



**Universidad Abierta Interamericana**

**Sede Regional Rosario**

**Carrera: Licenciatura en Producción de Bioimágenes**

**Materia: Tesis de Grado**

**Tema: Criterios para la utilización del Bucky**

**Alumno: Augusto Ezequiel Hartmann**

**Tutor: Rizzotto María Julia**

**03/2015**

## **Agradecimientos:**

Principalmente a mis viejos, Tere y Beto por el sacrificio realizado para que yo pudiera instalarme en otra ciudad y poder estudiar una carrera. Si bien no resulto al principio, ellos confiaron y siguieron brindándome todo su apoyo para que hoy sea alguien. Por estar siempre presentes, a la distancia desde mi querida Rosario del Tala, siempre tirando para seguir adelante, por enseñarme a no bajar los brazos y a seguir mis sueños. A mis hermanos Euge y Fede por bancarme siempre. Dios los bendiga.

A mi novia Sheila por el apoyo incondicional desde el día 1 en la carrera.

A mis profesores que tuve durante la carrera, porque cada uno de ellos dejó algo importante en mí. Fueron quienes me formaron académicamente, quienes me dieron mis primeras armas en Radiología.

A mi compañero Rodrigo, tipo que conocí el primer año de facultad y desde allí transitamos el camino de largas horas de estudio y mates. Y que hoy con orgullo puedo decir que somos colegas de la misma promoción.

A la gente que me quiere y que de una u otra forma estuvo para lo que necesité.

A todos GRACIAS!

## RESUMEN

La parrilla antidifusora, Potter Bucky, se utiliza con el fin de evitar que la radiación no útil (radiación secundaria), principal factor que reduce el contraste de la imagen, llegue a la placa para que no se vea afectada la calidad de la misma. Para limitarla se coloca la parrilla antidifusora entre el paciente y la placa (chasis). La radiación ionizante perjudica tanto al paciente como al técnico radiólogo.

Es posible que para una misma exposición se utilice o no parrilla antidifusora, cualquiera sea el tipo de rejilla que se utilice se requiere un aumento en la dosis de radiación que recibe el paciente. Es por ello que el objetivo de la investigación fue determinar los criterios que se utilizan y el porqué de cada uno a la hora de realizar una radiografía con o sin parrilla antidifusora.

Para realizar esta investigación se propuso utilizar la observación directa y la entrevista en el efector público de Rosario del Tala para encontrar diferentes criterios y analizarlos para rescatar los que parezcan más acertados o más prácticos para obtener la mejor calidad de placa con los valores mínimos de radiación (ALARA ).

Los resultados obtenidos fueron concluyentes, en que los criterios por más de ser diversos derivan en tres variables que se repiten, la anatomía (bebe, adulto, flaco, gordo, etc.) del paciente, el tipo de placa a realizar y la posibilidad del paciente (movilidad del paciente).

## **TEMA**

### Utilización del Bucky o Parrilla Antidifusora.

## **JUSTIFICACION**

Por norma general la mayoría de las proyecciones se hacen con bucky, exceptuando los siguientes apartados que se realizan en directo (es decir, sin bucky): lateral de hueso propio; de rodilla hacia abajo sin incluir rodilla; de codo hacia abajo incluyendo codo; además de todos aquellos casos en que la movilización del paciente no sea posible<sup>1</sup>.

Al utilizar Bucky o parrilla antidifusora se necesita un aumento en los valores<sup>2</sup> de las técnicas para radiografía, debido a que el rayo X necesita más energía para atravesar al paciente y la parrilla propiamente dicha, para finalmente llegar a la placa. Como sabemos este aumento de los valores es perjudicial tanto para la salud del paciente, así como para el técnico radiólogo que realiza el estudio, dado que aunque el técnico no se ubique directamente al lado del tubo de rayos X, es decir que no se exponga a la radiación de forma directa, igual se irradia con la radiación dispersa que despende el

---

<sup>1</sup>N. de la Fuente- R. Ajo. (2011). Proyecciones Radiológicas. Madrid, España. Panamericana S.A.

<sup>2</sup> Valores: hace referencia a los valores de las técnicas radiográficas; kVp, mA, mAs.

paciente. Siempre y cuando el técnico no utilice las medidas de protección necesarias y no cuente con las normas de seguridad mínimas de la sala. Si por una situación particular como suele ocurrir en radiología, el técnico tiene que quedarse en la sala, va a estar recibiendo radiación dispersa.

Con esta investigación se espera poder conocer y analizar los criterios que manejan los técnicos para decidir si realizar la placa con o sin bucky y justificar ese aumento necesario que significa utilizarlo, ya que ese aumento está directamente relacionado con mayor radiación ionizante y por lo tanto mayor riesgo para quien está expuesto.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Qué criterios emplean los Técnicos Radiólogos para la utilización del Bucky o Parrilla antidifusora en la sala de radiografía del efector público de Rosario del Tala, Entre Ríos?

## FUNDAMENTACION

Los criterios que un técnico radiólogo maneja van a depender de la situación en la que se encuentre. Conocer los mismos, la forma de actuar según las circunstancias van a ayudar a que otros técnicos radiólogos que están comenzando puedan tener una idea de cómo actuar según el caso que se les presente. Tomar la decisión de realizar la placa con o sin parrilla antidifusora sabiendo el porqué de la elección, y a raíz de esto lograr una mejor utilización de las técnicas radiológicas que conlleve los criterios adecuados para lograr una reducción de perjuicios en el paciente y en ellos mismos (ya que como técnicos también se encuentran expuestos a la radiación ionizante). Brindar imágenes aptas para el diagnóstico médico a partir de la aplicación de técnicas convencionales y de alta complejidad, reconociendo las necesidades biológicas, subjetivas y socioculturales de los asistidos, así como, asumir responsabilidades sociales y de conducciones lo que pretende esta investigación.

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Indagar sobre los criterios que predominan para la realización de una placa radiográfica.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Investigar sobre la incidencia de:

- La anatomía del paciente
- El tipo de estudio a realizar.
- La posibilidad y predisposición del paciente.

## MARCO TEORICO

### EL TUBO DE RAYOS X

El tubo de rayos X es el lugar en donde se generan los rayos X, en base a un procedimiento mediante el cual se aceleran unos electrones en primer lugar, para después ser frenados bruscamente. De esta forma se obtienen los fotones que constituyen la radiación ionizante utilizada en radiodiagnóstico. Para ello, dicho tubo consta de un filamento metálico (cátodo) que, al ponerse incandescente, producto del calor, produce una nube de electrones a su alrededor (efecto termoiónico). Estos electrones son acelerados mediante una elevada diferencia de potencial (kV), y se les lleva a chocar contra el ánodo, en donde son frenados liberando su energía cinética como fotones que constituyen los rayos X utilizados en clínica.

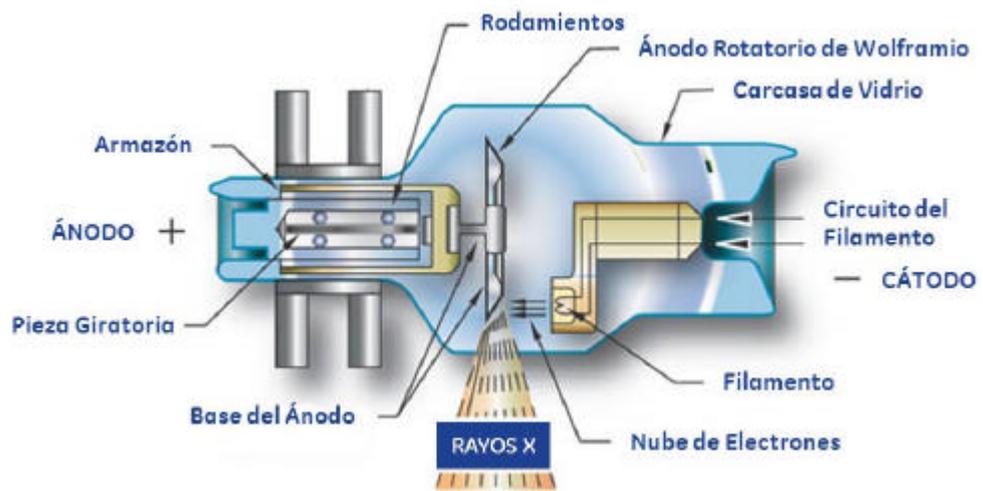
<sup>3</sup>Elementos básicos que componen el tubo: el filamento, situado en el interior del cátodo, enfrentado del ánodo. En el centro de esta estructura tenemos el blanco de wolframio sobre el cual inciden los electrones.

Todos los elementos están contenidos en una carcasa de vidrio al vacío para facilitar que el desplazamiento de los electrones sea lo más rectilíneo posible. El haz útil de rayos X sale en la dirección mostrada, donde el espesor del vidrio es menor que en el

---

<sup>3</sup> Miguel Alcaraz Baños. ELEMENTOS BÁSICOS EN LOS EQUIPOS Y HACES DE RAYOS X. (2013, Septiembre). Disponible en PDF en <https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwebs.um.es%2Fmab%2Fmiwiki%2Flib%2Fexe%2Ffetch.php%3Fid%3Dtemas%26cache%3Dcache%26media%3Dt5.pdf&ei=6ilhUtGCEpOK9gTPyYGgAQ&usg=AFQjCNHGmgZikjIzq3rvYwofNjUjNlptqg>

resto, es la denominada ventana de rayos X. Rodeando esta estructura se encuentra una carcasa de plomo y acero. Entre ella y el tubo es necesaria la existencia de un sistema de refrigeración, con el fin de disipar el calor que se produce al chocar los electrones contra el ánodo: de la energía empleada en la producción de rayos X el 99% se convertirá en calor y sólo el 1% en rayos X.



Esquema de un tubo de RX.

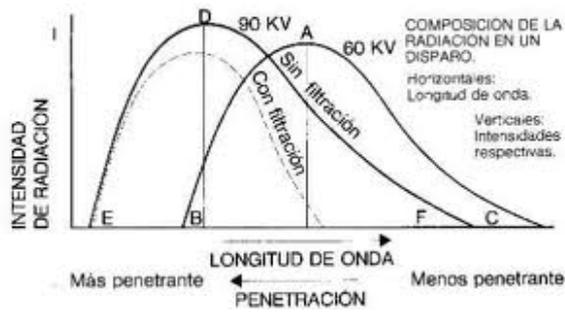


Tubo de RX, con su carcasa de vidrio.

### Factores que modifican la forma del espectro del RX:

La forma del espectro depende fundamentalmente de una serie de factores: la filtración, el potencial de aceleración, el tipo específico de fuente de alta tensión que se utilice y el número atómico efectivo del ánodo.

Filtración: reduce más la parte del espectro de baja energía que la de alta y por ello es preciso un mínimo de filtración que atenúe los fotones que no van a influir en la imagen radiográfica por ser totalmente absorbidos por el paciente. Su eliminación disminuye la irradiación del paciente sin afectar a la calidad de imagen.



Efecto de filtrado del haz de radiación.

Los filtros son materiales que se interponen en la trayectoria del haz de rayos X y absorben los fotones poco energéticos. Pueden diferenciarse dos tipos:

- \* Se denomina filtración inherente a la producida por los materiales estructurales del tubo de rayos X (vidrio del tubo, aceite, etc).

- \* Filtración añadida a la originada por colocar materiales a la salida del haz de rayos X, antes de que incida sobre el paciente. El tipo y espesor del material empleado para tal fin depende del valor de kilovoltaje al que esté operando el tubo. En el rango de tensiones utilizado habitualmente en radiodiagnóstico el material empleado suele ser aluminio, solo o acompañado de espesores adicionales de cobre cuando se trabaja por encima de 150 Kvp. En mamografía también se usa el molibdeno<sup>4</sup>, que puede llegar a reducir al 50% las dosis administradas, gracias a la eliminación de la porción espectral del haz no válida para la mamografía.

<sup>4</sup> El molibdeno es un metal esencial desde el punto de vista biológico y se utiliza sobre todo en aceros aleados.

Es un metal plateado, tiene el sexto punto de fusión más alto de cualquier elemento. El molibdeno no se produce como el metal libre en la naturaleza, sino en varios estados de oxidación en los minerales. Industrialmente, los compuestos de molibdeno se emplean en aplicaciones de alta presión y alta temperatura. (Wikipedia).

\* Se denomina filtración total del haz a la suma de la filtración inherente y de la añadida. Se suele expresar en mm equivalentes de <sup>5</sup>Aluminio. (2,5 mm Al)

La filtración conlleva a una reducción de los Rx blandos o de baja energía; una menor dosis absorbida por el paciente y por lo tanto menos radiación dispersa.

- Radiación dispersa: El haz de radiación, al salir del tubo de rayos X, constituye el haz de radiación directa, que al interactuar con el paciente sufre una serie de modificaciones:

Una parte es absorbida por el paciente mediante el <sup>6</sup>efecto Fotoeléctrico y otra es dispersada por todas partes mediante el <sup>7</sup>efecto Compton (radiación dispersa propiamente dicha).

Una última parte atraviesa al paciente dando lugar a la imagen radiográfica. Sin embargo, una determinada cantidad de los fotones de este haz atraviesa el chasis y la película, choca contra el suelo o las paredes de la sala radiográfica, haciendo que aumente la dosis de radiación dispersa dentro de la sala en la que se realizan las exploraciones. A esta radiación que se suma a la radiación dispersa se le denomina radiación residual.

---

<sup>5</sup>El aluminio es un elemento químico, de símbolo Al y número atómico 13. Se trata de un metal no ferromagnético.

<sup>6</sup> Efecto fotoeléctrico: es el resultado de la absorción total de un fotón de rayos X incidente durante la ionización de un electrón de la capa interna del átomo. El fotón incidente desaparece y el electrón de la capa k (capa más interna de electrones del átomo), denominado fotoelectrón, es expulsado del átomo.

<sup>7</sup> Efecto Compton: se produce entre rayos X de energía media y electrones de la capa más externa del átomo, como resultado tiene lugar la ionización del átomo de blanco, un cambio en la dirección del fotón y una reducción de la energía fotonica.



Radiación primaria y radiación dispersa.

Como sabemos la radiación es ionizante y puede producir algunos efectos adversos en la persona.

<sup>8</sup>El daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la dosis recibida, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray<sup>9</sup> (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos.

Puede producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del cabello, quemaduras por radiación o síndrome de irradiación aguda. Estos efectos son más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis.

Si la dosis es baja o se recibe a lo largo de un periodo amplio (tasa de dosis baja) hay más probabilidades de que las células dañadas se reparen con éxito. Aun así, pueden

---

<sup>8</sup><http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>

<sup>9</sup>El gray (símbolo Gy) es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades que mide la dosis absorbida de radiaciones ionizantes por un determinado material. ( 1 Gy = 1 J/ kg.)

producirse efectos a largo plazo si el daño celular es reparado, pero incorpora errores, transformando una célula irradiada que todavía conserva su capacidad de división. Esa transformación puede producir cáncer pasados años. No siempre se producen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que ocurran es proporcional a la dosis de radiación. El riesgo es mayor para los niños y adolescentes, ya que son mucho más sensibles que los adultos a la exposición a la radiación.

Para reducir la contribución de la radiación dispersa a la imagen final se han desarrollado diversas técnicas:

1. Limitación del tamaño del haz (colimación).

La cantidad de radiación dispersa producida en el paciente se disminuye si se restringe el campo de radiación al máximo, haciéndolo corresponder sólo con el área de interés clínica. Esto se consigue utilizando los sistemas de limitación del haz o "limitadores de campo" (colimadores y diafragmas), seleccionando al mínimo necesario el volumen anatómico irradiado. Gracias a la colimación también se disminuye la dosis de radiación al paciente y al personal profesionalmente expuesto.

2. Distancia objeto-película: La radiación dispersa se genera fundamentalmente en el cuerpo del paciente y es de menor energía que la directa. Si se aleja la película del paciente llega a ella menos radiación dispersa, pero por el contrario la imagen aparece aumentada o magnificada en exceso. Esto puede evitarse aumentando la distancia foco-paciente, con el inconveniente añadido de que hay que aumentar la radiación empleada para obtener la imagen. En todos los casos la distancia foco-paciente

es de 1mts. Salvo en la placa de tórax que es a 1,80mts. Hablando normalmente, sin que se presente alguna complicación del paciente.

### 3. Rejillas antidifusoras.

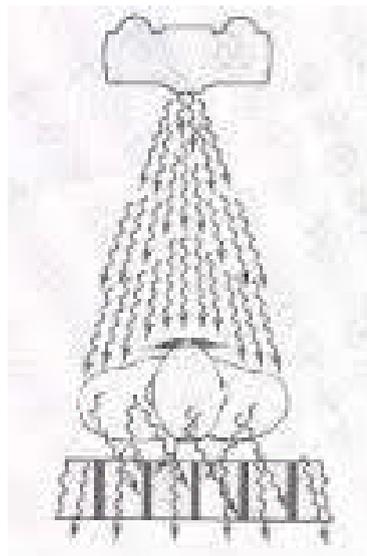
La rejilla antidifusora es un dispositivo que, colocado entre el paciente y el receptor de imagen, absorbe radiación dispersa con lo que se consigue mejorar la calidad de la imagen radiológica obtenida. Generalmente son planchas de varios mm de espesor, que tienen en su interior una serie de láminas sumamente finas de plomo(Pb) o wolframio(W), y entre ellas se coloca un espesor mínimo de plástico o material poco absorbente (fibra de carbono)

Aunque hay rejillas de láminas paralelas, es frecuente el uso de rejillas enfocadas, en las que las láminas poseen una cierta inclinación relacionada con la divergencia del haz en el punto en el que se coloca la rejilla. El llamado factor de rejilla ( $h/D$ ) representa la relación de la altura de la lámina ( $h$ ) con la distancia entre láminas ( $D$ ). La frecuencia de rejilla representa el número de láminas por centímetro que ésta posee. Con este dispositivo se consigue eliminar los fotones que iban a incidir sobre la película con diferentes ángulos de inclinación, generalmente producidos al ser desviados de su trayectoria por el choque contra los átomos del paciente y producir una interacción Compton. Sin embargo, su utilización implica elevar la técnica radiológica hasta valores en los que la dosis de radiación que recibe el paciente se sitúa entre 2'5-5 veces por encima de la que recibiría sin el empleo de la rejilla antidifusora. **Este incremento de dosis se asume por la mejoría evidente que se obtiene en la imagen radiológica. Su utilización inadecuada provoca aumento de la dosis al paciente sin tener ningún**

tipo de beneficio, e incluso perjudicando notablemente la imagen radiológica obtenida.

### Cambios aproximados de los valores según los tipos de rejillas

Relación de rejilla	Aumento en mAs	Aumento en kVp
Sin rejilla	1×	0
5:1	2×	8 a 10
8:1	4×	13 a 15
12:1	5×	20 a 25
16:1	6×	30 a 40



Modo en el que actúa la rejilla antidifusora.

---

<sup>10</sup>Stewart C. Bushong, Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 6ta edición. Mosby.

## **ANTECEDENTES: HISTORIA**

### **Rejilla Potter-Bucky**

El paso de los rayos X a través del cuerpo producían un “velo”, sobre la película, debido a que estos rayos al interaccionar con las diferentes estructuras corporales formaban nuevos rayos denominados “secundarios”.

Al interponer las rejillas metálicas entre el paciente y la película se lograba atenuar esa radiación secundaria. Esta rejilla fue presentada en 1913 por el Dr. Gustav Bucky, (Americano) en Berlín. El diseño consistía en una rejilla con tiras de plomo anchas, separadas entre sí por 2 cm con forma de tablero de ajedrez. El doctor logro mejora notablemente la calidad de las placas pero se podían ver unas marcas cuadriláteras en las mismas debido a la rejilla.

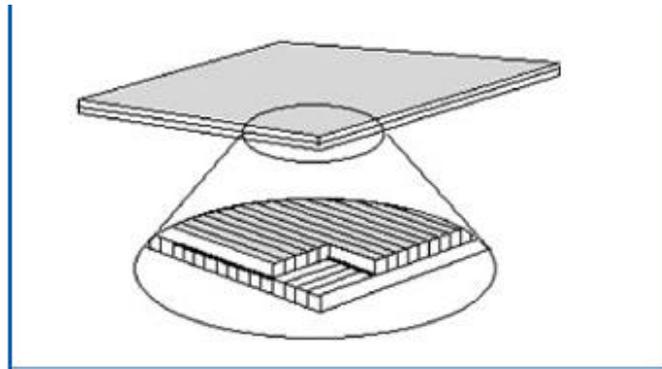
Fue así que Holis Potter, a la rejilla convencional de Bucky, le agrego un mecanismo de movimiento, redujo el tamaño de las tiras de plomo, ósea las hizo más delgadas lo que hacía que no produzca marcas en la película.

El aporte de Potter fue tanto o más significativo que el de Bucky, hasta el punto que el mecanismo es conocido como “Rejilla Potter-Bucky”.



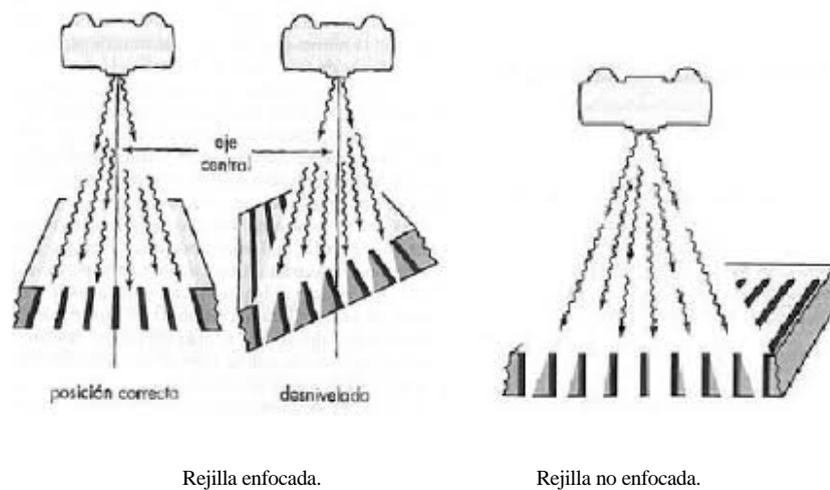
Gustav BuckyHolis Potter

Una rejilla es un conjunto cuidadosamente diseñado compuesto por secciones de material radiopaco (material de la rejilla), normalmente plomo, y material radioluciente (material intermedio), por lo común de aluminio o plástico. Así, la rejilla está diseñada para transmitir solo los rayos propagados en línea recta desde la fuente al receptor de imagen.

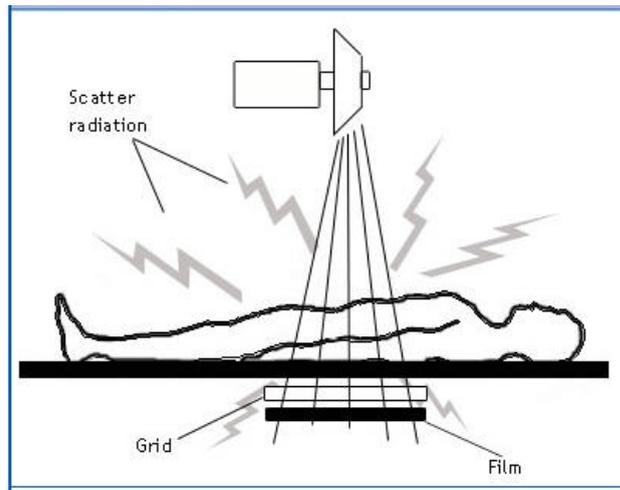


Diseño de una rejilla antidifusora

La rejilla compuesta por numerosas laminillas muy delgadas, pueden encontrarse paralelas entre sí (rejillas no enfocadas) o estar ligeramente anguladas desde el centro a la periferia (enfocadas).



El propio paciente es el que produce la radiación difusa, que superpuesta a la radiación principal, provoca una reducción del contraste, aumento de velo y pérdida de detalles: en resumen, la radiación difusa produce pérdida de información. Se trata de una radiación secundaria, multidireccional, remitida por el propio paciente, a expensas de la radiación primaria absorbida. Esta radiación no contiene imagen, pero al mezclarse con la radiación principal, que si tiene imagen, la altera y por lo tanto empeora la calidad de esta imagen.



Ejemplo de radiación dispersa que emite el paciente.

Con el paso del tiempo la rejilla ha sido mejorada mediante procedimientos de fabricación más precisos, aunque sus principios teóricos conservan toda su validez. Los Rx que emergen del paciente y colisionan con el material radiopaco de la rejilla, son absorbidos y no alcanzan la película.

Podemos encontrar rejillas móviles o rejillas fijas.

Dentro de las rejillas fijas a su vez encontramos:

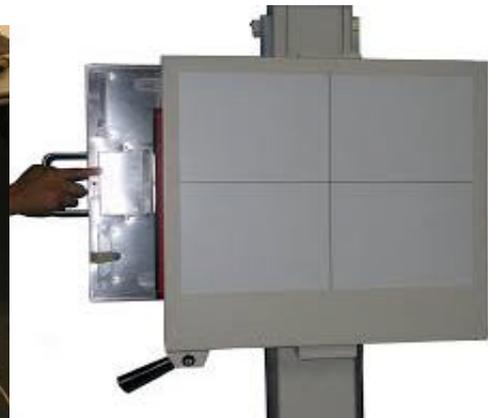
- Estática paralela. Las laminillas están situadas en planos paralelos y equidistantes entre sí. Se colocan directamente sobre los chasis.
- Estáticas convergentes. Las laminillas convergen hacia el foco.
- Cruzadas. Dos rejillas en direcciones perpendiculares.

Dentro de las rejillas móviles tenemos,

- Focalizadas móviles (Potter-Bucky). Un ligero desplazamiento de la parrilla durante el disparo (movimiento como de oscilamiento) impide que aparezcan las sombras de las laminillas sobre la imagen fotográfica.



Rejilla montada en la camilla



Rejilla montada en el potter mural

## Construcción de la rejilla

Relación de rejilla: cabe distinguir tres parámetros dimensionales importantes:

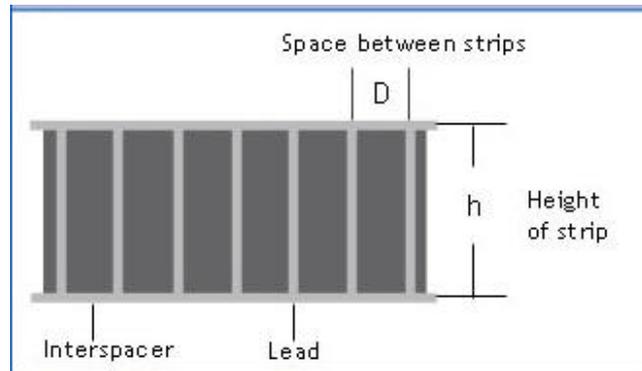
1- grosor del material de rejilla (T)

2- grosor del material intermedio (D)

3- altura de la rejilla (h)

La relación de rejilla se define como su altura dividida por el grosor del material intermedio =  $h/D$ .

Las rejillas con mayor relación son más eficaces ya que el ángulo de desviación es menor a las de baja relación. Pero por desgracia las de relación elevada son más difíciles de fabricar.



Relación de rejilla:  $h/D = D$  (espacio entre rejillas),  $h$  (altura).

En general, las relaciones de rejilla normales son de 5:1 a 16:1. Las que poseen relación más elevada suelen emplearse en radiografías con tensión pico, kVp elevado. En los centros de radiología general es habitual emplear relaciones de rejillas de 8:1 a 10:1. Una rejilla de 5:1 limpia el 85% de la radiación dispersa, mientras que una con relación 16:1 limpia alrededor del 97%.

Al número de líneas o tiras de la rejilla por cm. Se lo denomina “frecuencia de rejilla”.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup>Stewart C. Bushong, Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 6ta edición. Mosby.

## Características de las rejillas.

12

<i>Relación de rejilla</i>	$\frac{\text{Altura de la rejilla (h)}}{\text{Grosor del material intermedio (D)}}$
<i>Frecuencia de rejilla</i>	$\frac{1 \text{ cm}}{\text{Grosor material rejilla menos grosor material intermedio}} \circ \frac{1 \text{ cm}}{(T \times D) \mu\text{m/par lineal}}$
<i>Factor de mejora en el contraste (k)</i>	$k = \frac{\text{Contraste con rejilla}}{\text{Contraste sin rejilla}}$
<i>Factor Bucky</i>	$B = \frac{\text{Radiación remanente antes de rejilla}}{\text{Radiación remanente después de rejilla}}$
<i>Selectividad (<math>\Sigma</math>)</i>	$\Sigma = \frac{\text{Radiación primaria después de rejilla}}{\text{Radiación dispersa después de rejilla}}$

---

<sup>12</sup>Stewart C. Bushong, Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 6ta edición. Mosby.

## **PROBLEMAS CON LAS REJILLAS**

La inmensa mayoría de las rejillas utilizadas en las salas de Rx, hoy en día, son de tipo móvil. Estas rejillas se montan permanentemente en el mecanismo móvil situado justo debajo de la mesa o detrás del Bucky vertical. Para que sean eficaces deben moverse lateralmente, en perpendicular a las tiras de plomo. Si la rejilla se instala de modo incorrecto y se mueve en las mismas direcciones que las tiras de plomo, aparecerán las líneas de la rejilla en la placa.

Las rejillas fijas se insertan con un pequeño golpe o haciéndolas deslizar sobre la parte superior del casete.

Cuando se utilizan rejillas se comete con frecuencia el error de colocarlas de forma incorrecta. Para que funcionen de modo adecuado, deben situarse en la posición adecuada con respecto al blanco del tubo de Rx y al eje central del haz:

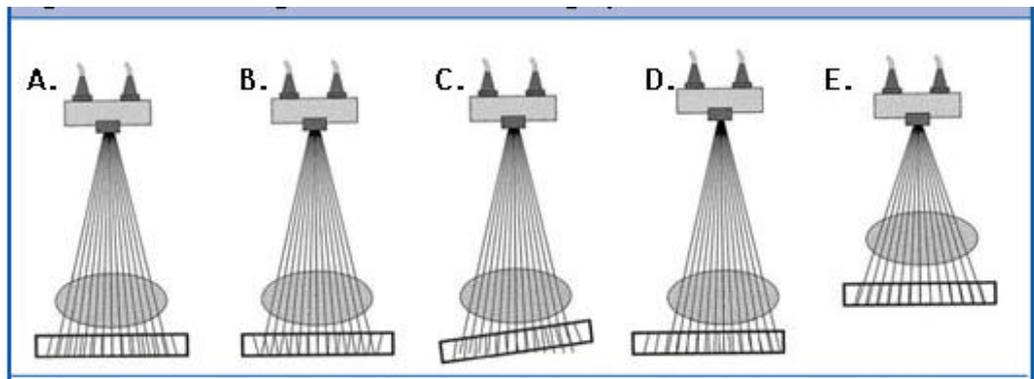
A) Posición correcta.

B) Error de inversión de rejilla: suele producirse solo una vez y se detecta de inmediato. Si se hace una placa con la rejilla enfocada invertida, aparecerán grandes cortes de rejilla a ambos lados del eje central. Todas las rejillas enfocadas tienen una etiqueta en uno de sus lados que indica el lado que debe colocarse en dirección al tubo.

C) Error de desnivel: una rejilla colocada de manera correcta debe estar situada exactamente en el plano perpendicular al eje central del haz de Rx.

D) Error de descentrado: una rejilla puede colocarse perfectamente perpendicular al eje central del haz de Rx y, sin embargo, producir corte de rejilla por estar desplazada en sentido lateral.

E) Error de desenfocado: en el caso de las rejillas enfocadas se produce un problema de máxima importancia cuando se toman radiografías a distancia fuente-imagen no especificada para las rejillas.



## **PROYECCIONES RADIOLOGICAS EN LAS QUE SE UTILIZA LA REJILLA POTTER-BUCKY, PROTOCOLO**

A la hora de realizar una radiografía siempre nos preguntamos si se necesita el Bucky o se realiza la placa en directo. Pues, esto va a depender de la región anatómica del paciente, que se quiera observar, y el tubo de RX como primer medida; además de las limitaciones físicas y psíquicas de la persona a ser atendida.

Hay veces que el estado del paciente ya no nos permite elegir. Por ejemplo, a un paciente politraumatizado que viene en camilla y necesita una placa lateral de cervical, lo lógico sería hacerla en directo para no movilizarlo, por más que los libros digan que se debe realizar con bucky. Recordemos que este paciente llega a nosotros en una camilla rígida de madera, asegurado con los cintos y con el collar cervical colocado. Ante esta situación uno no puede pedirle al paciente que se saque el collar, que se pase a la camilla del tubo, que respire hondo y mantenga el aire. Así que como llega este paciente, así debe ser atendido para evitar que con nuestra manipulación compliquemos su situación.

En estos casos es muy importante el criterio de cada Técnico, seguramente todos tenemos las mismas bases de aprendizaje pero nos diferenciamos en los criterios que utilizamos para elegir como realizar la placa y el por qué.

Los equipos de Rx por más que sean iguales, nunca van a trabajar de la misma forma. Ya sea por la tensión del lugar, por el técnico que lo maneja o por otras razones. Es por ello que cada Técnico sabe según su criterio que es lo que realmente conviene.

Como ya se mencionó, la rejilla antidifusora se utiliza para mejorar el contraste de la película pero como contrapartida es necesario un aumento en el tiempo de exposición o en el kilovoltaje.

Este aumento se debe a que la radiación además de atravesar el cuerpo debe también atravesar la rejilla antidifusora. Si bien, sabemos que la radiación ionizante es perjudicial para la salud se justifica su aumento en pos de la mejor calidad que obtiene la placa.

<sup>13</sup>Por norma general podríamos decir que todas las placas se hacen con Bucky, exceptuando los siguientes apartados que se harán en directo:

- Lateral de hueso propio.
- De rodilla hacia abajo, sin incluir rodilla.
- De codo hacia abajo, incluyendo codo.
- Todos aquellos casos en los que la inmovilización o traslado del paciente

no sea posible o no este indicado.

---

<sup>13</sup> Noelia de la Fuente-Raúl Ajo. Proyecciones Radiológicas. Manual Práctico. Editorial Médica Panamericana.

## ANATOMIA DEL PACIENTE

Cuando hablo de anatomía del paciente hago referencia al cuerpo de la persona que se está por realizar la radiografía. Como ya mencione antes una cosa es realizar una placa a un paciente en estado normal, o sea que esa persona vino caminando por sus propios medios para una placa de rutina pedida por un médico especialista.

A esta persona la podemos manipular, pedirle que se ponga de tal forma, que no se mueva, que inspire y mantenga el aire, etc. siempre y cuando no tenga alguna condición física o psíquica que la afecte, en estos casos si podemos seguir lo que nos dicen los libros.



Paciente que ingresa de rutina.

Pero algo muy diferente es cuando ingresa en la sala un paciente politraumatizado, en la camilla rígida, con collar ortopédico y muchas veces en estado de shock. Es ahí cuando debemos hacer lo que menos tiempo nos demande y mejor calidad nos dé en la situación en la que nos encontramos.



Paciente politraumatizado en camilla rígida.

O cuando se nos presenta una persona con discapacidad física, o un algún tipo de retraso psíquico, por más que algunas veces estas personas vengan acompañadas no es lo mismo, no podemos pedirle nada al paciente y no podemos movilizarlo, por lo tanto uno debe de encontrar la solución más conveniente posible.



Paciente con discapacidad física.

Lo mismo sucede en los ancianos o los niños, que muchas veces no entienden que realizarse una placa es indoloro y que con su cooperación el procedimiento tarda menos de lo que se imaginan. Pero por supuesto uno debe arreglárselas en muchos casos solos, y otros con personas cercanas a los pacientes. Los niños por lo general se asustan con solo vernos de ambo, lloran, patalean y uno debe buscar el momento justo en que el niño no se movió para disparar el tubo, y aquí ya se nos escapa si podemos realizarlo con o sin bucky, de una u otra posición.



Rx de cadera en bebe.

Esto no se ve en los libros, ni en clases, es por ello que hablo de lo importante que son los criterios de los técnicos a la hora de realizar una placa. Y de la experiencia que te brinda cada día trabajado. Siempre se van aprendiendo cosas, se van encontrando posiciones más cómodas, sencillas que antes no conocíamos. Gracias a estas cosas que se nos presentan fuera de lo normal.

## **RADIOPROTECCION Y EFECTOS**

La protección radiológica tiene como finalidad el estudio y la aplicación de la protección del individuo y su descendencia de los posibles efectos adversos que produce la utilización de equipos o materiales que trabajen con radiación ionizante.

La dosis de radiación recibida depende de tres factores fundamentales:

- La distancia fuente-objeto: esto es, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro donde se originan. Lo que quiere decir que a medida que aumenta la distancia fuente-objeto disminuye la intensidad al cuadrado.
- Blindaje: toda radiación al atravesar un material sufre una disminución de la intensidad. Es por ello que las salas de Rx, o cualquier sala donde se utilice radiación ionizante son blindadas con Plomo, hormigón duro o vidrios especiales para evitar que traspasen a los sitios contiguos. Para no irradiar al personal o a los pacientes que se encuentre fuera. Además existe toda una variedad de material plomado para la protección del personal y el paciente.
- Tiempo: cuanto menor sea el tiempo de exposición menor será la dosis recibida.

### Efectos a la radiación: Tres tipos básicos

- Estocásticos - probabilidad de efecto relacionado con la dosis, disminuye al disminuir ésta.
- Deterministas - umbral para efecto – por debajo, no hay efecto; por encima, hay certeza, y la severidad aumentan con la dosis
- Hereditarios - (genéticos) – incidencia estocástica asumida, sin embargo, se manifiesta en las generaciones futuras

### **ALARA CONCEPTO**

Las exposiciones a la radiación deben mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible (en idioma inglés se usan las siglas ALARA, que vienen de As Low As Reasonably Achievable).

La filosofía de la radiológica es conseguir una sistemática de la limitación de dosis basándose en tres puntos:

1- Justificación: No debe ser autorizada ninguna actividad que origine la exposición humana a las Radiaciones Ionizantes, si no se produce un beneficio neto positivo teniendo en cuenta el detrimento que implica la exposición a las Radiaciones Ionizantes

Aplicación al radiodiagnóstico del principio de justificación.

a) Los exámenes radiológicos y tratamientos radioterápicos relacionados con enfermedad, están justificados ya que el beneficio del paciente supera su propio riesgo.

b) Una exploración radiológica solo estará indicada cuando sirva para cambiar el tratamiento o técnica terapéutica hacia el paciente.

c) En principio la exploración radiológica no está justificada en el primer trimestre de embarazo.

d) No está justificada la exploración radiológica laboral a fin de obtener un puesto de trabajo o por revisión anual de interés para el trabajo (excepto los futbolistas).

e) En cuanto a chequeos en el que se utilicen Rad. Ionizantes deben ser siempre voluntarios.

2- Optimización: La dosis de exposición debe de ser tan baja como razonablemente sea posible.

Aplicación al radiodiagnóstico del principio de optimización.

a) Hay que reconocer que las mejores y más seguras instalaciones son las radiológicas.

b) Generadores de gran potencia para técnicas de altos Kv y tiempos de exposición bajos.

c) Buenos intensificadores de imagen debidamente ajustados.

d) Usar lo más posible la exposimetría automática.

e) Usar y mantener pantallas de refuerzo de buena calidad.

3- Limitación: La dosis no debe superar los límites que tienen por objeto asegurar una protección adecuada aun para los individuos más expuestos. Aunque el paciente no

tenga una dosis límite es irrefutable la utilización de la radiación tan baja como sea razonablemente posible.

Para realizar correctamente nuestro trabajo y de forma saludable existen diferentes elementos de protección que se colocan antes de realizar una exposición.



Podemos ver el chaleco plomado, los anteojos, los guantes, el cubre tiroides y el cubre gónadas.

Estos materiales son herramientas sumamente importantes para la protección, el chaleco plomado, los guantes plomados, los anteojos, el cubre gónadas y tiroides. Ya que por lo general son los órganos o partes del cuerpo que más se ven afectados a la radiación.

Además de estos elementos de protección, también existen elementos para un control de exposición, tanto individual de cada técnico como ambiental de cada sala de Rx. Estos controladores son enviadas cada mes para verificar que no haya una fuga del

tubo de Rx, corroborar que no estamos exponiéndonos más de lo necesario y que cumplamos con las normas mínimas de seguridad. Los dosímetros personales, estos elementos que sirven para medir la exposición, se colocan por debajo de los chalecos plomados y son propios de cada técnico, lo que quiere decir que cada uno va a tener el suyo, con su nombre y para esa institución, en el caso que trabaje en otra aparte deberá tener otro dosímetro personal en ese servicio .

En cambio los ambientales se dejan en un lugar de la sala donde no pueda ser manipulado hasta el momento de ser enviados al ente controlador, Comisión nacional de Energía Atómica (CNEA).



### **Dosis absorbida:**

Es la cantidad de energía (D) cedida por la radiación a la materia irradiada por unidad de masa. La unidad de medida en el sistema internacional es el Gray (Gy) que equivale a 100 rads en el sistema Cegesimal.

### **Dosis equivalente:**

Es también una magnitud que considera la energía cedida por unidad de masa, pero considerando el daño biológico. La unidad de medida es el Sievert (Sv) que equivale a 100 rems en el sistema Cegesimal. El Sievert es una unidad muy grande para su utilización en protección radiológica y por esto se utilizan sus submúltiplos, el milisievert (mSv,  $10^{-3}$  Sv) y el microsievert ( $\mu$ Sv,  $10^{-6}$  Sv).

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes se basan en el principio de que la utilización de las mismas debe estar plenamente justificada con relación a los beneficios que aporta y ha de efectuarse de forma que el nivel de exposición y el número de personas expuestas sea lo más bajo posible, procurando no sobrepasar los límites de dosis establecidos para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público. Estas medidas consideran los siguientes aspectos:

- Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.

- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, considerando la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, si es necesaria, la vigilancia individual.
- Vigilancia sanitaria.

### **Limitación de dosis:**

La observación de los límites anuales de dosis constituye una medida fundamental en la protección frente a las radiaciones ionizantes. Los límites de dosis son valores que nunca deben ser sobrepasados y que pueden ser rebajados de acuerdo con los estudios de optimización adecuados y se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa e interna en el periodo considerado. Los límites de dosis actualmente en vigor, están referidos a un periodo de tiempo de un año oficial y diferencian entre trabajadores expuestos, personas en formación o estudiantes y miembros del público. También están establecidos límites y medidas de protección especial para determinados casos, como mujeres embarazadas y en período de lactancia y exposiciones especialmente autorizadas. (Ver tabla).

**Límites de dosis (RD 783/2001)**

<b>DOSIS EFECTIVA (1)</b>	<b>Personas profesionalmente expuestas</b>	Trabajadores	100 mSv/5 años oficiales consecutivos (máximo: 50 mSv/cualquier año oficial) (2)
	<b>Personas profesionalmente no expuestas</b>	Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años) (3) Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años) (4)	6 mSv/año oficial 1 mSv/año oficial
<b>DOSIS EQUIVALENTE</b>	<b>Personas profesionalmente expuestas</b>	Trabajadores Cristalino Piel (5) Manos, antebrazos, pies y tobillos Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años)	150 mSv/año oficial 500 mSv/año oficial 500 mSv/año oficial
	<b>Personas profesionalmente no expuestas</b>	Cristalino Piel (5) Manos, antebrazos, pies y tobillos Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años)	50 mSv/año oficial 150 mSv/año oficial 150 mSv/año oficial
<b>CASOS ESPECIALES</b>	<b>Embarazadas (feto)</b>	Debe ser improbable superar	1 mSv/embarazo
	<b>Lactantes</b>	No debe haber riesgo de contaminación radiactiva corporal	

(1) Dosis efectiva: suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo procedentes de irradiaciones internas y externas.

(2) 10 mSv = 1 rem

(3) Sólo en caso de aprendices y estudiantes que por sus estudios estén obligados a utilizar fuentes radiactivas. En ningún caso se podrán asignar tareas a los menores de 18 años, que pudieran convertirlos en trabajadores expuestos

(4) Excepcionalmente se podrá superar este valor, siempre que el promedio durante 5 años consecutivos no sobrepase 1 mSv por año.

(5) Calculando el promedio en cualquier superficie cutánea de 1 cm<sup>2</sup>, independientemente de la superficie expuesta.

## **MOMENTO TÉCNICO-METODOLÓGICO:**

**SELECCIÓN DEL DISEÑO:** el diseño es Cualitativo.

- Según el lugar: De campo.
- Según el objetivo: Descriptiva.
- Según el tiempo: Transversal.
- Según fines: No experimental.
- Según datos: Primaria

**CONTEXTO:** este trabajo de investigación se enfoca en el área de la salud, específicamente en las técnicas para la obtención de imágenes y a su vez en la radioprotección.

**UNIVERSO:** Técnicos radiólogos del efector público de Rosario del Tala (Entre Ríos). El Hospital San Roque.

**UNIDAD DE ANALISIS:** Todos los técnicos radiólogos que trabajan en el efector público.

**VARIABLES:** diferentes criterios de los técnicos.

**TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:** entrevista y observación directa. Se utilizaron estas técnicas porque se consideró que, de la mayoría de las técnicas existentes, estas eran las más adecuadas para esta investigación.

**CRITERIO:**

Norma, regla o pauta para conocer la verdad o la falsedad de una cosa.

Juicio para discernir, clasificar o relacionar una cosa: ese no es un buen criterio de clasificación.

Capacidad o facultad que se tiene para comprender algo o formar una opinión: me baso en mis propios criterios.

Criterio: Es una aptitud cognitiva humana para comprender, sopesar, discernir y evaluar los elementos a disposición para adoptar un comportamiento adecuado tomando las decisiones o estableciendo conclusiones en forma acertiva ante las circunstancias, o bien resolver situaciones problemáticas con sabiduría.

## DISCUCION

En el tiempo que llevó realizar el trabajo de investigación, estuve trabajando en el hospital Falucho de Macia, Entre Ríos, además de realizar la entrevista en el efector público “San Roque” de Rosario del Tala, Entre Ríos. Durante la época de clases con la facultad se realizaron las prácticas en el hospital Alberdi de Rosario, Santa Fe y en el Centro de Imágenes Médicas de la misma localidad. Tan solo en estos 4 lugares se pudo observar la diferencia enorme que hay en equipamientos, en recursos, en la administración, en el cumplimiento de normas, en la asistencia cuando se rompe el equipo por algún problema. Pero lo que más llamó la atención fue observar que, por más que unos tengan mejores recurso y mejores equipos, no quita que todos se encuentran en la misma situación cuando ocurren las variaciones fuera de lo normal. Se observó que en todos los servicios se realizan placas con y sin bucky, que a todos se les presentan dudas cuando llega un paciente complicado, que todos buscan lo mismo, dar el mejor diagnostico en el menor tiempo posible.

Lo importante era conocer qué criterios predominaban en los técnicos para decidir si utilizar el bucky o no. Era necesario ver y corroborar qué era lo mejor para cada caso, sabiendo que de una forma tenía que aumentar más los valores de la técnica radiográfica y que en otra no, lo que significa irradiar más.

Mediante la observación directa se pudo corroborar que lo que comentaban los técnicos radiólogos con respecto a los criterios que tiene cada uno, era comprobable. Ya que si ingresaba un paciente flaco el bucky no se le aplicaba, en cambio sí ingresaba un paciente de contextura grande ellos utilizaban el bucky para mejorar la placa. Lo mismo

si ingresaba un bebé, no utilizaban. Lo que quiere decir es que según respondieron en la entrevista ellos cumplían con lo dicho. Y examinando las placas finales uno podía ver que la calidad de las mismas era óptima para un diagnóstico.

Si bien se mencionó como otro criterio el tipo y potencia del equipo de Rx, si se trataba de una reveladora automática o manual, si la placa era en “sala” o en el “servicio”. Estos fueron datos que no se vieron repetidos en todos los técnicos, como si lo fueron los ya mencionados (anatomía del paciente, tipo de estudio, predisposición del paciente), por lo tanto estos últimos fueron los considerados relevantes, porque además tenían una explicación lógica y comprensible.

## CONCLUSION

Por lo visto en la investigación, los técnicos radiólogos manejan diversos criterios pero en menor o mayor medida, se acercan a tres generales (anatomía del paciente, estudio a realizar y predisposición del paciente); sin embargo ellos analizan en el momento en que ingresa el paciente, primero que tipo de estudio hay que realizar (Tórax, Abdomen, Miembros, Cráneo, etc.), como ya mencioné hay estudios que por protocolo se realizan con Bucky y otros que no. Luego como está el paciente, si ingresa normalmente por sus propios medios o si lo hace en camilla por algún accidente, también se manejan por el tamaño y peso del paciente, cuando una persona tiene sobrepeso, vamos a utilizar la parrilla para que no se dispersen tanto los rayos debido a la adiposidad del paciente. Por su edad (bebés, adultos, ancianos, etc.), en bebés no se justifica el uso de la parrilla para no aumentar los valores de radiación.

Es allí cuando realmente se puede tomar la decisión de realizar la placa con o sin bucky, cuando lo tenemos enfrente y lo analizamos con el fin de obtener una buena calidad de placa para el posterior diagnóstico. Es así que estos tres criterios fueron los que predominaron en los técnicos entrevistados. Por esa razón es que se consideró que tenerlos en cuenta a la hora de realizar el estudio es de suma importancia para obtener la placa óptima para el posterior diagnóstico, siempre irradiando lo menos posible a las personas.

Lo que se aprendió, es que en radiología se convive con las variantes. Es así que un día se puede realizar una placa sin bucky a un paciente y en otro la hacemos con bucky.

Para ir finalizando, se llegó a la conclusión en que la rejilla antidifusora, Potter-Bucky, es uno de los inventos más importantes en radiología, es notoria la calidad de la imagen cuando se la utiliza, cumple exactamente con lo que se propone, de ahí que se justifica su uso por más que uno deba irradiar más al paciente.

## **ANEXO**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **ENTREVISTA: HOSPITAL SAN ROQUE, ROSARIO DEL TALA. (E.R)**

- 1- ¿Por qué se utiliza Bucky?, ¿en qué caso?
- 2- ¿Conoce usted las normas para la utilización del Bucky?
- 3- ¿En qué se basa o qué criterios maneja para emplear el Bucky, según el tipo de estudio a realizar?
- 4- ¿Tiene importancia la anatomía del paciente?
- 5- ¿Nota la diferencia de calidad al utilizar y no la parrilla antidifusora?
- 6- ¿Cuánto más se aumenta la técnica cuando se lo utiliza?
- 7- En el caso de que llega un paciente politraumatizado a la sala, ¿Sigue los mismos pasos que con un paciente que llega por sus propios medios?
- 8- ¿Para usted se justifica utilizar bucky en todos los casos, teniendo en cuenta el aumento necesario de los valores en las técnicas?

## **Respuesta desde el servicio de Rx, hospital San Roque.**

<sup>14</sup>La parrilla o grilla antidifusora tiene como objetivo eliminar la radiación que no es útil (radiación secundaria) en pos de mejorar la calidad de imagen diagnóstica de la placa. Redirecciona el rayo hacia la placa.

Considerado uno de los inventos más trascendentes para la radiografía, se utiliza para todo lo que es tronco (hombro, tórax, abdomen, pelvis, columna, cráneo), para brazo, fémur y rodilla.

Al hablar de normas entiendo que hace referencia al aumento de valores de las técnicas de estudio. El uso de la parrilla antidifusora implica indefectible aumento en los valores, debido a que el rayo debe atravesar no solo el objeto a estudiar si no también la parrilla misma.

Según las circunstancias en que ingrese el paciente vamos o no a utilizarla. Esto es, si el paciente ingresa con yeso o no, con la movilidad disminuida o no, con problemas de entendimiento o no (haciendo referencia a que el paciente no pueda entender las órdenes de no respirar, mantener el aire, no moverse, etc.).

Aparte de que es un hecho de que hay estudios donde la utilizamos por protocolo.

Más allá de la normativa (un tórax, un abdomen, cráneo, rodilla, etc.) siempre en radiografía existen variantes inesperadas. Accidentados, politraumatizados, personas de avanzada edad que no siempre lo gran entender lo que se les pide, a su vez los bebés también escapan a lo normal.

---

<sup>14</sup> Servicio de Radiología del Hospital San Roque de Rosario del Tala, Entre Ríos.

Los criterios que uno maneja son para lograr siempre la mejor calidad de imagen, para un correcto diagnóstico. Es importante a la hora de decidir si utilizar la parrilla o no, el estudio a realizar (mano, dedos, muñeca, tórax, columna, etc.) de ello va a depender si usar o no bucky. También es importante ver la diferencia que existe al utilizar bucky en personas con gran volumen de adiposidad. Si la persona es muy flaca quizá el uso de la parrilla antidifusora no se verá necesario. Saber eso nos ayuda para la próxima vez. La edad del paciente, ya que si es un bebe y no se justifica el aumento de los valores no se utiliza parrilla.

Obtener la densidad correcta, un buen contraste, evitar el movimiento, la borrosidad, la magnificación, el ruido, son todas características que conllevan a obtener la mejor calidad diagnóstica. En pocas palabras, **siempre y cuando sea más beneficioso que costoso (relación costo-beneficio) vamos a utilizar el bucky.** Porque es notable la mejor calidad obtenida en la placa final. Uno observa la mejora en el contraste, latitud, densidad adyacente y sobre todo en tejido óseo y abdomen.

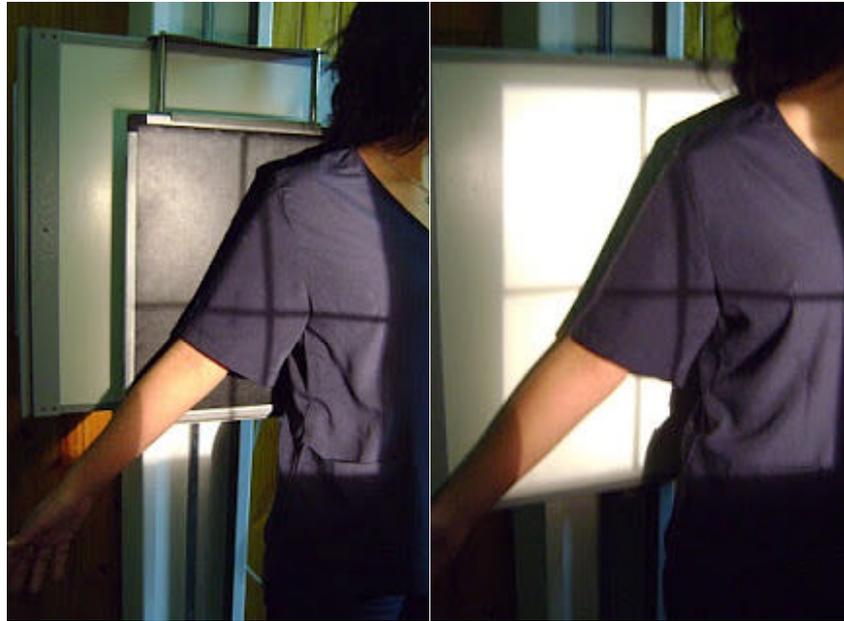
Al estar frente a una situación de un politraumatizado, una persona con dificultad de movilidad o entendimiento uno busca agilizar las cosas, y sí, por ahí obviamos el uso de la parrilla para que esa persona deje la sala y vaya a urgencias cuanto antes.

Al utilizar el Bucky los valores se aumentan entre un 5 a un 30 kV aproximadamente. Pero va a depender del tipo y la relación de rejilla además de la distancia que dispondremos para realizar el estudio.

El servicio de radiología concluyo diciendo que no en todos los casos se justifica la utilización del bucky, solamente donde la ecuación costo-beneficio justifica este

aumento. Por ejemplo, en el yeso o personas de peso elevado. Y no se justifica en una mano, dedos, cadera de bebe, normales.

## EJEMPLOS SOBRE UTILIZACIÓN Y NO DE BUCKY



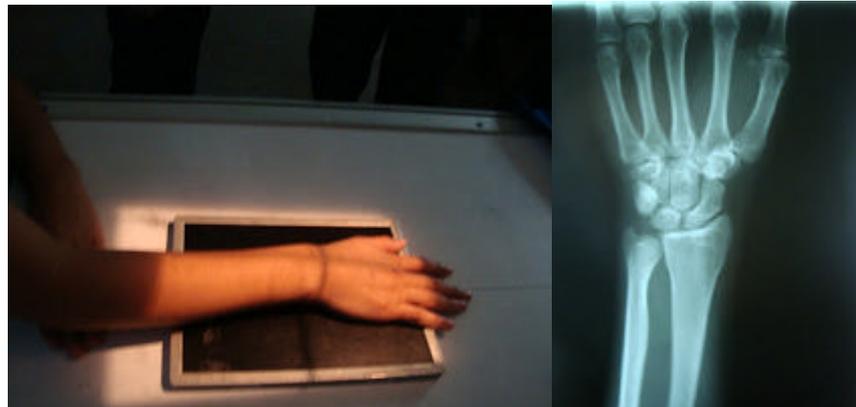
Placa de humero frente sin y con Bucky.



Placa de codo frente, sin Bucky.



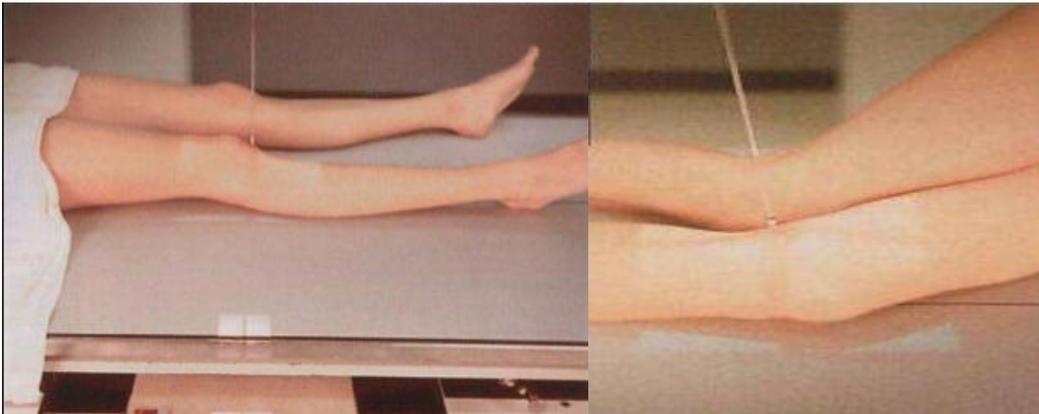
Placa de codo perfil, sin Bucky.



Muñeca frente, sin Bucky.



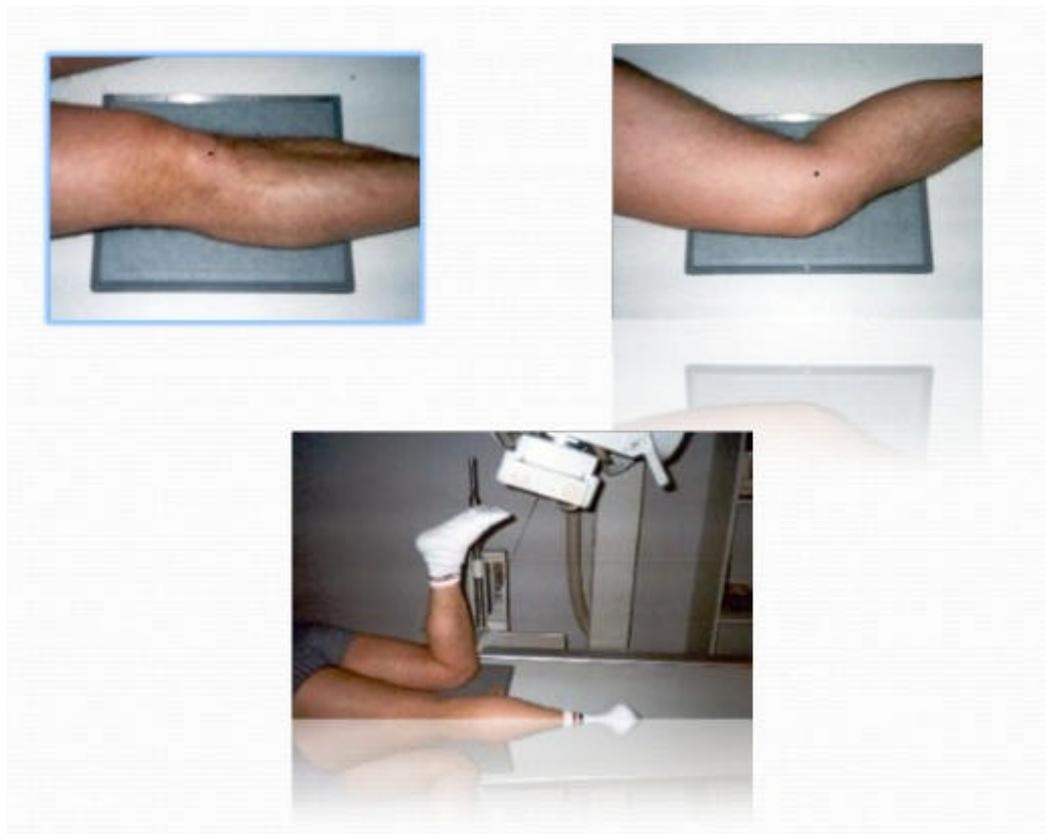
Placa de Tórax frente, con Bucky.



Rodilla frente y perfil con Bucky



Rodilla frente y perfil.



Rodilla sin Bucky.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- De la Fuente, N. y Ajo, R. (2011). Proyecciones Radiológicas. Madrid, España. Panamericana S.A.

- LA RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL, LA RADIACIÓN DISPERSA Y LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD: UN PUNTO DE ENCUENTRO POCO CONOCIDO (2013, octubre). Disponible en:

<http://www.acronline.org/LinkClick.aspx?fileticket=F9Qrb42VUgI%3D&tabid=98>

- Gardner- Gray- O`Rahilly. (1989). Anatomía, quinta edición. Mexico, D.F. Interamericana.

- Gaitan Leonel (1998). Radiofísica Sanitaria, cuarta edición. Argentina, Bs As.

- Baños Alcaraz Miguel. ELEMENTOS BÁSICOS EN LOS EQUIPOS Y HACES DE RAYOS X. (2013, Septiembre). Disponible en PDF en

<https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwebs.um.es%2Fmab%2Fmiwiki%2Flib%2Fexe%2Ffetch.php%3Fid%3Dtemas%26cache%3Dcache%26media%3Dt5.pdf&ei=6ilhUtGCEpOK9gTPyYGgAQ&usg=AFQjCNHGmgZikjIZq3rvYwofNjUjNIptgq>

- Fuertes Monserrat Teresa. EL HAZ DE RADIACIÓN. (2013, Octubre). Disponible en PPT en

<https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hca.es%2Fhuca%2Fweb%2Fcontenidos%2Fservicios%2Fdirmedica%2Falmacen%2Fformacion%2FFISI>

[CA%2520MEDICA%2F3%2520-](#)

[%2520EI%2520haz%2520de%2520radiaci%25C3%25B3n.ppt&ei=0CphUo7DI](#)

[5S-](#)

[9QSZ6oDgDg&usg=AFQjCNGDcWtZwjXQyjoy6BISrqCutHW78A&bvm=bv.](#)

[54176721,d.eWU](#)

- Protección radiológica de los pacientes (marzo 2014), disponible en:  
[https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/Patients/patient-information-x-rays/#PIG\\_FAQ04](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/Patients/patient-information-x-rays/#PIG_FAQ04)
- Protección radiológica en medicina. Comisión Internacional de Protección Radiológica. (Mayo 2014), disponible en:  
<http://www.radioproteccionsar.org.ar/downloads/ICRP105.pdf>