal of Radiology. 2009; 72(2), pp.209-217.
21. Delgadillo J, Vargas T, Encinas D." Control de Calidad de la Imagen Radiográfica" [en línea] Revistasbolivianas.org.bo, 2013 [Consultado 15 Jul 2016] Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013001000005&script=sci_arttext
22. González A, Zamora S, Núñez M. "Factores que influyen en la calidad de la imagen radiográfica". [en línea] Letras-uruguay.espaciolatino.com. 2009 [Consultado 15 Jul 2016] Disponible en: http://letras-uruguay.espaciolatino.com/aaa/gonzalez_perez_armando/factores_que_influyen.htm
23. Fleitz I, Caspani CC, Bórras C, Plazas MC, Miranda AA, Brandan M, de la Mora R. "La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos". Rev Panam Salud Pública. 2006; 20(2/3):113–24.
24. Goodman, L. "Felson. Principios básicos de radiología torácica". 3a. ed. Madrid: Mcgraw-Hill, 2009.
25. Hobbs,S. et al. "Thoracic imaging a core review"". 1a ed. Philadelphia: Wolters Klumner, 2016

VIII. ANEXOS

8.1 Boleta de recolección de datos



BOLETA DE RECOLECCION No. ____
HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGIA E IMÁGENES DIAGNOSTICAS



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE IMAGEN RADIOGRÁFICA CONVENCIONAL DE TÓRAX DE LA EMERGENCIA DE ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS

Introducción: La siguiente tabla es una modificación de la forma de evaluación de la calidad de imagen de las guías europeas sobre los criterios de calidad para las imágenes radiográficas diagnósticas. Consta de 21 preguntas divididas en 5 secciones, las cuales son necesarias para calcular y obtener información sobre diferentes parámetros de calidad, para determinar los factores de calidad de las imágenes radiográficas de tórax.

Instrucciones: Para responder cada pregunta contenida en éste cuestionario deberá observar cada solicitud y radiografía de tórax.

INFORMACION DE LA SOLICITUD				INFORMACION DEL ESTUDIO	
No. de Rayos X				Fecha	
Sexo	F		M	Técnico	
Datos Clínicos	SI		NO	Turno	
Edad (años)				Tamaño de película	
Sala de Emergencia				Habito Corporal de Paciente	

PARAMETROS DE CALIDAD

En la columna de las respuestas marcar con una "X" de acuerdo a cada parámetro.

Parámetros	Adecuado	Inadecuado
Estructura anatómica expuesta		
Densidad óptica		
Contraste		
Magnificación		
No Distorsión		
Detalle		
Movimiento respiratorio		
No artefactos de exposición		
No artefactos de procesado		
Total		

Casilla con "X" = 1 punto

GRADO DE CALIDAD

Alto	Medio	Bajo

Total de parámetros de calidad adecuado: Alto: 9 - 7, Medio: 6 - 4, Bajo: 3 - 1 puntos.

INFORMACION DIAGNOSTICA

Patológico	No patológico	N/A

N/A= No aplica

8.2 Tablas y gráficas de recolección personal

Tabla 8.1

Parámetros de calidad de imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017

Parámetros	Adecuado		Inadecuado	
	n=300	%	n=300	%
Estructura anatómica expuesta	235	78.33	65	21.67
Densidad óptica	193	64.33	107	35.67
Contraste	141	47.00	159	53.00
Magnificación	114	38.00	186	62.00
No Distorsión	100	33.33	200	66.67
Detalle	256	85.33	44	14.17
Movimiento respiratorio	209	69.67	91	30.33
No artefactos de exposición	248	82.67	52	17.33
No artefactos de procesado	204	68.00	96	32.00

Fuente: Recolección personal

Tabla 8.2

Frecuencia de factores estudiados que influyen en la calidad de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017

Factor		Frecuencia (n=300)	%
Sexo	Femenino	144	48.00
	Masculino	156	52.00
Datos clínicos	Si	135	45.00
	No	165	55.00
Rango de edad	12-17	16	5.33
	18-24	32	10.67
	25-39	74	24.66
	40-60	107	35.67
	>60	71	23.67
Sala de emergencia	Medicina	177	59.00
	Cirugía	106	35.33
	Trauma	17	5.67
Turno laboral	Día	59	19.67
	Tarde	64	21.33
	Noche	177	59.00
Tamaño de película	14x14	141	47.00
	14x17	159	53.00
Hábito corporal	Asténico	41	13.70
	Hiposténico	28	9.30
	Esténico	153	51.00
	Hiperesténico	78	26.00
Impresión diagnóstica	Patológico	129	43.67
	No patológico	163	55.00
	N/A	8	1.33

Fuente: Recolección personal

Tabla 8.3

Relación entre factores asociados con el grado de calidad de la imagen de las radiografías de tórax realizadas en los pacientes del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

FACTOR		Grado de calidad					
		Alto		Medio		Bajo	
		n=91	%	n=185	%	n=24	%
Sexo	Femenino (n=144)	38	26.39	93	64.58	13	9.03
	Masculino (n=156)	53	33.97	92	58.97	11	7.05
Solicitud con datos clínicos	Si (n=135)	42	31.11	80	56.76	13	9.63
	No (n=165)	49	29.70	105	63.64	11	6.67
Edad (años)	12-17 (n=16)	6	37.50	9	56.25	1	6.25
	18-24 (n=32)	14	43.75	18	56.25	0	0.00
	25-39 (n=74)	27	36.49	45	60.81	2	2.70
	40-60 (n=107)	27	25.23	71	66.36	9	8.41
	>60 (n=71)	17	23.94	42	59.15	12	16.90
Sala de emergencia	Medicina interna (n=177)	57	32.20	101	57.06	19	10.73
	Cirugía(n=106)	32	30.19	69	37.30	69	4.72
	Trauma(n=17)	2	11.76	15	88.24	0	0.00
Turno laboral	Día (n=59)	19	32.20	35	59.32	5	8.47
	Tarde (n=64)	10	15.63	48	75.00	6	9.38
	Noche (n=177)	62	35.03	102	57.63	13	7.34
Tamaño de película (pulg)	14x14 (n=141)	46	32.62	89	63.12	6	4.26
	14x17 (n=159)	45	28.30	96	60.38	18	11.32
Habito Corporal	Asténico (n=41)	3	7.32	32	78.05	6	14.63
	Hiposténico (n=28)	7	25.00	20	71.43	1	3.57
	Esténico (n=153)	60	39.22	83	54.25	10	6.54
	Hiperesténico (n=78)	21	26.92	50	64.10	7	8.97
Impresión diagnóstica	Patológico (n=129)	30	23.26	87	67.44	12	9.30
	No patológico (n=163)	61	37.42	98	60.12	4	2.45
	N/A (n=8)	0	0.00	0	0.00	8	100.00

Fuente: Recolección personal

Tabla 8.4

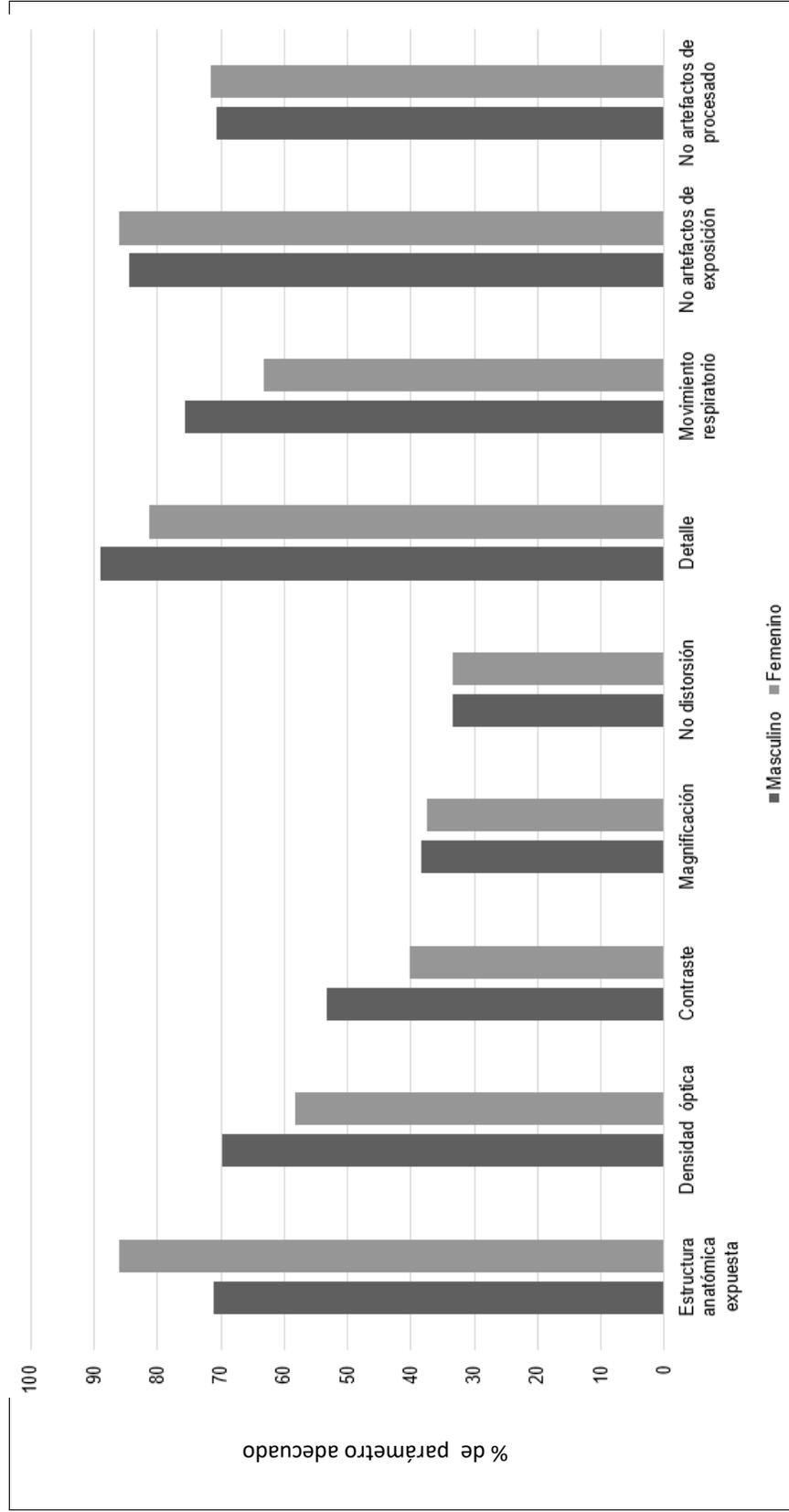
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el sexo de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		SEXO			
		MASCULINO		FEMENINO	
		n=156	%	n=144	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	111	71.15	124	86.11
	Inadecuado	45	28.89	20	13.89
Densidad óptica	Adecuado	109	69.87	84	58.33
	Inadecuado	47	30.13	60	41.67
Contraste	Adecuado	83	53.21	58	40.28
	Inadecuado	73	46.79	86	59.72
Magnificación	Adecuado	60	38.46	54	37.50
	Inadecuado	90	61.54	96	62.50
No Distorsión	Adecuado	52	33.33	48	33.33
	Inadecuado	104	66.67	96	66.67
Detalle	Adecuado	139	89.10	117	81.25
	Inadecuado	17	10.90	27	18.75
Movimiento respiratorio	Adecuado	118	75.64	91	63.19
	Inadecuado	38	24.17	53	36.81
No artefactos de exposición	Adecuado	124	79.49	124	86.11
	Inadecuado	32	20.51	20	13.89
No artefactos de procesado	Adecuado	101	64.74	103	71.53
	Inadecuado	55	35.26	41	28.47

Fuente: Recolección personal

Gráfica 8.1

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el sexo de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Tabla 8.5

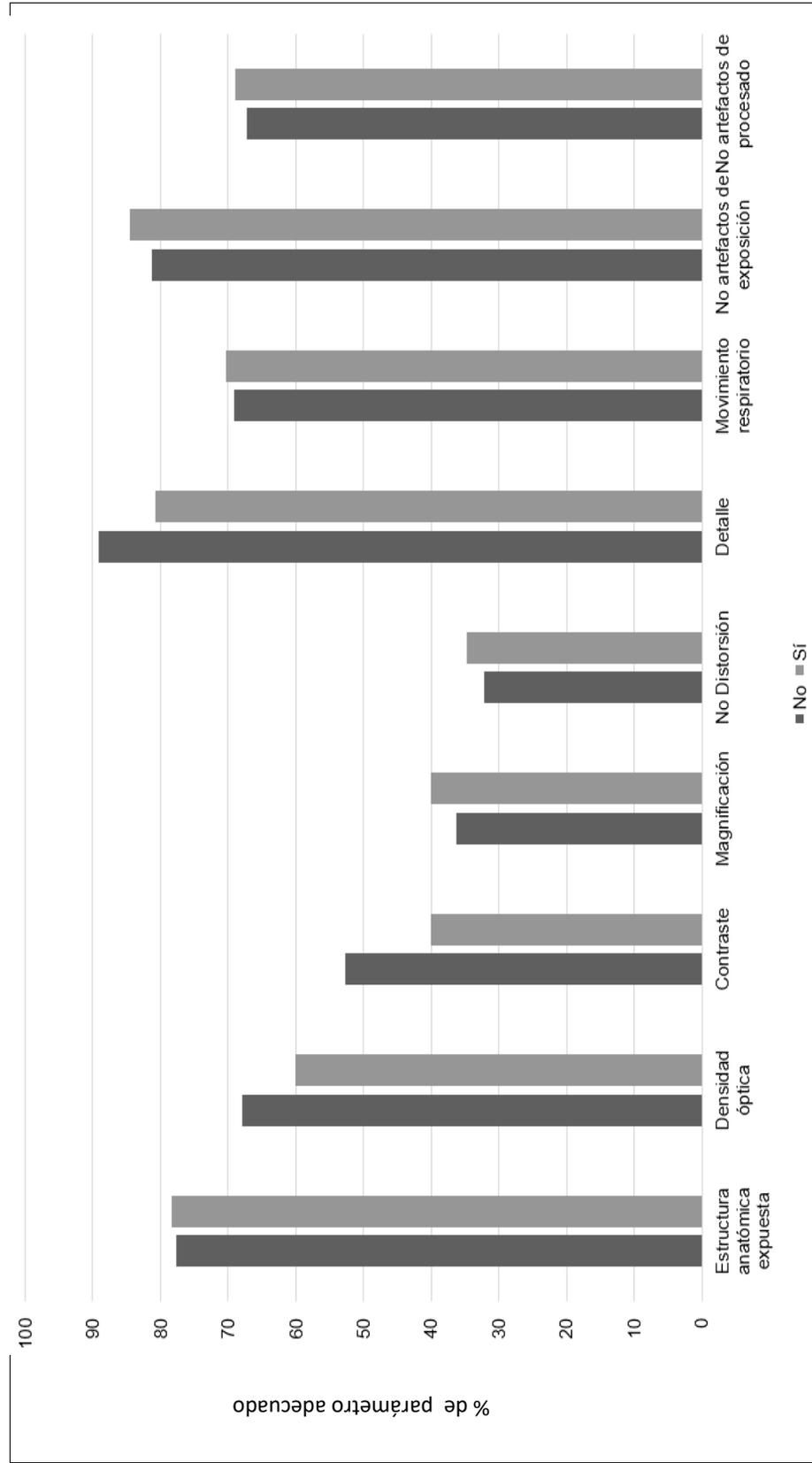
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la presencia de datos clínicos en la solicitud de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		Datos Clínicos			
		No		Si	
		n=165	%	n=135	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	128	77.58	107	78.33
	Inadecuado	37	22.42	28	20.74
Densidad óptica	Adecuado	112	67.88	81	60.00
	Inadecuado	53	32.12	54	40.00
Contraste	Adecuado	87	52.73	54	40.00
	Inadecuado	78	47.27	81	60.00
Magnificación	Adecuado	60	36.36	54	40.00
	Inadecuado	105	63.64	81	60.00
No Distorsión	Adecuado	53	32.12	47	34.81
	Inadecuado	112	67.88	88	65.19
Detalle	Adecuado	147	89.09	109	80.74
	Inadecuado	18	10.91	26	19.26
Movimiento respiratorio	Adecuado	114	69.09	95	70.37
	Inadecuado	51	30.91	40	29.63
No artefactos de exposición	Adecuado	134	81.21	114	84.44
	Inadecuado	31	19.79	21	15.56
No artefactos de procesado	Adecuado	111	67.27	93	68.89
	Inadecuado	54	32.72	42	31.11

Fuente: Recolección personal

Gráfica 8.2

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la presencia de datos clínicos en la solicitud de radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Tabla 8.6

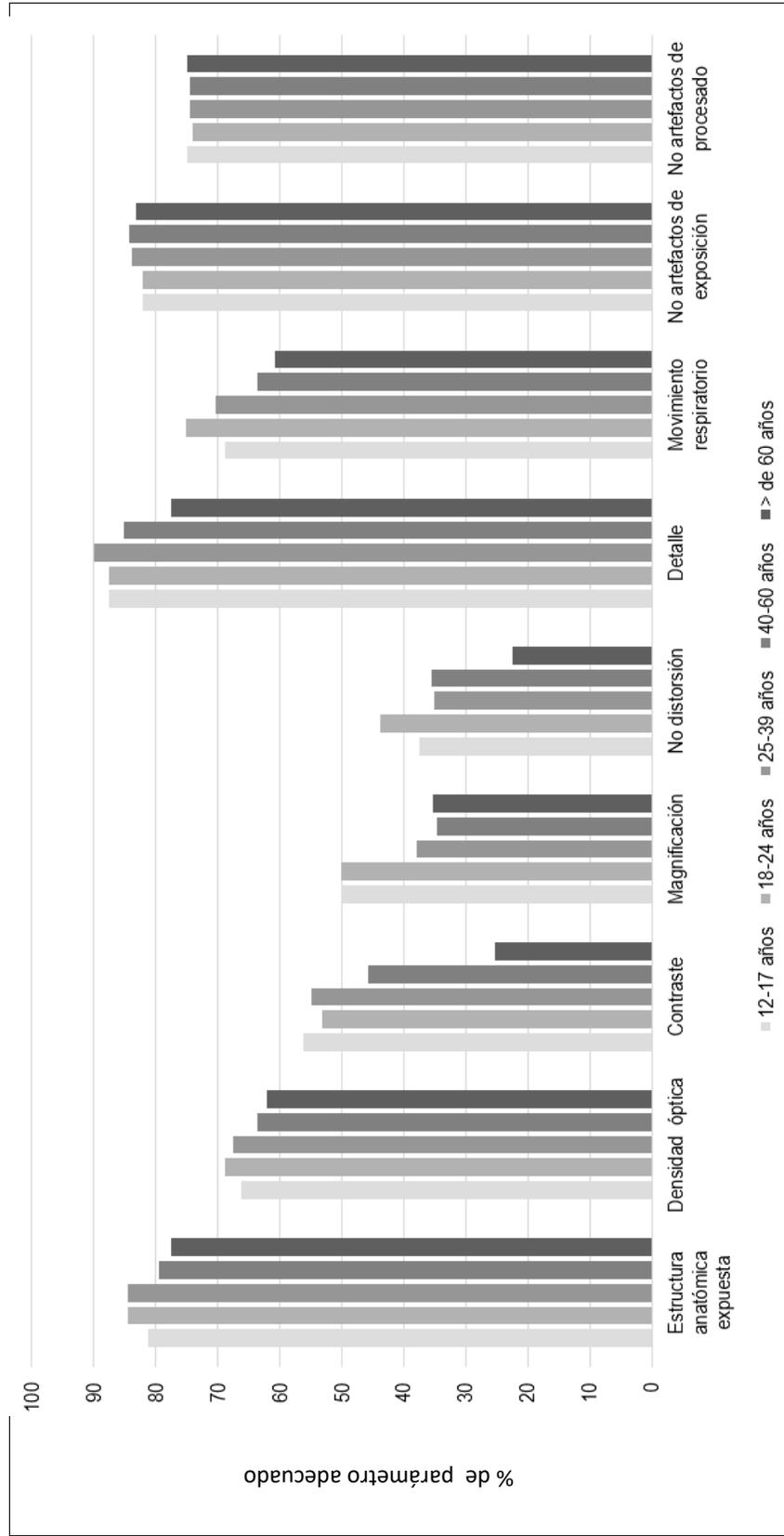
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la edad de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD	Edad											
	12-17 años		18-24 años		25-39 años		40-60 años		> de 60 años			
	n=16	%	n=32	%	n=74	%	n=107	%	n=71	%		
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	13	81.25	27	84.38	55	74.32	85	79.44	55	77.46	
	Inadecuado	3	18.75	5	15.63	19	25.68	22	20.56	16	22.54	
Densidad óptica	Adecuado	9	56.25	22	68.75	50	67.57	68	63.55	44	61.97	
	Inadecuado	7	43.75	10	31.25	24	32.43	39	36.45	27	38.03	
Contraste	Adecuado	9	56.25	17	53.13	48	64.86	49	45.79	18	25.35	
	Inadecuado	7	43.75	15	46.88	26	35.14	58	54.21	53	74.65	
Magnificación	Adecuado	8	50.00	16	50.00	28	37.84	37	34.58	25	35.21	
	Inadecuado	8	50.00	16	50.00	46	62.16	70	65.42	46	64.79	
No Distorsión	Adecuado	6	37.50	14	43.75	26	35.14	38	35.51	16	22.54	
	Inadecuado	10	62.50	18	56.25	48	64.86	69	64.49	55	77.46	
Detalle	Adecuado	14	87.50	28	87.50	68	91.89	91	85.05	55	77.46	
	Inadecuado	2	12.50	4	12.50	6	8.11	16	14.95	16	22.54	
Movimiento respiratorio	Adecuado	11	68.75	24	75.00	52	70.27	68	63.55	54	76.67	
	Inadecuado	5	31.25	8	25.00	22	29.73	39	36.45	17	23.94	
No artefactos de exposición	Adecuado	12	75.00	25	78.13	62	83.78	90	84.11	59	83.10	
	Inadecuado	4	25.00	7	21.88	12	16.22	17	15.89	12	16.90	
No artefactos de procesado	Adecuado	11	68.75	23	71.88	55	74.32	69	64.49	46	64.79	
	Inadecuado	5	31.25	9	28.13	19	25.68	38	35.51	25	35.21	

Fuente: Recolección personal

Gráfica 8.3

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la edad de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Tabla 8.7

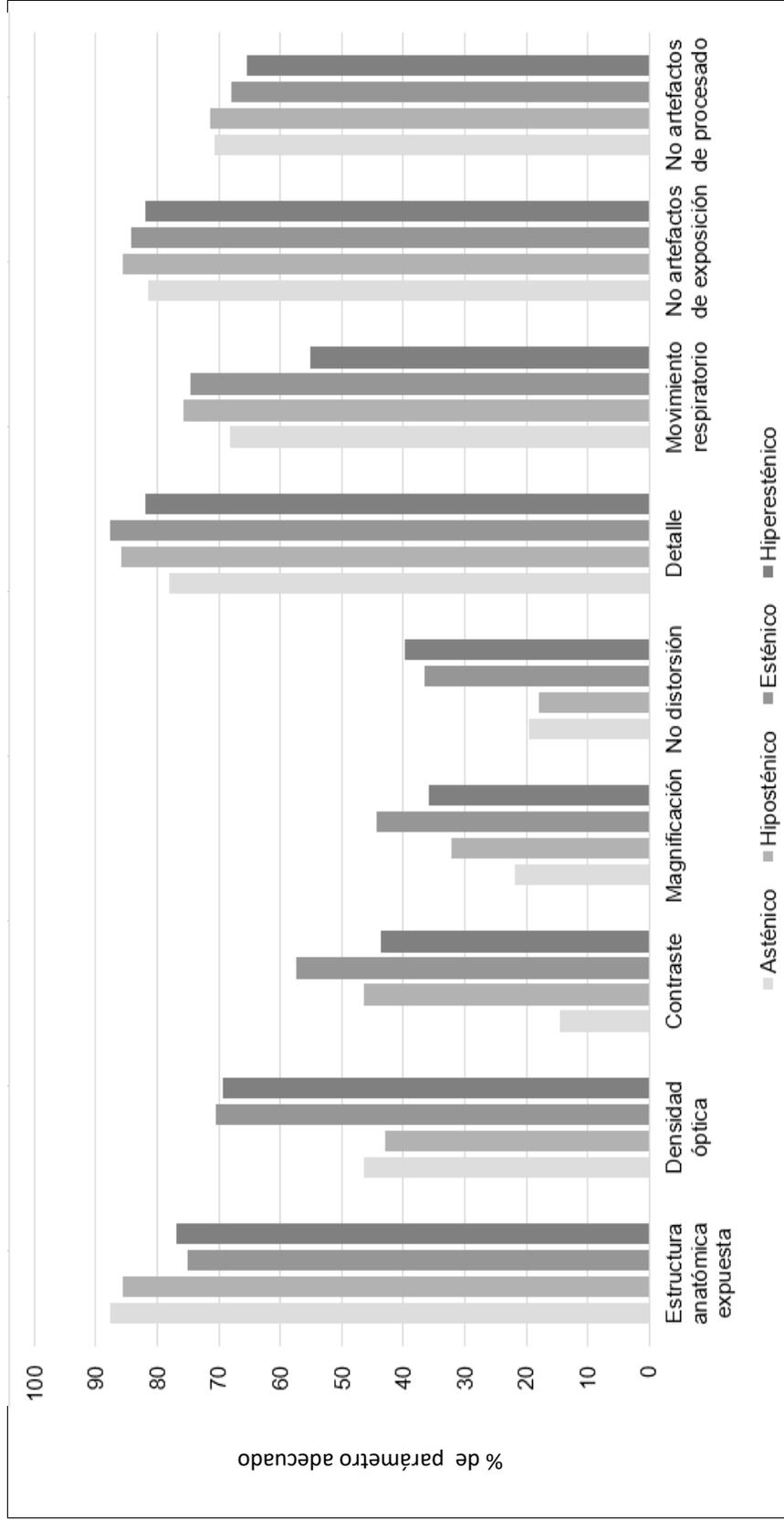
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el hábito corporal de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD	Habito corporal										
	Asténico		Hiposténico		Esténico		Hiperesténico				
	n=41	%	n=28	%	n=153	%	n=78	%			
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	36	87.80	24	85.71	115	75.16	60	76.92		
	Inadecuado	5	12.20	4	14.29	38	24.84	18	23.08		
Densidad óptica	Adecuado	19	46.34	12	42.86	108	70.59	54	69.23		
	Inadecuado	22	53.66	16	57.14	45	29.41	24	30.77		
Contraste	Adecuado	6	14.63	13	46.43	88	57.52	34	43.59		
	Inadecuado	35	85.37	15	53.57	65	42.48	44	56.41		
Magnificación	Adecuado	9	21.95	9	32.14	68	44.44	28	35.90		
	Inadecuado	32	78.05	19	67.86	85	55.56	50	64.10		
No Distorsión	Adecuado	8	19.51	5	17.86	56	36.60	31	39.74		
	Inadecuado	33	80.49	23	82.14	97	63.40	47	60.26		
Detalle	Adecuado	32	78.05	26	92.86	134	87.58	64	82.05		
	Inadecuado	9	21.95	2	7.14	19	12.42	14	17.95		
Movimiento respiratorio	Adecuado	28	68.29	24	85.71	114	74.51	43	55.13		
	Inadecuado	13	31.71	4	14.29	39	39	35	44.87		
No artefactos de exposición	Adecuado	31	75.61	24	85.71	129	84.31	64	82.05		
	Inadecuado	10	24.39	4	14.29	24	15.69	14	17.95		
No artefactos de procesado	Adecuado	29	70.73	20	71.43	104	67.97	51	65.38		
	Inadecuado	12	29.27	8	28.57	49	32.03	27	34.62		

Fuente: Recolección personal

Gráfica 8.4

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el hábito corporal de los pacientes que se realizaron radiografía de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

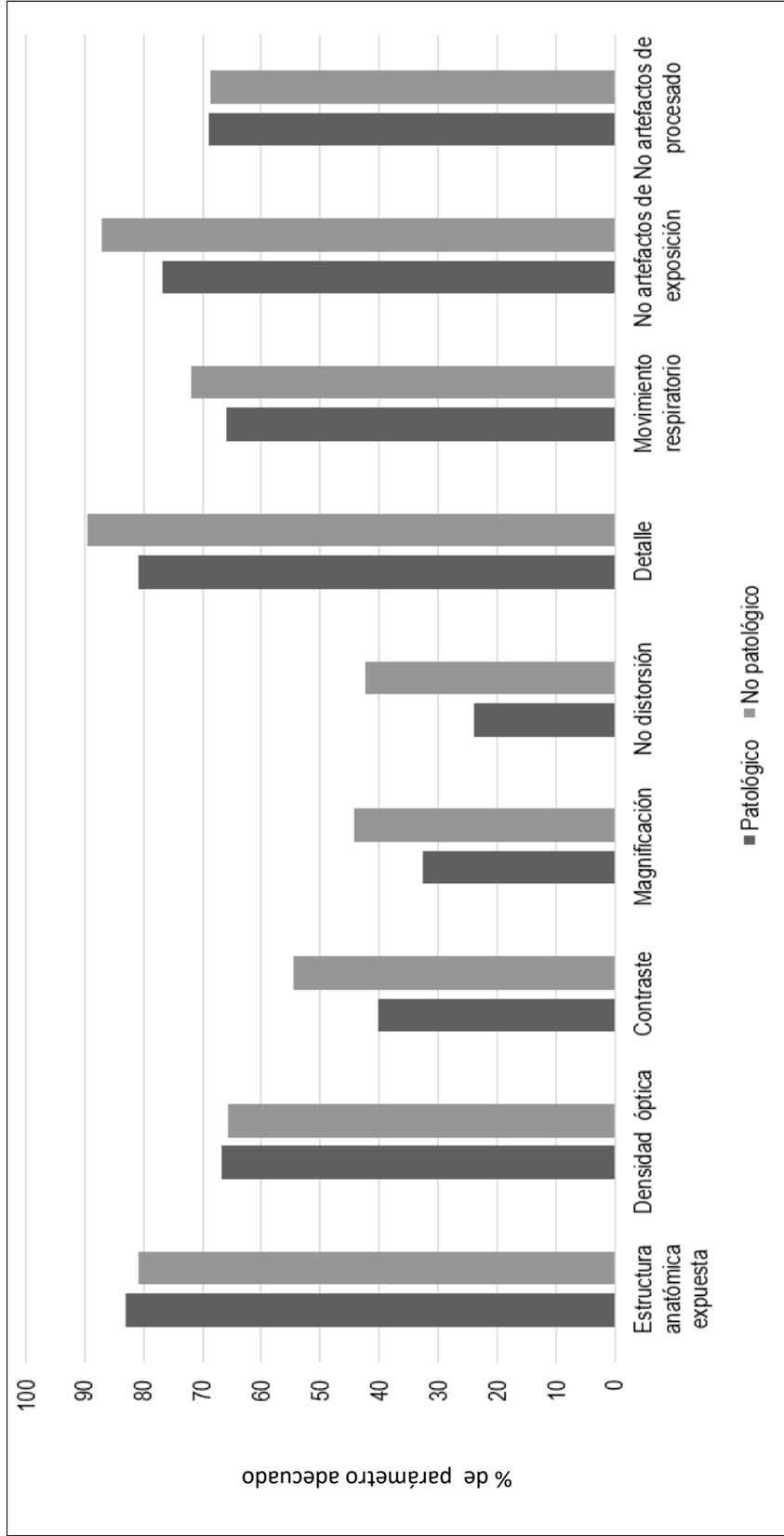
Tabla 8.8

Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con la impresión diagnóstica de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		Impresión diagnóstica					
		Patológico		No patológico		No Aplica	
		n=129	%	n=163	%	n=8	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	107	82.95	122	74.85	6	75.00
	Inadecuado	22	17.05	41	25.15	2	25.00
Densidad óptica	Adecuado	86	66.67	107	65.64	0	0.00
	Inadecuado	43	33.33	56	34.36	8	100.00
Contraste	Adecuado	52	40.31	89	54.60	0	0.00
	Inadecuado	77	59.63	74	45.40	8	100.00
Magnificación	Adecuado	42	32.56	72	44.17	0	0.00
	Inadecuado	87	67.44	91	55.83	8	100.00
No Distorsión	Adecuado	31	24.03	69	42.33	0	0.00
	Inadecuado	98	75.97	94	57.63	8	100.00
Detalle	Adecuado	107	82.95	146	89.57	3	37.50
	Inadecuado	22	17.05	17	10.43	5	62.50
Movimiento respiratorio	Adecuado	89	68.99	117	71.78	3	37.50
	Inadecuado	40	31.01	46	28.22	5	62.50
No artefactos de exposición	Adecuado	99	76.74	142	87.12	7	87.50
	Inadecuado	30	23.26	21	12.88	1	12.50
No artefactos de procesado	Adecuado	89	68.99	112	68.71	3	37.50
	Inadecuado	40	31.01	51	31.29	5	62.50

Fuente: Recolección Personal

Gráfica 8.5
 Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con la impresión diagnóstica de las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

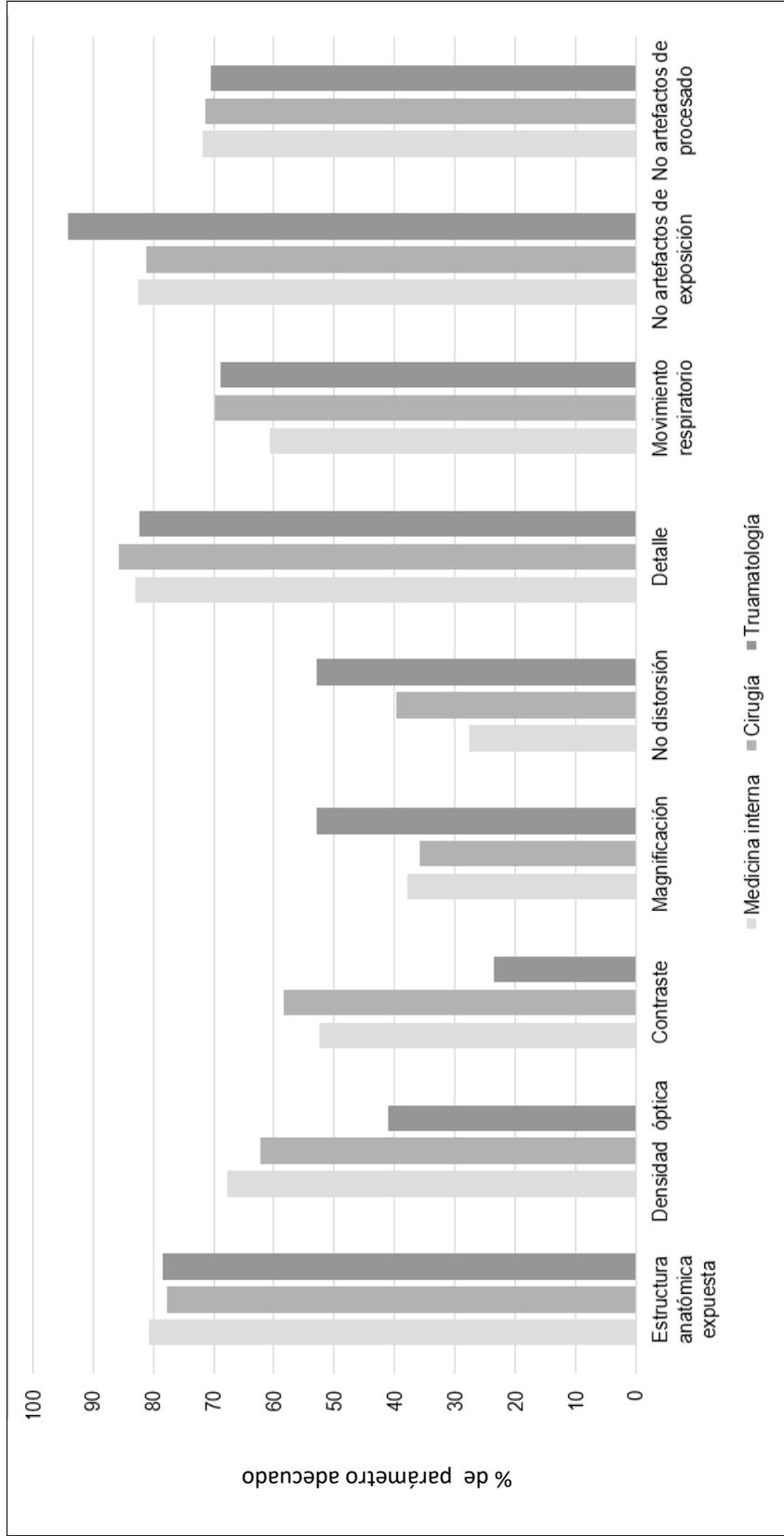
Tabla 8.9

Relación entre los parámetros de calidad de la imagen de las radiografías de tórax con la sala de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		Sala de emergencia					
		Medicina interna		Cirugía		Traumatología	
		n=177	%	n=106	%	n=17	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	143	80.79	77	72.64	15	78.33
	Inadecuado	34	19.29	29	27.36	2	11.76
Densidad óptica	Adecuado	120	67.80	66	62.18	7	41.18
	Inadecuado	57	32.20	40	37.74	10	58.82
Contraste	Adecuado	75	42.37	62	58.49	4	23.53
	Inadecuado	102	57.63	44	41.51	13	76.47
Magnificación	Adecuado	67	37.85	38	35.85	9	52.94
	Inadecuado	110	62.15	68	64.15	8	47.06
No Distorsión	Adecuado	49	27.68	42	39.62	9	52.94
	Inadecuado	128	72.32	64	60.38	8	47.06
Detalle	Adecuado	147	83.05	95	89.62	14	82.35
	Inadecuado	30	16.95	11	10.38	3	14.67
Movimiento respiratorio	Adecuado	125	70.62	74	69.81	10	58.82
	Inadecuado	52	29.38	32	30.19	7	41.18
No artefactos de exposición	Adecuado	146	82.49	86	81.13	16	94.12
	Inadecuado	31	17.51	20	18.87	1	5.88
No artefactos de procesado	Adecuado	127	71.75	65	61.32	12	70.53
	Inadecuado	50	20.25	41	38.68	5	29.41

Fuente: Recolección personal

Gráfica 8.6
 Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado de las radiografías de tórax con la sala de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Tabla 8.10

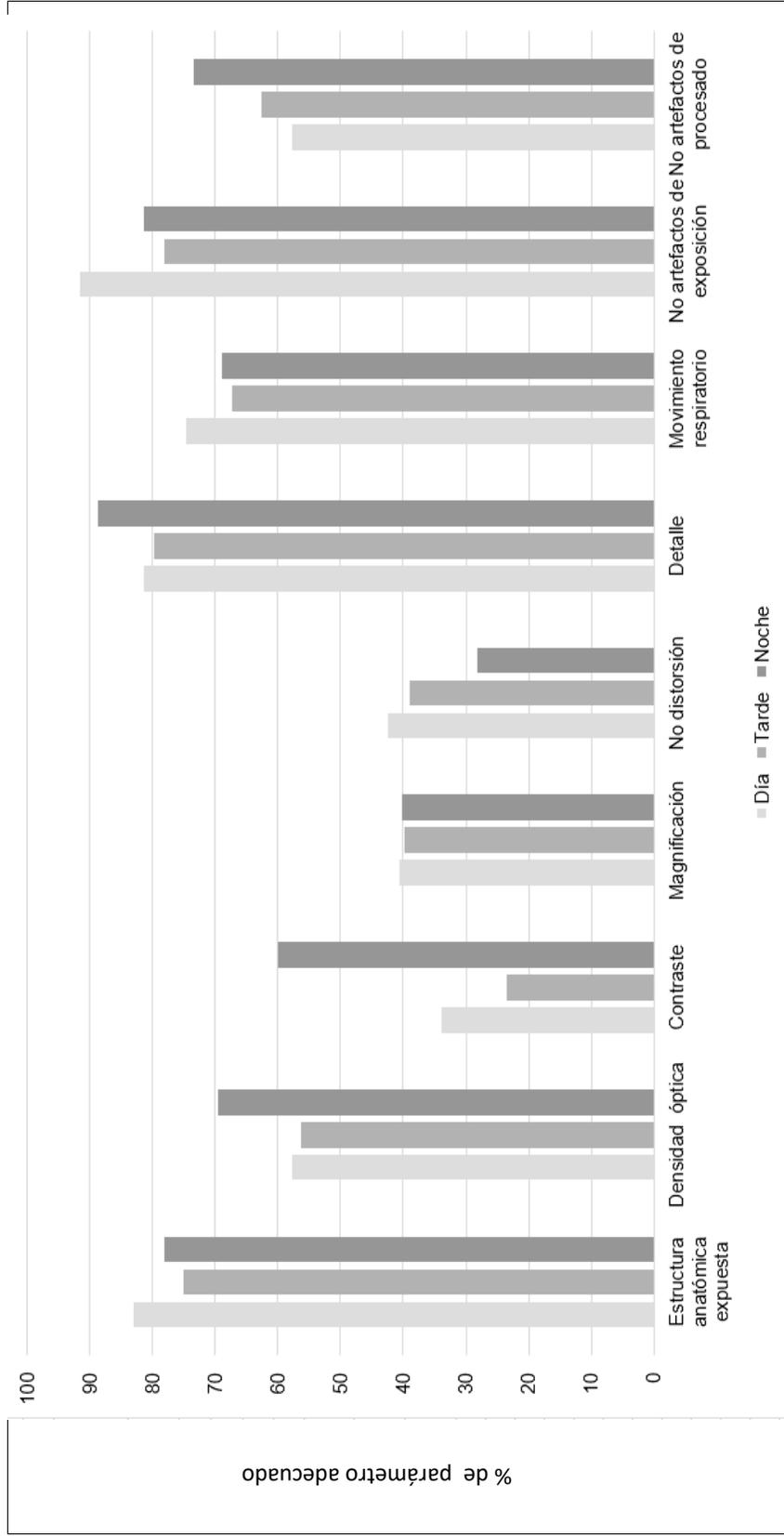
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el turno laboral que se realizan las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		TURNO LABORAL					
		Día		Tarde		Noche	
		n=59	%	n=64	%	n=177	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	49	83.05	48	75.00	138	77.97
	Inadecuado	10	16.95	16	25.00	39	22.03
Densidad óptica	Adecuado	34	57.63	36	56.25	123	69.49
	Inadecuado	26	42.37	28	43.75	54	30.51
Contraste	Adecuado	20	33.90	15	23.44	106	59.89
	Inadecuado	39	66.10	49	76.56	71	40.11
Magnificación	Adecuado	24	40.68	19	29.69	71	40.11
	Inadecuado	35	59.32	45	70.31	106	59.89
No Distorsión	Adecuado	25	42.37	25	39.06	50	28.25
	Inadecuado	34	57.63	39	60.94	127	71.75
Detalle	Adecuado	48	81.36	51	79.69	157	88.70
	Inadecuado	11	18.64	13	20.31	20	20.31
Movimiento respiratorio	Adecuado	44	74.58	43	67.19	122	68.93
	Inadecuado	15	25.42	21	32.81	55	31.07
No artefactos de exposición	Adecuado	54	91.53	50	78.13	144	81.36
	Inadecuado	5	8.47	14	21.88	33	18.64
No artefactos de procesado	Adecuado	34	57.63	40	62.50	130	73.45
	Inadecuado	25	42.37	24	37.50	47	26.55

Fuente: Recolección Personal

Gráfica 8.7

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el turno laboral que se realizan las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

Tabla 8.11

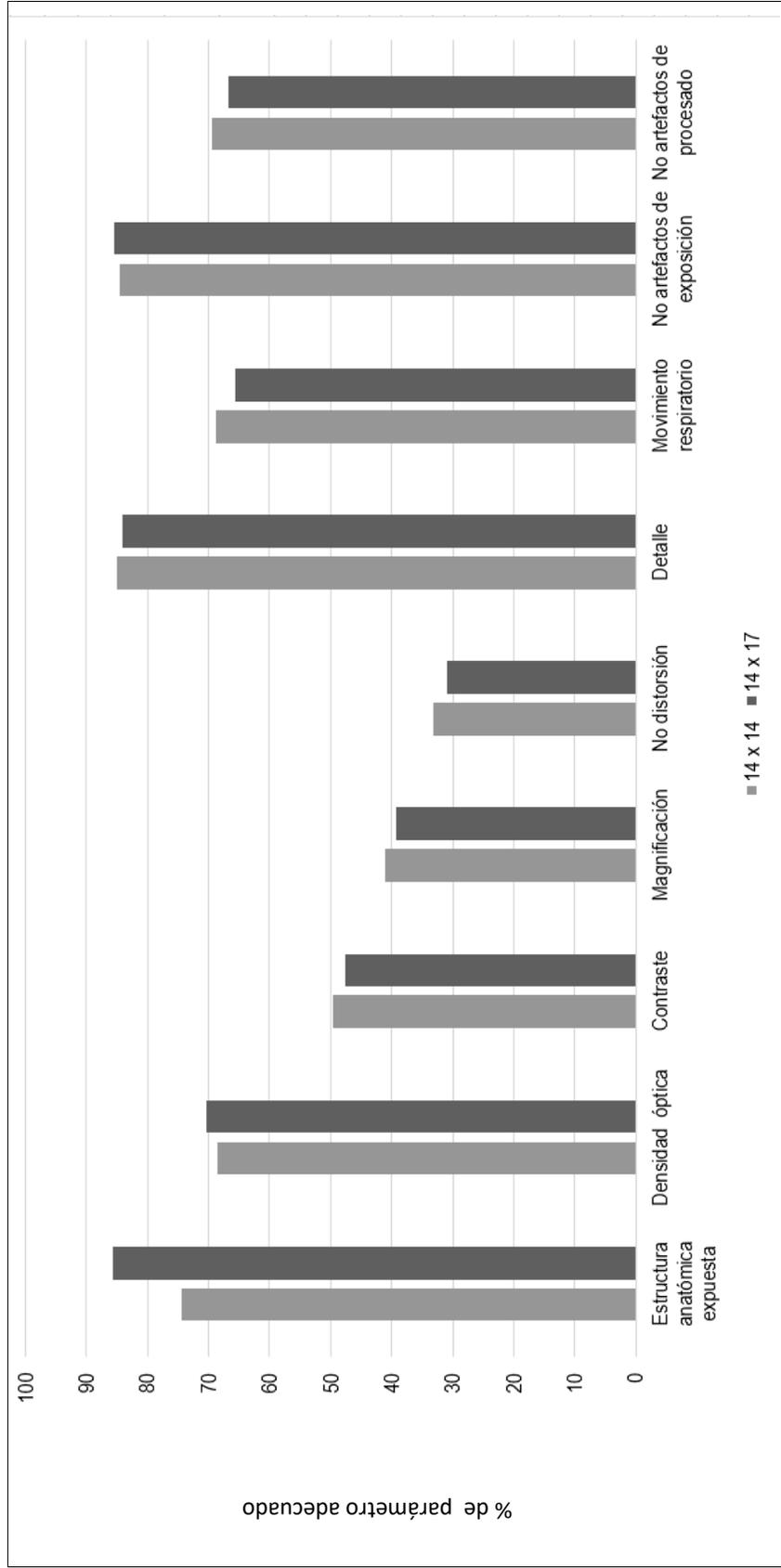
Relación entre los parámetros de calidad de la imagen con el tamaño de película que utilizó para realizar las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017

PARAMETROS DE CALIDAD		Tamaño de película			
		14 x 14		14 x 17	
		n=141	%	n=159	%
Estructura anatómica expuesta	Adecuado	105	74.47	130	81.76
	Inadecuado	36	25.53	29	18.24
Densidad óptica	Adecuado	81	57.45	112	70.44
	Inadecuado	60	42.55	47	29.56
Contraste	Adecuado	70	49.65	71	44.65
	Inadecuado	71	50.35	88	55.35
Magnificación	Adecuado	58	41.13	56	35.22
	Inadecuado	83	58.87	103	64.78
No Distorsión	Adecuado	51	36.17	49	30.82
	Inadecuado	90	63.83	110	69.18
Detalle	Adecuado	127	85.07	129	84.13
	Inadecuado	14	14.93	30	15.87
Movimiento respiratorio	Adecuado	111	78.72	98	61.64
	Inadecuado	30	21.28	61	38.36
No artefactos de exposición	Adecuado	112	79.43	136	85.33
	Inadecuado	29	20.57	23	14.47
No artefactos de procesado	Adecuado	98	69.50	106	66.67
	Inadecuado	43	30.50	53	33.33

Fuente: Recolección Personal

Gráfica 8.8

Relación entre parámetros de calidad de la imagen adecuado con el tamaño de película que utilizó para realizar las radiografías de tórax del servicio de Emergencia de Adultos en el Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala 2017



Fuente: Recolección personal

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y cualquier medio la tesis titulada "Factores que influyen en la calidad de imagen de las radiografías de tórax del servicio de emergencia de adultos" para el propósitos de consulta académica. Sin embargo quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo.