

# NUEVO SISTEMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN UNA SALA DE DIVAS

*Autor: J.Alfredo Piera Pellicer*

## INTRODUCCIÓN

Conrad Röntgen presentó su primer informe que trataba *Sobre una nueva variedad de rayos*, el 28 de diciembre de 1895, y cuatro semanas más tarde daba su primera conferencia, con el fin de proceder al relato de su descubrimiento, para ello mostró la mano de su colega, el anatomista de setenta y ocho años, *Albert Von Kölliker* visualizada a través de los Rx. Este hecho provocó el estallido del auditorio en un tumultuoso aplauso. El uso de los tubos de Rx era inminente. No obstante, Conrad Röntgen se tuvo que enfrentar a serios problemas, porque los Rx llegaron a ser considerados como “un “ rodeado de oscurantismo, con bulos tan mediocres como que mediante su aplicación se podía ver el cuerpo desnudo de las mujeres a pesar de ir vestidas con las tupidas ropas victorianas.

En un principio su uso fue indiscriminado y con una excesiva ligereza. Así, los tubos de la época estaban al descubierto, los profesionales no se protegían, los tiempos de exposición eran muy prolongados, y, fue entonces cuando aparecieron las primeras complicaciones.

Alguna de estas falsas creencias han durado hasta nuestros días, bastará recordar cualquier película de acción en la que podemos ver como el protagonista lleva rayos X en las gafas, para ver el interior de los objetos. Este fenómeno físico que son los Rx tiene grandes ventajas y serios inconvenientes, que solamente pueden ser tratados con un meticuloso estudio y la aplicación de la técnica adecuada, en ningún caso mediante el empirismo. Debemos de tener presente que las radiaciones ionizantes pueden ocasionar daños en el hombre, el cual carecen de sentidos para su detección.

Por ello ya en 1.922 se establecieron normas de protección contra los efectos biológicos perjudiciales, producidos por las radiaciones ionizantes debido a los síntomas patológicos de un conjunto de radiólogos, por la incidencia de cáncer en este grupo de trabajo que era significativamente, más alta respecto a otros profesionales de la salud, circunstancia ésta que demostró la peligrosidad de las radiaciones ionizantes.

Esto queda avalado por recientes estudios realizado por el Consejo Nacional de Protección Radiológica de los Estados Unidos sobre la incidencia de dosis procedentes de Fuentes Artificiales, destacan la importancia del Radiodiagnóstico, frente al resto de fuentes artificiales, en dicho estudio, la aportación de dosis/población de *los Rayos X de uso médicos es del 72%* con respecto a un 28% que aportan el resto de fuentes artificiales, incluida la Radioterapia.

Por ello, deberemos adoptar las medidas necesarias para disminuir las posibles dosis en los posible, no solamente las de cuerpo entero, sino las de zonas; siendo dentro de las zonas las más problemáticas y frecuentes las de las manos. Si estudiamos las exposiciones individuales veremos que dependen de cuatro factores básicas relacionadas con el foco emisor de Rx:

- El tiempo de exposición a las radiaciones.
- La distancia al foco emisor de Rx.
- Dirección del haz con respecto al individuo
- El blindaje interpuesto entre el foco y el individuo.

Estos enunciados han conseguido disminuir las dosis colectivas a los trabajadores profesionalmente expuestos de forma considerable; sin embargo existen técnicas y disciplinas

radiológicas en donde hasta ahora ha sido imposible el aplicar estos criterios de radioprotección, que tantas ventajas han aportado a la radiología general.

Nuestro estudio se ha basado en la radiología vascular, donde los cuatro criterios básicos de protección radiológica no solamente no son aplicables, sino que en la mayoría de estas técnicas su aplicación es contraria a lo enunciado para protegerse. Si la Legislación actual nos indica que los trabajadores de esta sala radiológica deben ser controlados por medio de dosímetros personales y además por medio de dosímetros de muñeca, así lo hemos hecho y estaremos dentro del marco de la vigente Legislación; pero las manos de los radiólogos seguirán expuestas.

También se nos dice que deberán ser dotados de los medios de protección, entendiendo por medios de protección los delantales plomados, los protectores de tiroides y los guantes plomados y por ello los dotamos.

A pesar de todo, o sea, de encontrarnos dentro del marco legal, veremos que desde nuestra consideración técnica no están protegidos.

Empecemos por analizar los cuatro enunciados básicos aplicables en la mayoría de técnicas radiológicas.

### **Tiempo de exposición a las radiaciones**

Cuando nos referimos a estos trabajadores deberemos tener presente que son profesionales que durante toda su jornada laboral están expuestos a las radiaciones ionizantes, la mayoría de jornadas están más del 50% del tiempo funcionando la escopia y la grafía indistintamente; además con el agravante de que en la mayoría de los casos no pueden desplazarse hacia zonas protegidas sino que deben estar pendientes del trayecto del catéter o sea estar a pie de tubo.

### **Distancia del foco emisor**

En otras técnicas radiológicas encontramos una determinada tolerancia con el factor distancia por lo que en contadas ocasiones deberán estar cerca del foco emisor. Este caso es todo lo contrario, casi siempre tiene que estar pegados al foco emisor; pero, sobre todo las manos no solamente tienen que estar cerca del foco emisor, sino en muchas ocasiones expuestas al haz residual.

### **Dirección del haz con respecto al individuo**

La dirección del haz siempre será enfocada hacia la región anatómica del paciente que se pretende estudiar. Evidentemente la colimación de entrada, como profesionales de primer orden, será exacta; ni menos para poder visualizar adecuadamente, ni más para evitar innecesariamente la dosis al paciente y aumentar la dispersa en la sala. Pero la dosis que reciben estos trabajadores no es la que proviene del tubo, sino la que proviene del paciente. Por muy colimada que esté la radiación de entrada –y debe estarlo- al interaccionar los fotones de Rx sobre los paciente, una parte de éstos se absorberá por el paciente y otra parte se dispersará, con lo cual estos profesionales van a recibir dosis proveniente de la radiación dispersa.

### **El blindaje interpuesto entre el foco y el individuo.**

En la mayoría de salas radiológicas entenderemos por blindaje, el interpuesto entre el operador y el foco emisor, con lo cual el cálculo resulta relativamente sencillo y además agradecido, porque bastará que protejamos con un material denso entre foco y operador, siempre siendo generoso con el espesor del material y no tendremos más problemas en cuanto a la protección radiológica.

Sin embargo en el supuesto objeto de este estudio debemos, además de realizar lo anterior como sala radiológica, tener criterios muy específicos para proteger adecuadamente a estos trabajadores. En el caso de la angiografía se puede actuar de forma adecuada si protegemos lo que más a distancia se encuentra del foco, pero tenemos el grave inconveniente de que lo que debería estar más protegido es impropio; es más nuestra hipótesis de trabajo se ha basado en demostrar que algunos medios de protección radiológica utilizados hasta ahora, no sólo no protegen adecuadamente, sino que pueden aportar más dosis en manos a los trabajadores, tal como demostraremos.

Razonaremos nuestra hipótesis de trabajo al tener en cuenta que estos trabajadores utilizan técnicas de cateterización donde es imprescindible mantener la sensibilidad en las manos; luego ya tenemos el inconveniente principal de no poder adoptar un blindaje adecuado a las manos, porque cualquier protección disminuirá de forma inversamente proporcional su efecto con la sensibilidad que se precise.

Si tenemos en cuenta que estos profesionales disponen de delantales Pb y que el dosímetro de lectura de cuerpo entero se encuentra a la altura del esternón y colocado debajo del delantal Pb – que es donde debe ir- y que el delantal tiene una protección adecuada para la radiación dispersa, es normal, que las dosis que estos trabajadores reciban de cuerpo entero se encuentre dentro de los límites bajos tolerables y aceptables para cualquier instalación de Radiodiagnóstico médico.

El inconveniente principal lo vamos a encontrar en las dosis en manos, que desde nuestra hipótesis de trabajo siempre serán superiores las recibidas que las medidas. Si tenemos en cuenta que las manos se encuentran más cerca del foco emisor que los dosímetros de cuerpo entero colocados a la altura del esternón, es evidente que, de acuerdo con la ley del inverso del cuadrado de la distancia, las dosis serán mayores en las manos; si a esto añadimos que con más frecuencia que la deseada las manos en determinadas ocasiones se observan por la pantalla de escopia, o sea, que se someten a la acción del haz directo o residual, en donde las dosis estimadas son  $10^3$  veces superiores a la radiación dispersa, es evidente que las manos deben ser consideradas como de alto riesgo.

Además de estar el dosímetro de cuerpo entero colocado a la altura del esternón y estar más separado del foco emisor que las manos, por añadidura está protegido por el delantal Pb que puede ser de 0.25, 0.3 o 0.5 mm equivalencia Pb. Si este tipo de protección se colocara en las manos, evidentemente no existiría la sensibilidad necesaria para el buen hacer en las técnicas angiográficas.

A esto debemos añadir que el foco emisor de Rx se encuentra situado debajo de la mesa, o sea, al paciente le llega la radiación en dirección de abajo hacia arriba. Como quiera que el dosímetro de muñeca se coloca en el dorso de la muñeca, la irradiación al profesional expuesto le llega dirección palmar-dorsal, luego de este hecho se deduce que la dosis que se registra en el dosímetro de muñeca está basada en una radiación atenuada por la propia muñeca del trabajador.

Si a esto añadimos que tanto los dedos como la región metacarpiana son las más cercanas al haz de radiación y son las que en determinadas actuaciones, se someten normalmente, al haz directo, es muy improbable que radie la muñeca del trabajador; por ello las dosis reales –que desde nuestra consideración- reciben los trabajadores en dosímetro de muñeca son inferiores a las realmente recibidas en dedos y región carpiana.

El criterio generalizado es que la adquisición de guantes con protección 0.003 Pb ha sido la única forma de protección radiológica en las manos. Estos guantes que teóricamente evitan o disminuyen la posible dosis en manos provocan un aumento del riesgo de radiodermatitis; por lo

que nosotros consideramos que cuando la mano está sometida al haz poco podrían hacer los guantes; y además contribuyen a disminuir la sensibilidad del radiólogo.

Siendo que algunos trabajadores reciben dosis preocupantes en manos nos vimos con la imperiosa necesidad de realizar un estudio minucioso donde averiguáramos la efectividad de estos guantes, o en su defecto, las posibles alternativas.

Las manos de los trabajadores de la sala vascular están expuestas por dos tipos de técnicas. En primer lugar cuando están cateterizando en radial y el haz de radiación residual es incidente con la zona de trabajo y en segundo lugar cuando ya el catéter se encuentra en la región torácica del paciente. En ambos casos el paciente va a desprender una cantidad de radiación dispersa y residual que recibirán las manos de los trabajadores que se encuentren interviniendo.

Como en la mayoría de las técnicas el efecto que va a producir la radiación va ser el Compton, la dispersión será superior a la que pudiera ser si se trabajara con efecto fotoeléctrico.

Si protegemos la radiación residual del paciente es evidente que tendría que ser con materiales densos, con lo cual serían radiopacos y presentarían el inconveniente de no poder visualizar radiológicamente el campo operatorio, con lo cual no serviría este método.

Sin embargo nosotros consideramos en un principio que lo correcto sería colimar la radiación residual que se encuentra a la salida del paciente, y no la que se colima desde los colimadores del haz directo.

Deberemos buscar un tipo de material que sea esterilizable para poder mantener el campo aséptico y que fuera cómodo de manejar sin interferir en el campo de visualización de la radiación.

Consideramos que lo ideal sería planchas plomadas colocadas de forma que pudiera ampliarse en campo al antojo y necesidad del radiólogo. Porque es lógico que sea así ya que no todos los brazos tienen el mismo grosor ni la zona es exactamente igual. Cuando haya que proteger las manos del radiólogo de la radiación dispersa del paciente porque el haz está en la región torácica, también lo haremos con plancha Pb colocada paralela al haz de irradiación, con el fin de proteger las manos, pero sin interferir el campo radiológico a estudio.

Cuando se está trabajando sobre el brazo del paciente y están sometidas las manos al haz de radiación residual, si nosotros colimamos este tipo de radiación, es evidente que saldrá del paciente de forma rectilínea y además en dirección perpendicular al plano del brazo del paciente. Cuando no se colima la radiación residual ésta saldrá del paciente dispersada en todas direcciones, con lo cual siempre habrá mayor exposición no sólo en manos, sino en tiroides y cristalino del radiólogo.

Pues bien para este menester hemos diseñado dos planchas de plomo –se han hecho de distintas dimensiones- que tienen una cantidad de orificios en un lado, se colocan las planchas con los orificios mirando hacia el interior del campo a explorar y se atan con una vena estéril, que es radiotransparente, con lo cual el campo exploratorio quedará exento de radiopacidad y quedará colimada la radiación residual.

Desde nuestro punto de vista las dosis en manos a buen seguro deberán disminuir de forma considerable, porque si los guantes tienen una protección Pb de 0.003 mm solamente son adecuados para protegernos de la radiación dispersa; pero dentro de este tipo de radiación la protección que obtendrán en las manos será inversamente proporcional al kilovoltaje utilizado. O sea, que si se utiliza un kilovoltaje de 40 kV la atenuación podrá ser del 80%; pero si se utiliza kilovoltaje de 70 kV la atenuación puede que no supere el 50% y si se utilizan 100 kV prácticamente no existe atenuación, con lo cual el resultado será el mismo que si no se protegieran las manos.

Sin embargo estas son las indicaciones de los fabricantes, por lo que nos hizo pensar que cuando las manos quedarán expuestas al haz directo, evidentemente poco podrían proteger este tipo de guante. Es entonces cuando desde nuestra consideración hipotética pensamos que no solamente no protegerían sino que perjudicarían seriamente. Esto tiene su lógica, si la radiación penetra en las manos, un porcentaje muy elevado saldrá; pero si existen los guantes, la parte que sea coincidente con el haz filtrará los fotones de bajas energías y dejará penetrar un haz más duro – el principio de filtración del haz, o sea, el endurecimiento del haz- con lo cual la parte que no se encuentra expuesta al haz directo va, en principio, a evitar la salida de estos fotones y quedará mayor número de fotones y más energéticos dentro de la mano.

Toda esta hipótesis de trabajo debe ser probada y evaluada, no solamente su efecto sobre la protección radiológica –que ya es importante- sino también su aportación ergonómica, frente a una imperiosa comodidad en las manos y la necesidad de evitar todo lo que impida la sensibilidad en los pulpejos, que tan necesaria es para el personal de la sala radiológica vascular.

## **MATERIAL Y METODOLOGÍA**

### **Material**

Se han utilizado planchas de plomo de 2 mm de espesor de forma rectangulares y en distintas dimensiones, las destinadas a ser colocadas en los brazos con un ancho de 12 cm y distintas longitudes; pero con una serie de orificios en un lado, siempre el de mayor longitud. Las destinadas a protegerse de la región torácica de 30 x 40 cm.

- Dosímetros de pulsera de los denominados rotatorios, para lectura de dosis superficial.
- Vendas estériles
- Cámara de ionización marca Nardux, modelo Babyline.

### **Metodología**

La metodología empleada ha sido la de cortar las distintas planchas de Pb. Se utilizó un recipiente plástico cuya capacidad era de 1 litro de agua, para que actuara de fantomas y cuando incidiera la radiación sobre ella se dispersara de la forma más parecida a la de un paciente. Con el fin de aproximarnos, en lo posible a la realidad introducimos en el recipiente unos huesos de pequeño tamaño de perro, cuya densidad calculada se pareciera en lo posible al brazo de un paciente.

Si realizaron las pruebas con tres variantes:

- La primera fue colocando las planchas de Pb de la misma forma que se colocarían en un supuesto brazo de paciente y sobre la plancha de plomo se colocó un dosímetro de muñeca –los mismos que utiliza el personal de la sala radiológica del vascular para medir la posible dosis en manos- este dosímetro se colocó en la cara opuesta a la botella, o sea, en el lugar que deberán colocarse las manos del personal cuando de un brazo real se trate.
- La segunda fue de igual forma que la primera pero sin colocar plancha de Pb, sino colocando el dosímetro dentro de un guante de protección radiológica en manos utilizado comúnmente en estas técnicas.
- La tercera fue colocando el dosímetro de la misma forma, pero sin guantes ni planchas Pb, o sea, a manos descubierta.

Estos dosímetros fueron remitidos al Centro Nacional de Dosimetría para su lectura, que fue realizada a doble ciego y en las tres situaciones indicadas fueron sometidos a 20 disparos con las siguientes características físicas: 45 kV, 160 mA y 38.6 mseg.

Ya con posterioridad se remitieron a la Unidad de Esterilización de este mismo Hospital las planchas Pb y fueron sido esterilizadas con Oxido de Etileno y empaquetas.

Una vez disponíamos de este material estéril es cuando procedimos a utilizarlo con pacientes para poder ver si el sistema resultaba ergonómico para el radiólogo.

Las planchas de plomo utilizadas para colimar la radiación residual, o sea, de los miembros superiores, fueron atadas las planchas Pb por vendas estériles del quirófano de Traumatología del Hospital.

La plancha de protección a la radiación dispersa, que debe proteger la dispersada por el paciente cuando se estudia la región torácica, también estaba esterilizada y se colocó perpendicular al plano de la mesa.

Se efectuaron distintas radiografías de control, visualizando las manos por la pantalla y se verificó radiografiando las manos sin guantes de protección y con guantes de protección.

## **RESULTADOS**

Los resultados obtenidos se ajustaron a la hipótesis de trabajo en que nos iniciamos. De los dosímetros leídos en el Centro Nacional de Dosimetría quedo manifiesto que los colocados tras la plancha plomada y alcanzaron una dosis integral de 1 mSv; los colocados dentro de los guantes alcanzaron una dosis de 2 mSv y los colocados al descubierto una dosis de 4 mSv.

Esto no se ajusta del todo a la realidad por varias razones, en primer lugar cuando la dosis es mínima como el caso del dosímetro colocado tras la plancha de plomo siempre por defecto nos dará la dosis mayor, como quiera que en los lectores de dosimetría por el método de termoluminiscencia el rango de lectura tiene un margen de error y son dosis ínfimas, según pudimos ver en realidad la dosis que se pudiera haber obtenido sería más bien la equivalente al fondo radiológico ambiental.

En segundo lugar hemos indicado que en energías de 40 kV la absorción de los guantes era del 80%, con lo cual con esta potencia los guantes si ejercieron un papel de protección fundamental. Nosotros no pudimos verificarlo con potencias superiores ya que el equipo de Rx es automático y graduará la potencia a tenor del espesamiento del objeto a radiografiar y en nuestro caso era de 1 litro. Si por el contrario hubiera sido un objeto de más densidad y el kilovoltaje utilizado hubiera sido mayor, a buen seguro que la absorción de los guantes hubiera sido también menor, pareciéndose mucho a tener las manos al descubierto.

A ello habría que añadir que con 2 mm de plancha plomada la protección hubiera sido igual a mayor kilovoltaje.

Nosotros en este trabajo no podemos realizar un tratamiento estadístico adecuado ya que la disminución de dosis irá orquestada por el número de intervenciones que se realicen y dentro de éstas por las técnicas que se utilicen, que ya no solamente irán a depender de las constantes físicas utilizadas sino también por las dificultades que aporte el enfermo tanto en su cateterización como en el tiempo de la intervención total.

No obstante si recurriéramos a las dosis tal como nos llegan habría que pensar que hemos disminuido las dosis en manos más de 4 veces sea cual sea la técnica empleada, esto supondría que las dosis recibidas por determinados trabajadores de la Sala radiológica vascular quedarían en un rango que dejaría de superar 1/10 de la dosis máxima permisible.

Esto sería en cuanto a la radiación dispersa residual, pero la situación se agrava cuando el radiólogo recibe las dosis directas de la residual. Nosotros indicábamos en nuestra hipótesis de trabajo, que considerábamos que la protección de los guantes en estas situaciones de haz directo residual podía ser perjudicial. Esto lo hemos verificado radiografiando una mano sin guantes y otra con guantes.

Evidentemente la radiación pasa por los guantes con total impermeabilidad, es más tal como nosotros apuntábamos mejora la imagen radiológica, o sea, existen más dosis en manos con guantes que sin guantes.

Decimos esto porque tal como adjuntamos la imagen radiológica de dos posiciones con los guantes puestos, se puede observar los huesos metacarpianos y las falanges de los dedos perfectamente, si tenemos en cuenta que los guantes protegen por medio de la lámina plomada que envuelve la mano y en este caso al ser radiografiada la mano entera, quiere ello decir que la radiación ha atravesado doble lámina plomada y a pesar de ello la visión esquelética de la mano es perfecta.

Seguimos manteniendo nuestro criterio respecto a que cuando la radiación atraviesa la lámina de tejido que forma el guante, ésta se encarga de endurecer el haz; y la lámina del guante opuesta a la zona expuesta se encargará de actuar de forma que aumente la retrodispersión.

Si observamos las radiografías de la misma mano y con las mismas constantes físicas, observaremos que no varía mucho la calidad radiológica en las radiografías de la mano con guantes a la de la mano sin guantes.



Con esta colimación de la radiación superficial no solamente disminuirémos la dosis en las manos sino que estamos seguros que podremos disminuir la posible dosis en cristalino y la posible dosis en tiroides. Podemos encorvar estas planchas de plomo, al ser material totalmente maleable, dándoles la forma que precisemos y conseguiremos que la radiación dispersa de salida emerja del paciente de forma rectilínea y no en forma esférica en todas direcciones. Esto no va a aventajar solamente la disminución de la dosis en manos, sino que además va a disminuir considerablemente la dosis para el personal circulante por la sala radiológica, siendo así que la radiación residual al salir de forma rectilínea lo hará en dirección al techo.

De la misma forma cuando lo que se proteja sea la región torácica del paciente todo el personal de la sala que se encuentra en la parte de la zona que protegemos se beneficiará de este sistema, o sea, no serán solamente disminuidas las dosis en manos –que actualmente es lo que más nos preocupa- sino que también de la forma que hemos indicado en el párrafo anterior, la radiación saldrá en dirección al techo y a la parte opuesta del paciente.

Nuestro objetivo en esta hipótesis de trabajo era el de disminuir las posibles dosis en manos, porque además que estábamos convencidos de que podían ser mayores de las registradas; pero aparte de la constatación que tenemos con las medidas que hemos recogido en este estudio, estamos convencidos de haber disminuido la dosis en el resto de los trabajadores de la sala, con la protección aplicada a la región torácica del paciente, y por añadidura hemos conseguido una mejoría de las condiciones de trabajo gracias a la utilidad ergonómica que tiene para el personal de esta sala radiológica.

Hasta la fecha y para encontrarnos dentro del marco de la vigente Legislación en materia de protección radiológica, era suficiente con proteger a los trabajadores con prendas Pb, caminando así divergentes la ergonomía y la protección radiológica.

Debemos trabajar y así lo estamos haciendo en diseñar sistemas para que el trabajador esté protegido sin sobrepesos ni incomodidades, sobre todo cuando está obligado por su puesto de trabajo a exponerse durante toda la jornada laboral a las posibles radiaciones ionizantes.

Estos sistemas, siempre que sea posible, deberán estar colocados bien sobre la mesa, bien sobre el paciente, bien en techo o bien en el suelo; pero, deberemos evitar que la protección radiológica se sustente sobre el cuerpo del trabajador. Este ha sido uno de los objetivos que hemos visto cumplidos gracias a la garantía que nos proporcionan las 13 lecturas dosimétricas informadas por el Centro Nacional de Dosimetría.

Hay también datos destacables y a tener en cuenta, entre ellos, uno es el precio de este sistema de protección, mientras que los guantes son reesterilizables –según dicen los fabricantes- hasta 10 veces, rompiéndose a buen seguro mucho antes y otro que todos los profesionales no precisan de la misma talla, es frecuente el disponer de unas tallas y faltar otras, con lo cual se hace imprescindible mantener un estocaje de un material ya de por sí muy caro. Esta consideración se basa en que los costes para una sala de radiología vascular podrán ser superiores al millón de pesetas anuales. A ello habrá que añadir los guantes que se precisen para la Unidad del dolor, los del quirófano de traumatología, algunas intervenciones para cirugía, marcapasos y hemodinámica. Además de las posibles pérdidas y de la incomodidad que supone centralizar este material en un servicio determinado.

Es reesterilizable todas las veces que se quiera y se pueden disponer de tantos modelos y formas como se considere y necesario. Además hay que añadir que en un momento puntual se pueden hacer nuevas planchas y nuevos modelos, con la comodidad de tenerlas al momento sin tramitación administrativa alguna, ya que nos las preparan en el Departamento de Ingeniería de nuestro Hospital.

Además de las ventajas apuntadas las planchas de plomo son maleables y podemos adaptar la forma que se quiera según la técnica a emplear, volviendo luego, bien a la forma inicial o a otra que en otra ocasión se crea de mejor uso.

## **DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos han cumplido fielmente nuestra hipótesis de trabajo, se mejora la ergonomía del trabajador, se disminuyen las dosis en manos no solamente las registradas sino las que se venían recibiendo, y, por lo que anteriormente hemos expuesto, no quedaban registradas.

Ante el supuesto de tener que ver la mano en la pantalla de radioscopia o sea que la mano está sometida al haz directo de radiación dispersa, nunca sería la mano completa sino en casos aislados, como mucho podría ser alguna parte distal de los dedos, con lo cual además de disminuir la dosis es evidente que también disminuimos el campo de irradiación del radiólogo.

Con las protecciones torácicas del paciente disminuimos en su totalidad las dosis en manos, cuando la radiación incide con el tronco del paciente.

Conseguimos disminuir la dosis radiológica ambiental de la sala vascular, beneficiando a los trabajadores circundantes de la sala.

Nos hemos enmarcado en la nueva línea de trabajo de la Dirección de este Hospital en cuanto a los criterios de ergonomía y hemos disminuido costos y comodidad en la preparación previa a los estudios radiológicos

## CONCLUSIONES

Se han cumplido todos los objetivos de la investigación. Hemos radiografiado las manos con y sin guantes así como el campo radiológico que queda con las protecciones Pb y vemos que no disminuimos para nada el campo de estudio, además de dejar totalmente libres las manos del profesional sin que disminuya para nada su sensibilidad táctil como ocurría con la utilización de guantes, todo ello sin dejar de aportar una adecuada protección radiológica. Se ha cumplido nuestra hipótesis de trabajo al considerar que podíamos aportar una disminución de dosis drástica en las manos y una disminución de dosis a los trabajadores circundantes de la sala radiológica y además hemos disminuido la dosis de zona tanto de tiroides como de cristalino, sin tener que añadir nuevas prendas de protección que siempre son incómodas y que encarecen considerablemente el proceso.

En el apartado de ergonomía supone una comodidad sin precedentes en este tipo de técnicas radiológicas.

Todo ello ha quedado verificado con la disminución de dosis recogidas por las lecturas dosimétricas aportadas por el Centro Nacional de Dosimetría.

Estos criterios y modelos de protección, aunque con plantillas diferentes podrían ser extrapolados a otros Servicios de este Hospital donde se utilicen los equipos de rayos X a pie de tubo, como son los servicios que en el apartado anterior ya hemos indicado.

El costo de adecuación de todo el sistema de protección que hemos diseñado en este trabajo y que es extrapolable a los servicios indicados tendría un costo económico ínfimo frente a la inversión que suponen los sistemas convencionales y que además son menos ergonómicos y protegen mucho menos.

Concluimos diciendo que hemos aportado los datos reveladores que demuestran que con este trabajo pueden cambiar y cambiarán los criterios de protección radiológica consiguiéndose una notable disminución de dosis en manos y en otras zonas del cuerpo que no se miden, pudiendo incluso disminuir el grosor de los delantales Pb, evitando el cansancio de los trabajadores.

