



V CONGRESO  
CUBANO DE  
IMAGENOLOGÍA



# La optimización en Tomografía computarizada. Protocolos técnicos y niveles de referencia para el diagnóstico en el CIS "La Pradera".

Autores: Dr. Ariel González López.

Dra. Daimys Rabeiro González.

Lic. Santos Ruiz Cortes.

Est. Alejandro González Tadeo.

La tomografía computada es el método que amplía la capacidad clínica de la imagen de rayos X para visibilizar tejidos blandos, gracias a su elevada sensibilidad de contraste, y a la producción de imágenes tomográficas axiales y volumétricas.

Su uso se ha incrementado considerablemente en los últimos años, fundamentalmente con el advenimiento de la tomografía multicorte que permite la realización de estudios en pocos segundos.

Pero, a pesar del beneficio que reciben los pacientes a través del diagnóstico, las dosis de radiación impartidas en tomografía son significativamente altas, más altas que las de los estudios convencionales de rayos X y están en rangos que se han relacionado con mayor riesgo de cáncer, y debe ser disminuida

**“tanto como sea razonablemente posible”**

Para este procedimiento:	* La dosis aproximada de radiación efectiva en un adulto es:	Comparable con la radiación natural de fondo durante:
<b>Región Abdominal:</b>		
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Abdomen y Pelvis	10 mSv	3 años
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Abdomen y Pelvis, repetido con y sin material de contraste	20 mSv	7 años
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Colonografía	6 mSv	2 años
<b>Sistema Nervioso Central:</b>		
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Cabeza	2 mSv	8 meses
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Cabeza, repetido con y sin material de contraste	4 mSv	16 meses
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Columna	6 mSv	2 años

Para este procedimiento:	* La dosis aproximada de radiación efectiva en un adulto es:	Comparable con la radiación natural de fondo durante:
<b>Tórax:</b>		
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Tórax	7 mSv	2 años
Tomografía Axial Computarizada (TAC) - Detección Temprana del Cáncer de Pulmón	1.5 mSv	6 meses
Radiografía (rayos X) - Tórax	0.1 mSv	10 días
<b>Dental:</b>		
Rayos X intraorales	0.005 mSv	1 día
<b>Corazón:</b>		
Angiografía Coronaria por Tomografía Computada (ATC)	12 mSv	4 años
TAC Cardíaco para Cuantificar Calcio	3 mSv	1 año

# Efectos de las radiaciones ionizantes

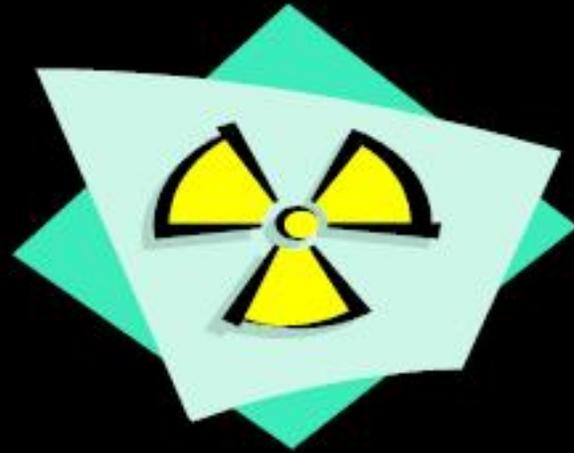
## 1. Efectos determinísticos (previsibles o no estocásticos).

Dependen de la dosis administrada y pueden producir daño celular por sobre la dosis umbral, ejemplo, alteraciones digestivas, anemia, caída del cabello, esterilidad, radiodermatitis, cataratas, etc.

## 2. Efectos estocásticos (imprevisibles o probabilísticos).

Estos dependen únicamente del azar, independientes de la dosis; de esta forma, si solo un fotón de rayos X impacta en un punto de una célula especialmente sensible, podría ser capaz de provocar lesiones como malformaciones hereditarias o generar el desarrollo de un cáncer.

# ¿ CÓMO REDUCIR RADIACIONES?



Principios de Protección Radiológica:  
**JUSTIFICACIÓN y OPTIMIZACIÓN**

# Niveles de justificación:

- **Nivel general:** Se acepta que el uso de radiación en medicina genera más beneficios que daño.
  - **Nivel genérico:** Procedimiento específico con un objetivo específico: Por Ej. radiografía de tórax para pacientes con sintomatología.
  - **Tercer nivel:** Aplicación del procedimiento a un paciente individual.
- 

## Niveles de optimización :

- Diseño y construcción de equipos e instalaciones.
- Práctica radiológica día a día.

Las dosis deben ser “tan bajas como sea razonablemente alcanzable, tomando en consideración factores económicos y sociales”.

Por lo tanto, en tomografía computarizada, el protocolo optimizado es aquél que proporciona la información que se necesita en la imagen con la menor exposición posible del paciente a la radiación.



# Niveles de referencia de dosis:

- Permiten valorar la optimización de una práctica radiológica
- Son indicadores de calidad y son valores de dosis que permiten comparar los resultados de un equipo o entre centros
- Se aplican a muestras de pacientes, no a un paciente individual.
- Se espera que no sean superados en los estudios estándar.
- La condición clínica del paciente, su hábito corporal o la naturaleza de la petición clínica pueden requerir dosis más altas de las consideradas normales.
- Si los valores se superan regularmente, la práctica que implican debería ser investigada.

**Es un mecanismo de protección para evitar dosis excesivas innecesarias y como herramienta de optimización.**



¿ Y CÓMO REDUCIR LAS  
RADIACIONES ?

# Minimización de dosis recibida por TAC:

La primera regla es tener una buena justificación para realizar la prueba.

Existen protocolos para llevar a cabo un procedimiento correcto a la hora de solicitar pruebas radiológicas:

“Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen”



# Medidas a tomar en la realización de un TAC:

- Dadas las dosis potencialmente elevadas, sólo se procederá a una TC tras la adecuada justificación clínica por un radiólogo experimentado.
- Las exploraciones de niños exigen un mayor nivel de justificación, pues estos pacientes son más vulnerables a la radiación.
- Conviene sopesar, cuando la clínica lo permita, el empleo alternativo de técnicas no ionizantes, más seguras (ecografía y RM), o el de técnicas radiográficas a dosis bajas.
- No se efectuará una TC de abdomen ni de pelvis a pacientes embarazadas sin una sólida justificación clínica. En caso de realizarla, se prestará especial atención al empleo de dosis bajas.
- Siempre hay que prestar atención para minimizar la exposición de los ojos, especialmente de los pacientes que quizá deban someterse a múltiples exploraciones.

# ¿ CÓMO OPTIMIZAR LA ADQUISICIÓN DEL ESTUDIO EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA?

- Protocolos de adquisición adecuados a cada paciente
  - Tensión (kV), carga (mAs), colimación/espesor de corte, inclinación del gantry, pitch (desplazamiento por rotación).

La calidad de la imagen debe corresponder al **OBJETIVO DIAGNÓSTICO DESEADO.**

“La dosis a cada paciente sea tan baja como sea razonablemente posible”

# Parámetros de exposición de acuerdo al paciente.

Reducción de los factores de exposición.

- mAs.
- kV.
- Pitch.

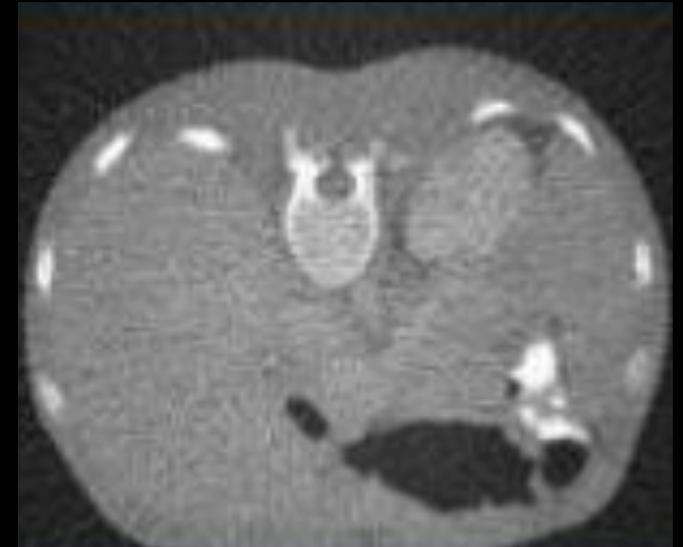
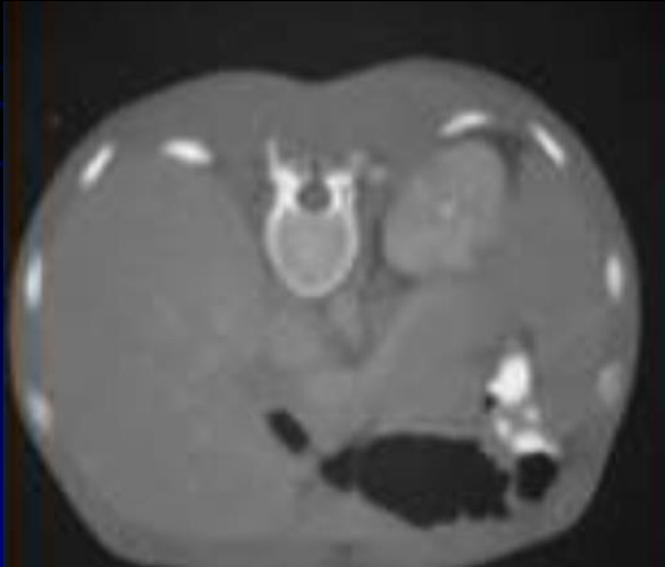
Se deben ajustar para obtener una mínima dosis con calidad suficiente que aporte al diagnóstico.

# OPTIMIZACIÓN DEL mAs y Kv

↑ mAs ↓ Ruido ↑ Dosis paciente

↓ Kv ↑ Ruido ↓ Dosis paciente ↓ Contraste imagen

un mAs óptimo **es difícil de DEFINIR**



# Pitch

TC helicoidal:

- Pitch > 1 disminuye la dosis impartida (para barridos corporales grandes).
- Pitch < 1 disminuye los artefactos por movimiento y mejora la calidad de la imagen como en el caso de estudios de corazón.

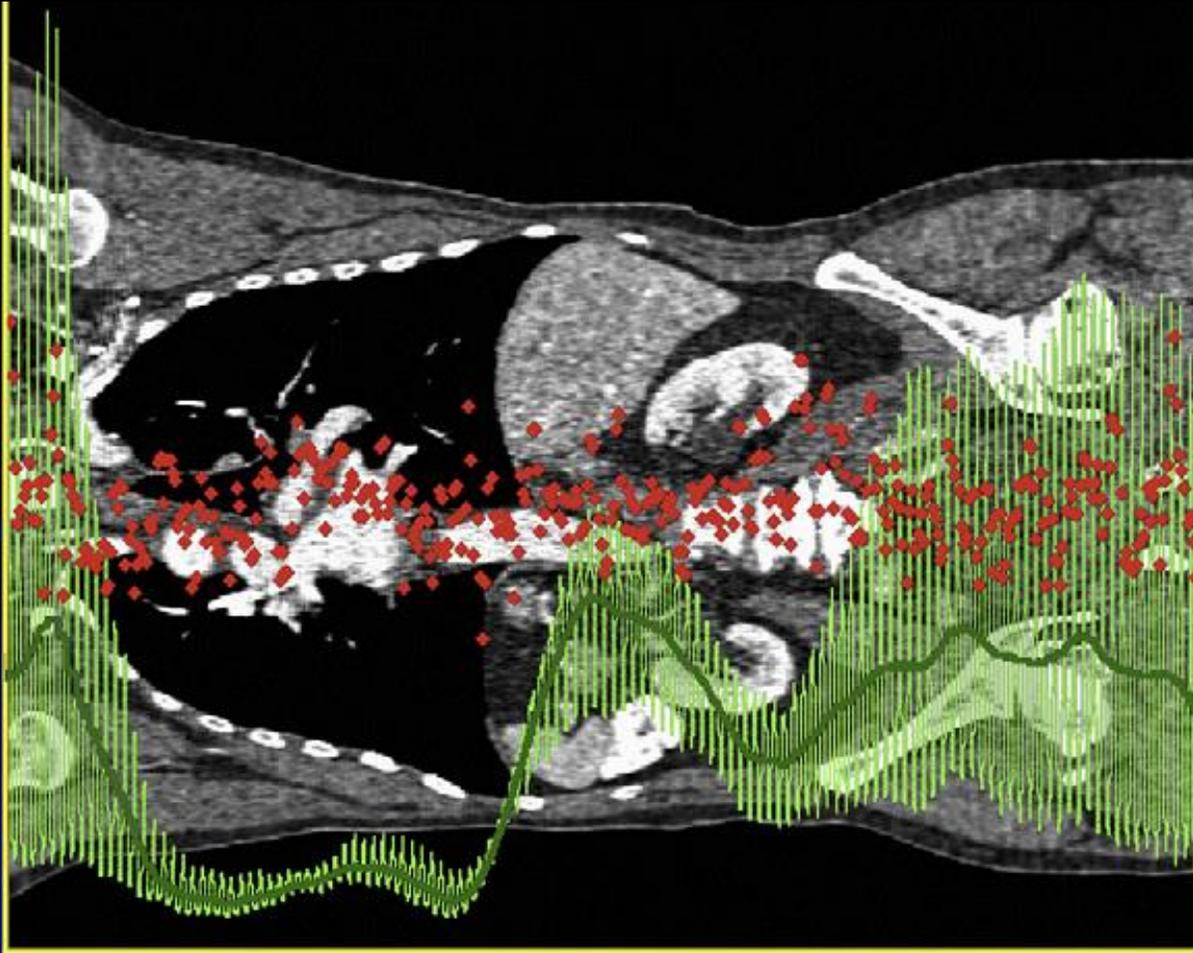
$$\text{Pitch} = \frac{\text{Distancia recorrida por la mesa/ rotación}}{\text{Espesor de corte}}$$

Cantidad de anchos de colimación que se completan en un giro



Recomendado no más allá de 1.5.

# Modulación del mAs adaptado a la anatomía del paciente.



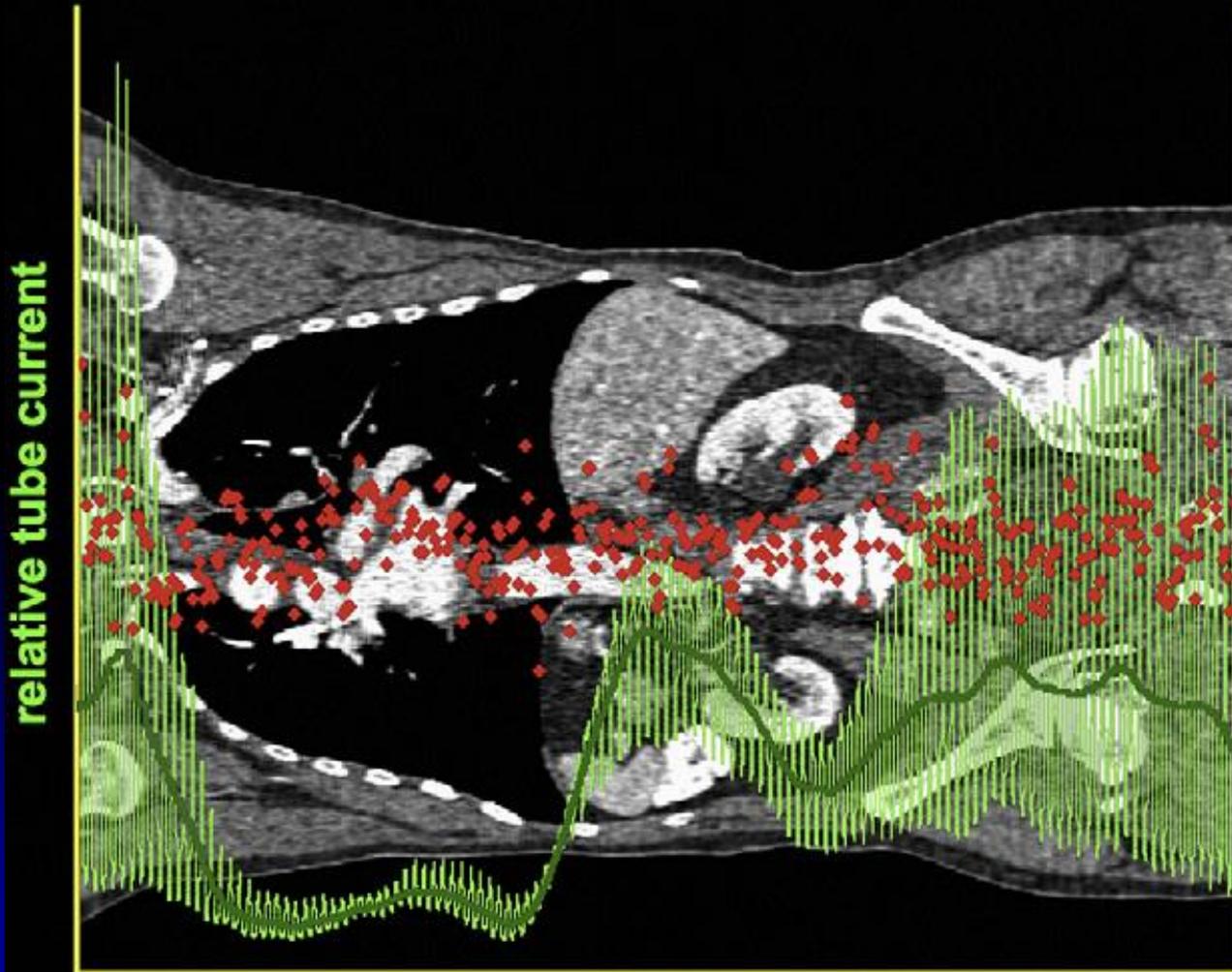
Tamaño del paciente : Ajusta la carga del tubo (mAs) basada en el tamaño total del paciente. El mismo mA se utiliza en todo el examen

Eje-Z: La corriente del tubo se ajusta para cada rotación del tubo. El valor de mA será menor a través del tórax y más alta a través del abdomen. Se utiliza un mA más alto para las posiciones en eje-Z más atenuantes

Rotacional: La corriente del tubo disminuye y aumenta rápidamente (modulada) durante el curso de cada rotación. La amplitud de mA durante la rotación refleja la asimetría del paciente.

Combinado: Combina los efectos empleando todos los 3 niveles de CAE

# Modulación del mA adaptado a la anatomía del paciente.

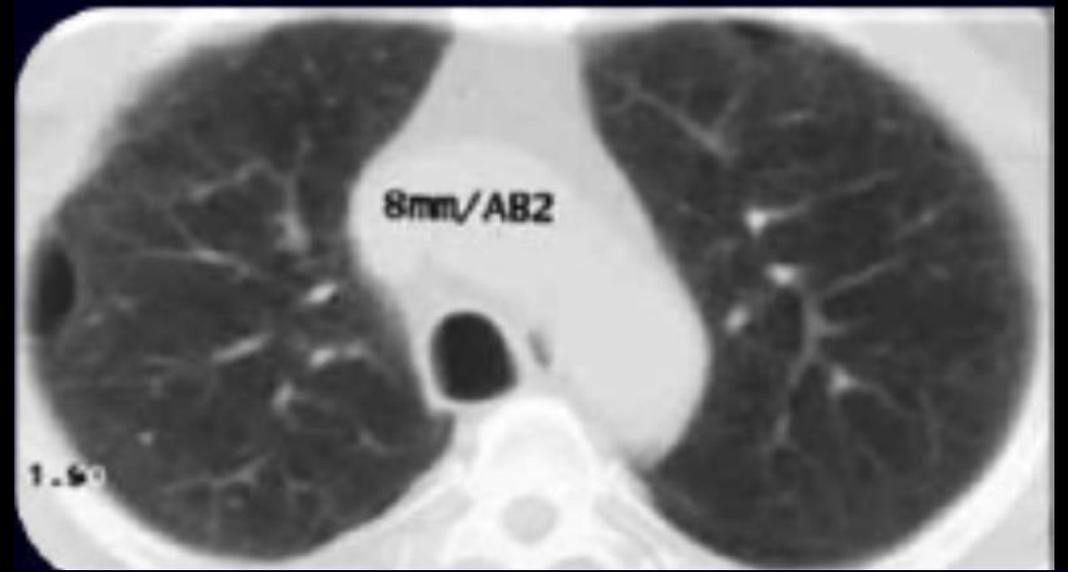


Tipo de estudio	% Reducción del mA máx
Tórax	49,10
Abdomen	52,58
TCAR	53,18
Cráneo	24,94
Oido	10,27
Columna Cervical	48,28
CLS	52,65
Cuello	63,40
SPN	67,34
Pelvis	47,19
Ca Score	2,02

# Colimación / espesor de corte

- Reducir el espesor de corte para obtener una colimación más precisa de la zona de interés clínico.

Reduce la cantidad de radiación dispersa y disminuye igualmente la dosis de radiación



# ROTACIÓN DEL GANTRY

CRISTALINO 50-100 mGy



Angular el gantry para enfocarse únicamente en la región deseada en el estudio, reduce la dosis.

Inclinar el gantry en un examen de cráneo, reduce la dosis impartida sobre el cristalino.

Formación de catarata  
500 a 1000 mGy

# Utilización de protectores de Pb y bismuto

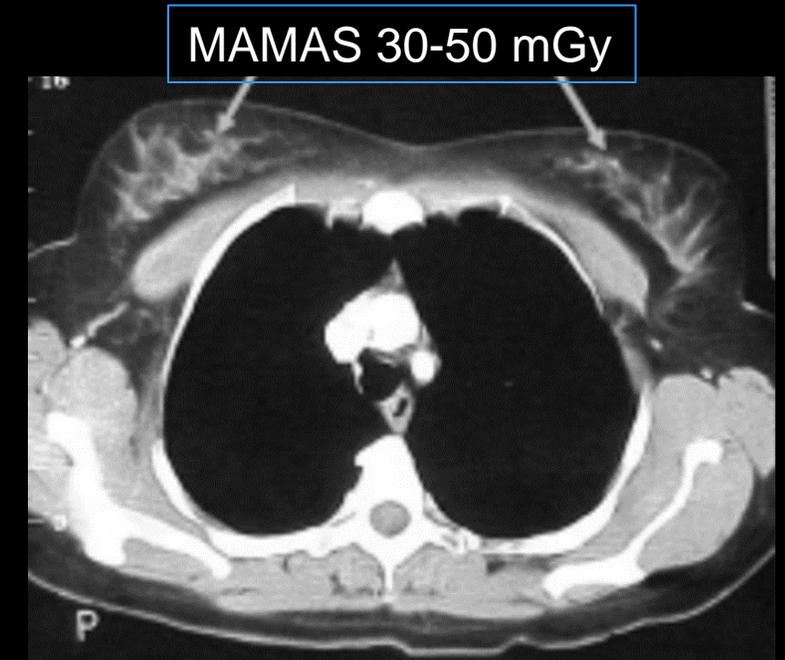
Proteger órganos como tiroides, mama, cristalino y gónadas, particularmente en niños y jóvenes.  
Esto implica una reducción de 30-60% de la dosis en el órgano.



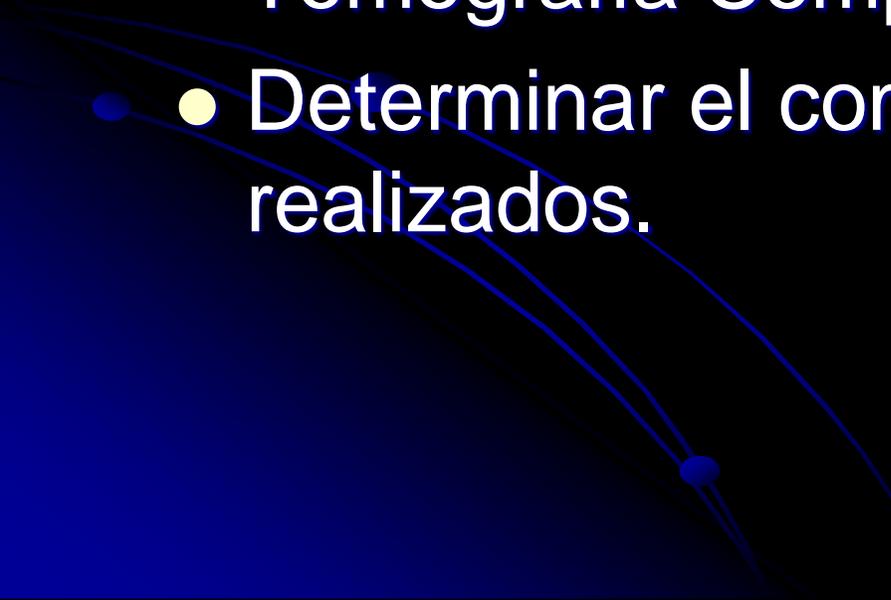
# Utilizar protectores de bismuto:

- **A favor:** Disminuye la dosis de radiación en órganos radiosensibles.
- **En contra:** Introduce ruidos/artefactos a la imagen.
- **Solución:** Disminuir el mAs para disminuir la dosis radiación.

- **Uso correcto: NUNCA Colocarlos ANTES de planificar estudio (topograma)**  
Podría incrementar el mAs en TCM



# Objetivos

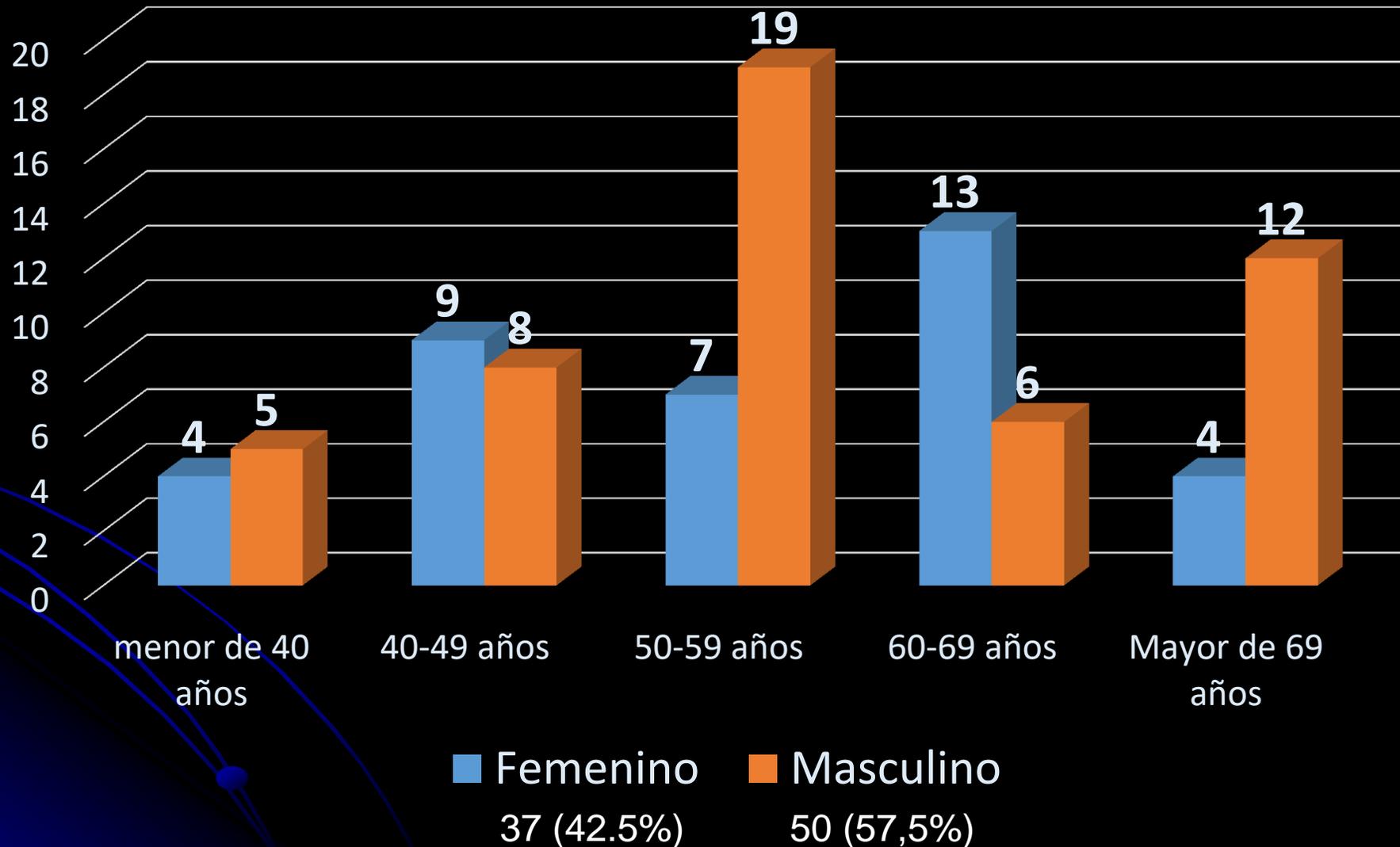
- Caracterizar la muestra según datos demográficos, tipos de estudios y parámetros técnicos.
  - Estimar la dosis efectiva según tipos de estudios de Tomografía Computarizada Multicorte.
  - Determinar el comportamiento de los protocolos técnicos realizados.
- 

# Material y método

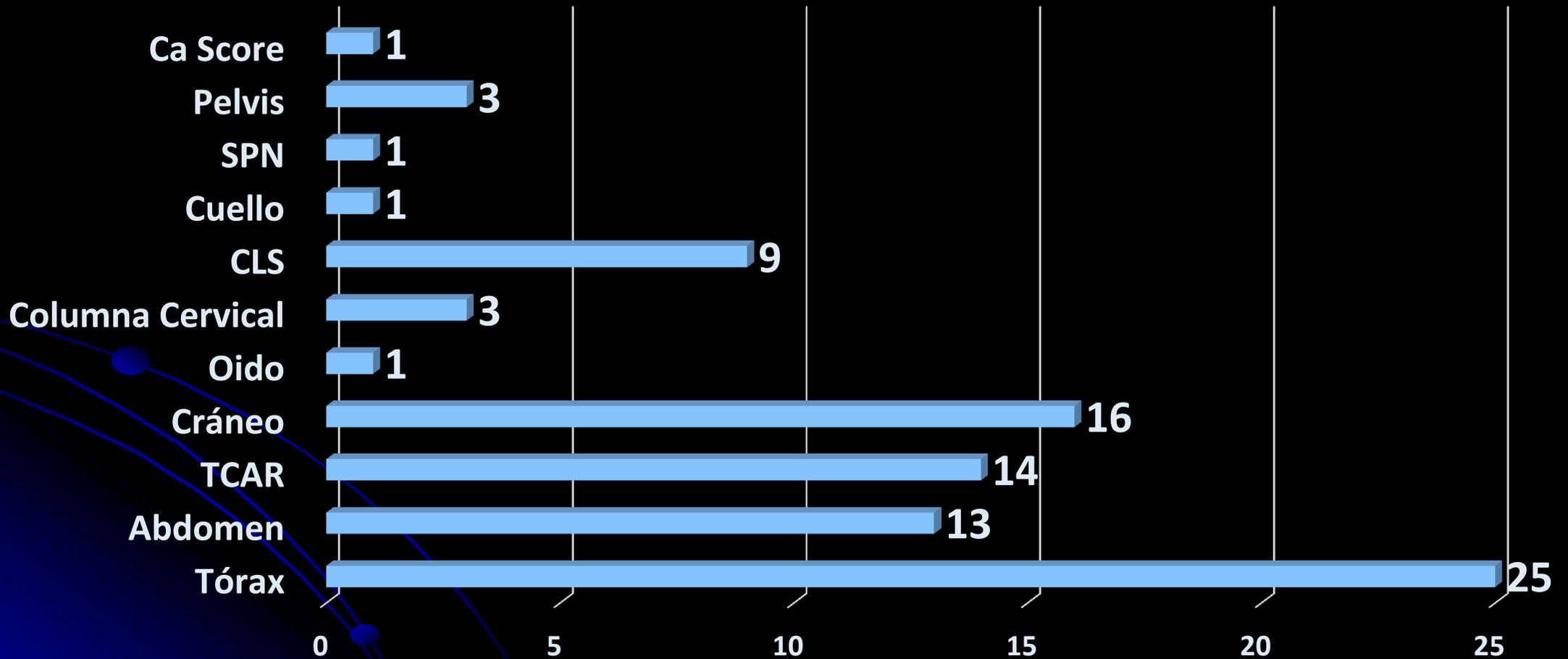
- Estudio descriptivo, observacional, retrospectivo y transversal.
- Muestra aleatoria, se evaluaron el reporte de dosis de 87 pacientes.
- Enero- Abril/ 2019.
- Variables: Tipo de estudio, Kv, mA Máx, mA total, Pitch, Tiempo de rotación/exposición, DLP, Dosis efectiva, % de reducción de dosis.

# Gráfico 1: Distribución según Edad y Sexo.

N- 87



# Gráfico 2: Tipos de Estudios



# Tabla 1: Parámetros Técnicos, según tipos de estudios.

Media

Tipo de Estudio	Kv	mAs	Factor PITCH	Tiempo de exposición /Rotación
Tórax	107,2	330,16	1,16	0,68
Abdomen	112,31	228,62	0,6	0,5
TCAR	105,71	286,07	1,16	0,82
Cráneo	100	205,69	0,55	1
Oído	100	201	0,8	1
Columna Cervical	100	335	0,8	0,83
CLS	117,78	243,44	0,78	0,92
Cuello	100	179	0,8	1
SPN	100	81	0,8	1
Pelvis	113,33	312	0,8	0,5
Ca Score	120	97	0,8	0,24

# Tabla 2: Dosis Efectiva, según tipo de estudio.

Media

Tipo de Estudio	Producto dosis-longitud (mGy.cm)	Dosis efectiva mSv	% Reducción del mA máx
Tórax	385,13	6,36	49,10
Abdomen	697,48	10,46	52,58
TCAR	237,21	4,03	53,18
Cráneo	738,86	1,70	24,94
Oído	187,09	0,43	10,27
Columna Cervical	360,72	1,95	48,28
CLS	875,33	13,13 ↑	52,65
Cuello	256,34	1,38	63,40
SPN	180,44	0,42	67,34
Pelvis	517,95	9,84	47,19
Ca Score	32,40	0,55	2,02

# Tabla 3: Correlaciones.

	Kv	mA
Producto dosis-longitud (mGy.cm)	,381(**)	0,08(*)
% Reducción del mA máx	0,102(*)	-,499(**)
Dosis efectiva mSv	,632(**)	,305(**)

\*\* Correlación significativa para 0.01.

\* Correlación significativa para 0.05.

# Tabla 4: Producto dosis-longitud (mGy.cm) /Niveles de Referencia

Tipos de Estudios	Dentro del nivel N- 71 (81,6%)		Superior al nivel N -16 (18,4%)	
	No.	%	No.	%
Tórax	24	96,0	1	4,0
Abdomen	9	69,2	4	30,8
TCAR	12	85,7	2	14,3
Cráneo	16	100,0	0	0,0
Oído	1	100,0	0	0,0
Columna Cervical	3	100,0	0	0,0
CLS	1	11,1	8	88,9
Cuello	1	100,0	0	0,0
SPN	1	100,0	0	0,0
Pelvis	2	66,7	1	33,3
Ca Score	1	100,0	0	0,0

# Tabla 5: Comportamiento de la media según Producto dosis-longitud /Niveles de Referencia.

## TC de Columna Lumbosacra

DLP/NDR	No.	Media	Desviación estándar
Dentro del nivel	1	78,66	.
Superior al nivel	8	204,24	72,66

# Conclusiones:

- Predominó el sexo masculino y el grupo etáreo de 50 a 59 años.
- Los estudios más frecuentes resultaron las TC de Tórax y Cráneo.
- Los estudios de Cuello y SPN son los que presentan un mayor % reducción del mA máximo y menor dosis efectiva sobre el tejido.
- El Pitch predominó en la mayoría de los estudios inferior a 1, excepto en las tomografías del Tórax.

# Conclusiones:

- Existe correlación positiva del mA con el producto dosis-longitud.
- El 81,6% de los estudios tomográficos presentaban el producto dosis-longitud dentro de los niveles de referencia establecidos según tipos de estudios.
- A pesar de aplicarse un % de reducción del mA máximo del 52%, existe un incremento de la dosis efectiva en las TC de Columna Lumbosacra, y por consiguiente la relación del producto dosis- longitud/Niveles de referencia, en el 88,9% de los estudios.

# Recomendaciones.

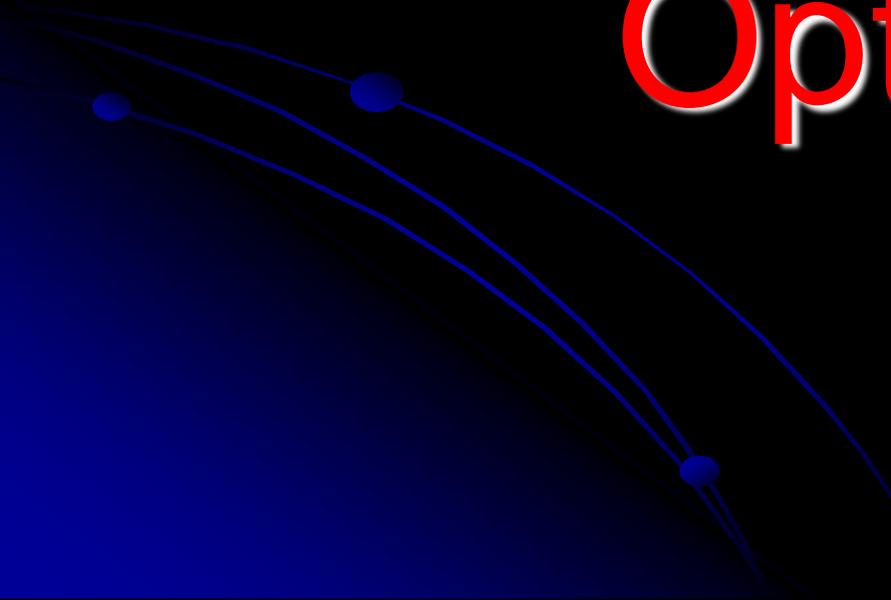
- Disminuir la longitud irradiada
- Evitar cortes en zonas innecesarias
- Evitar que los cortes pasen por órganos sensibles
- Optimizar los protocolos con la disminución de los mAs sin pérdida de calidad diagnóstica.
- Utilizar el CAE y adaptar adecuadamente los parámetros de barrido.

# Recomendaciones.

- Elegir técnicas adecuadas para cada paciente pensando en el concepto de ALARA fundamentalmente en pediatría.
- Minimizar el número de secuencias o fases en los estudios (con y sin contraste)
- Aumentar el valor del pitch (  $> 1$  )
- Utilizar la angulación del gantry excluyendo órganos sensibles del volumen irradiado

# Recomendaciones.

- Emplear medios de protección accesibles, (blindajes para gónadas, tiroides, protectores de mama y cristalino (bismuto), reducen 30- 60% dosis en órgano)
- Hacer un estudio dosimétrico de cada técnica y comparar con los niveles de referencia.
- Modificar los protocolos técnicos, en las técnicas con sobre nivel de referencia.
- Implantación de un registro de dosis individual.



¡¡ Buenas Prácticas  
+  
Optimización !!

Muchas Gracias.