

Protección radiológica al primer operador en procedimientos coronarios por acceso radial derecho

Pedro Trujillo, Ignacio Batista, Gustavo Vignolo, Ariel Durán, Ricardo Lluberas, Eliseo Vaño

Resumen

Se ha descrito que la protección pélvica plomada aplicada al paciente (4P) reduce la dosis de radiación recibida por el primer operador (PO) en angiografía coronaria (AC) tanto por acceso radial derecho (ARD) como femoral derecho.

Objetivo: el objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto del uso de 4P sobre la radiación recibida por el PO en procedimientos de AC con o sin angioplastia (ATC) por ARD. Los objetivos secundarios son: comparación de las dosis del primer operador recibidas en AC y ATC con valores estándar internacionales y correlación entre la dosis emitida por el angiógrafo y la dosis recibida por el PO en los grupos con y sin 4P.

Método: se realizó un estudio randomizado, prospectivo, sobre pacientes sometidos a AC con o sin ATC, asignados en forma aleatoria a una falda plomada envolvente de 0,5 mm colocada entre la cintura y las rodillas del paciente. Los operadores utilizaron en todos los casos falda, chaleco y protector cervical equivalente a 0,5 mm de plomo, lentes plomados, mampara colgante y cortina plomada bajo mesada. La dosimetría del PO (DPO) fue realizada con un detector DMC 3000 (rango de energía: 15 KeV-7 MeV, rango de medida: 1 μ Sv-10 Sv), ubicado por fuera y sobre el lado izquierdo del collar de protección cervical del PO. Se registraron variables epidemiológicas y dosis del procedimiento, incluyendo DPO en μ Sv, producto KERMA (Kinetic Energy Released in a Material) área (PK_A) en μ Gym², radiación total (RT) en mGy, tiempo de fluoroscopia (TF) en minutos y número de escenas (NE). Se utilizó test de Student para comparación de variables continuas, con un valor $\alpha=0,05$.

Resultados: se incluyó un total de 100 pacientes. El promedio de edad fue de 64 años y el 39% eran mujeres; 56 pacientes recibieron solo AC y los restantes 44 recibieron ATC adicional. Los valores promedio de TF, NE y la DPO para AC y ATC fueron: 6,9/16,6 minutos, 10/21 escenas y 24/33 μ Sv, respectivamente, y su comparación con los valores estándar internacionales no mostró diferencias estadísticamente significativas. Se definieron dos grupos de acuerdo a la randomización, 47 pacientes en el grupo con protección pélvica (grupo 4P) y 53 en el grupo sin la misma (grupo no 4P). Las características basales así como el número de ATC y sus particularidades fueron similares en ambos grupos. Los resultados relacionados con la radiación para el grupo 4P vs no 4P fueron los siguientes: PK_A (μ Gym²) 8374,5 \pm 1006 vs 8959,1 p=0,705; DPO (μ Sv) 40,4 \pm 5,9 vs 36,7 \pm 5,4 p=0,642; RT (mGy) 1545,3 \pm 190,9 vs 1649,6 \pm 219,8, p=0,724; TF (minutos) 11,6 \pm 1,4 vs 10,7 \pm 1,4, p=0,654; NE 14 vs 11, p=0,981.

Conclusión: en este escenario del mundo real, el uso de 4P no se asoció con una disminución de la DPO en procedimientos de AC con o sin ATC ni con un cambio en la relación PK_A -DPO en procedimientos de AC o ATC por ARD, realizados por operadores con valores promedio de radiación aceptables internacionalmente.

Palabras clave: DOSIMETRÍA
INTERVENCIÓN CORONARIA PERCUTÁNEA
ARTERIA RADIAL

Radiation protection to the first operator in coronary right radial access procedures

Summary

It has been reported that lead pelvic protection applied to the patient reduces radiation dose received by the first operator (PO) during coronary angiography (CA) by radial and femoral access.

Objective: the main objective is to evaluate the effect of using pelvic lead protection (4P) on the radiation received by the first operator (PO) in CA procedures with or without PTCA and/or percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) by right radial approach. Secondary objectives are: comparison of dose of the PO in CA and PTCA with international standard values and correlation between emitted doses by angiograph and received doses in patients with and without 4P.

Method: we performed a prospective and randomized trial about patients who underwent CA with or without PTCA. Patients were randomly assigned to the use of pelvic protection, consisting of a 0,5 mm lead equivalent skirt, placed between the waist and the knees. In all cases the PO used a lead equivalent skirt, vest and cervical collar as well as leaded glasses, hanging screen and a lead curtain under the patient table. First operator dosimetry (FOD) was measured with a DMC detector 3.000 (energy range: 15 KeV-7 MeV, measuring range: 1 μ Sv -10 Sv) located on the outer left side of the cervical collar.

Results: a total of 100 patients (P) were included. The average age was 64 years and 39% were women. 56 P received only CA and the remaining 44 received additional PTCA. The average values of fluoroscopy time (FT), scenes number (SN) and FOD for CA and PTCA were: 6,9/16,6 minutes, 10/21 scenes and 24/33 Sv respectively and compared with international standards values showed no statistically significant differences. Two groups according to randomization were defined, 47 P in the group with pelvic protection (4P group) and 53 in the group without it (no 4P group). Baseline characteristics as well as the number of PTCA and their characteristics were similar between groups. The radiation related results for the 4P group vs no 4P group were the following: KERMA-area product (μ Gym²) 8374,5 \pm 1006 vs 8959,1, p=0,705, FOD (μ Sv) 40,4 \pm 5,9 vs 36,7 \pm 5,4, p=0,642, total radiation (mGy) 1545,3 \pm 190,9 vs 1649,6 \pm 219,8, p=0,724, FT (minutes) 11,6 \pm 1,4 vs 10,7 \pm 1,4, p=0,654, SN 14 vs 11, p=0,981.

Conclusion: in this "real world" scenario, the use of pelvic protection was not associated with a decrease in radiation dose to the first operator or with a change in the PDA-DPO ratio during CA and PTCA performed by right radial approach and by operators with standard radiation parameters.

Key words: DOSIMETRY
PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION
RADIAL ARTERY

Introducción

La aplicación médica de las radiaciones ionizantes se ha incrementado en más de 700% en los últimos 25 años y la cardiología intervencionista ejemplifica este fenómeno, representando una fuente importante de dosis, con procedimientos progresivamente más complejos⁽¹⁻³⁾.

La cateterización cardíaca es un procedimiento destinado a diagnosticar y tratar las enfermedades del corazón. Consiste en la introducción de catéteres a través de una arteria o vena hasta alcanzar las estructuras cardíacas. Se denomina acceso radial cuando el punto de inserción del catéter se realiza a través de la arteria radial. Este procedimiento es realizado habitualmente por dos operadores cardiólogos, se denomina primer operador (PO) al responsable de la manipulación de los catéteres.

En el laboratorio de cateterismo cardíaco la principal fuente de radiación para el PO (figuras 1 y 2) es la radiación dispersa, proveniente de la inte-

racción de los rayos x con los tejidos del paciente. Estar expuesto a esta radiación aumenta la probabilidad de efectos adversos sobre el personal de salud en la sala de hemodinamia en general y del PO en particular⁽⁴⁾. Las medidas de radioprotección convencionales son muy efectivas para reducir la radiación; sin embargo, los operadores que realizan procedimientos de larga duración que implican una alta exposición a las radiaciones ionizantes aumentan el riesgo biológico, particularmente en las zonas menos protegidas (cabeza, cuello y extremidades), lo que constituye una preocupación mayor de la medicina ocupacional⁽⁵⁾. El abordaje radial (figura 1), por su parte, ha demostrado ventajas en costos, estadía hospitalaria y en complicaciones vasculares, pero como contrapartida se asocia a mayor dosis de radiación sobre el operador⁽⁶⁻¹¹⁾.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar en forma prospectiva y randomizada la eficacia de la protección pélvica plomada envolvente aplicada

al paciente (4P) sobre la radiación recibida por el PO en una población de pacientes sometidos a procedimientos coronarios intervencionistas estandarizados, por acceso radial derecho (ARD). Como objetivos secundarios se consideran: la comparación con datos internacionales de la dosis recibida por el PO para angiografía coronaria (AC) y angioplastia transluminal coronaria (ATC) en esta serie y la correlación entre el producto KERMA (Kinetic Energy Released in a Material) área (PK_A) y la dosimetría del primer operador (DPO) en pacientes con y sin 4P⁽¹⁸⁾.

Métodos

Se trata de un estudio sobre una población de pacientes con indicación de AC seguida o no de ATC, en la cual se definieron dos grupos de acuerdo a la randomización: grupo con protección pélvica (grupo 4P) y grupo sin protección pélvica (grupo no 4P).

Se incluyeron todos los pacientes mayores de 18 años, sin límite superior de edad, con indicación de AC, tanto de coordinación como de urgencia, asistidos entre agosto y diciembre de 2013. Los criterios de exclusión fueron la ausencia de pulso radial derecho, test de Allen negativo o la imposibilidad de lograr este acceso por cualquier motivo, la cirugía de revascularización coronaria previa con utilización de la arteria mamaria interna izquierda, la enfermedad renal crónica en paciente portador de fístula arterio-venosa o con probabilidad cercana de requerir hemodiálisis y preferencia del paciente por otro acceso vascular. En todos los casos se obtuvo consentimiento informado escrito del paciente para participar en el estudio. La randomización consistió

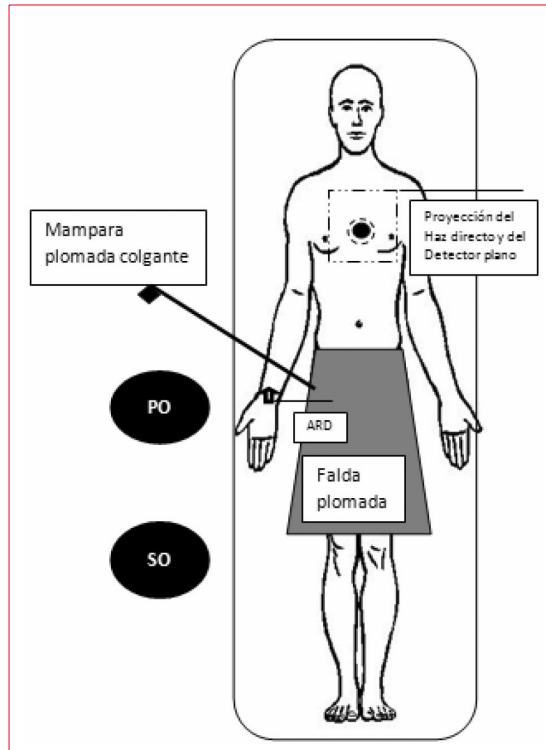


Figura 1. En el esquema se evidencian las posiciones relativas en la sala de hemodinamia. Vista superior panorámica. PO: primer operador; SO: segundo operador; ARD: acceso radial derecho

en asignar a los pacientes en forma aleatoria a la colocación de una falda plomada envolvente (Shielding International Inc Madras, Oregon 97741 USA) con un equivalente a 0,5 mm de plomo entre las crestas ilíacas y las rodillas (figura 3).

Todos los procedimientos fueron realizados por un equipo de dos cardiólogos intervencionistas (pri-

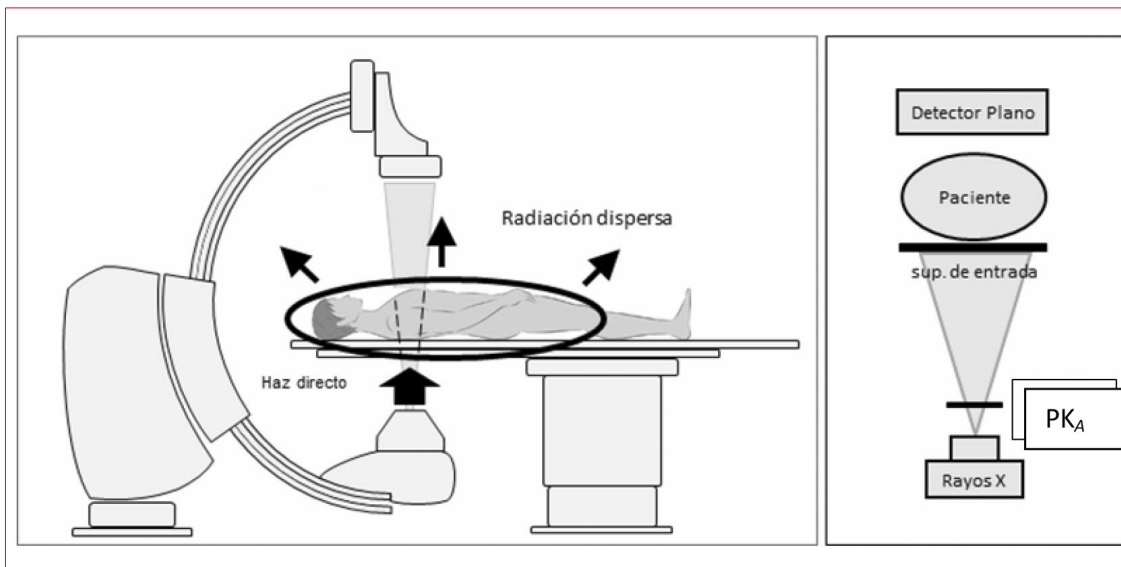


Figura 2. Radiación directa y dispersa. PK_A : producto KERMA-área. KERMA: Kinetic Energy Released in a Material.

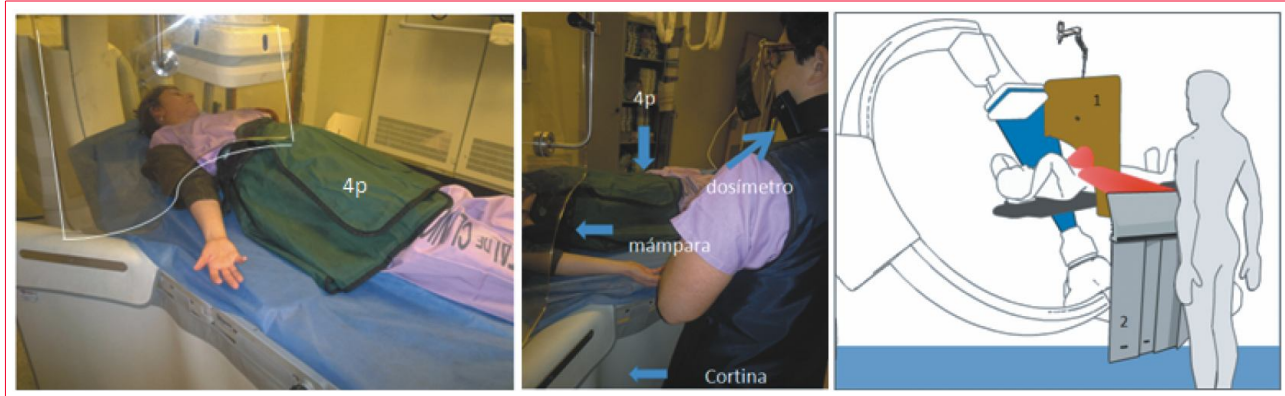


Figura 3. Posición relativa del paciente y su acceso radial derecho con las medidas radioprotectoras estándar*, la pollera pélvica plomada (4P) del paciente y el dosímetro electrónico.

* Incluye: mampara de vidrio plomado colgante (1), cortina plomada bajo mesada (2), lentes plomados, protector cervical plomado, chaleco y pollera plomada del operador.

mer y segundo operador) con experiencia en procedimientos por abordaje radial (más de 100 procedimientos en el último año)⁽¹²⁾.

El cateterismo cardíaco fue realizado con un angiógrafo monoplaneo digital, Siemens Artis Zee floor, Siemens, Germany. La magnificación habitual correspondió a un campo de visualización de 20 cm y la velocidad de filmación fue de 15 cuadros por segundo.

Las medidas de radioprotección utilizadas cumplieron con las recomendaciones de la Society of Cardiac Angiography and Intervention (SCAI)⁽¹³⁾. En todos los casos se utilizó: falda, chaleco, protector cervical, lentes, mampara colgante adecuadamente posicionada y cortina bajo mesada, todos de plomo o de material equivalente a 0,5 mm de plomo. Con respecto al procedimiento angiográfico, se mantuvo en todos los casos la mínima distancia posible entre el detector plano y el paciente y la máxima distancia posible entre el paciente y el generador. Se utilizó colimación* y filtros** adecuados para cada escena.

El ARD fue realizado por punción con técnica de Seldinger e inserción de una vaina hidrofílica 6 French (Fr). Los catéteres diagnósticos y terapéuticos utilizados fueron de calibre 6 Fr y de tipo JR4 (Judkins right) para la arteria coronaria derecha y JL3.5 (Judkins left) o EBU (Medtronic) 3.0 y 3.5 para la arteria coronaria izquierda.

* Colimación: reducción del haz de radiación al campo de interés clínico, reduciendo así la dosis de radiación que recibe el paciente y el personal.

** Filtros: láminas colocadas en la salida del haz de rayos x que no contribuyen a la formación de la imagen y aumentan la dosis emitida.

Se registraron variables epidemiológicas y dosis de radiación que incluyeron:

- Dosis de radiación recibida por el PO, que está relacionada con los potenciales efectos biológicos. Su unidad de medida es el Sievert y es medida con un dosímetro electrónico DMC 3000, Mirion Technologies Inc., San Ramón, CA 94583 USA (rango de energía: 15 KeV-7 MeV*, rango de medida: 1 μ Sv-10 Sv)**, ubicado por fuera y sobre el lado izquierdo del collar de protección cervical del paciente. La ubicación del dosímetro fue elegida debido a que la radiación recibida a este nivel es equivalente a la que recibe el cristalino del PO, que es el tejido más radiosensible del organismo⁽¹⁴⁾.
- Dosis de radiación recibida por el paciente (DP) que se expresa como el producto KERMA-área (PK_A)*** cuya unidad de medida es micro Gray por metro cuadrado (μ Gym²). Los valores de esta dosis son suministrados por el equipo radiológico.
- Radiación total (RT) definida como la dosis acumulativa durante todo el procedimiento en el área de entrada del haz en el paciente cuya uni-

* El electronvoltio (eV) es una unidad de energía y son de uso frecuente múltiplos como el kiloelectronvoltio (KeV) o el megaelectronvoltio (MeV). 1 keV=10³ eV; 1 MeV=10⁶ keV =10⁶ eV.

** μ Sv: micro Sievert. Sievert: unidad de medida de dosis de fundamental importancia en protección radiológica al estar vinculada con los efectos biológicos radioinducidos.

*** El PKA se registra con un medidor de radiación colocado a la salida del haz de rayos x, constituyendo un método dosimétrico no invasivo, no alterando el desarrollo normal del procedimiento, permitiendo su lectura en tiempo real.

Tabla 1. Características de la población.

	4P	No 4P	p
n	47	53	
Sexo	30/17 H/M	31/22 H/M	0,585
Edad (años), promedio ± desvío estándar	63,9 ± 1,6	64,2 ± 1,5	0,923
IMC	28,3 ± 0,7 kg/m ²	28,3 ± 0,8 kg/m ²	0,998
HTA	36	37	0,446
DM	13	12	0,563
Tabaquismo	30	25	0,095
Dislipemia	18	18	0,652
AF de CI	3	6	0,389
SCA cST	10	12	0,869
SCA sST	25	23	0,328
Angina estable	3	4	0,820
Miocardiopatía	2	4	0,489
Valvulopatía	5	5	0,841
ATC	24	20	0,180

IMC: índice de masa corporal; HTA: hipertensión arterial; DM: diabetes mellitus; AF de CI: antecedentes familiares de cardiopatía isquémica; SCACST: síndrome coronario agudo con ST elevado; SCACST: síndrome coronario agudo sin ST elevado; ATC: angioplastia.

dad de medida es el Gray (Gy), la cual es suministrada por el equipo radiológico.

Se registró también el tiempo de fluoroscopia (TF) en minutos y el número de escenas (NE). Estas variables fueron obtenidas del informe de radiación del angiógrafo. Para cada conjunto de datos se calcularon los promedios y desviaciones estándar. Se utilizó el test de Student para la comparación de las variables continuas, con un valor de significación estadística de $\alpha < 0,05$.

Resultados

Un total de 100 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión. El promedio global de edad fue de 64 años y el 39% de la población era de sexo femenino. A 56 pacientes se les realizó solo AC y a los restantes 44 se les realizó además ATC. Para estos grupos, los valores promedio de TF, NE y la DPO fueron: 6,9/16,6 minutos (414/996 segundos), 10/21 escenas y 24/ 33 μSv , respectivamente. Los valores referidos en la literatura internacional como estándar de DPO para AC y ATC son muy variables; promediadamente se establece: (0,17-31,2)/(0,02-38,0) μSv , respectivamente⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. La comparación con los valores obtenidos en nuestra se-

rie (24/ 33 μSv) evidencia ausencia de diferencias estadísticamente significativas.

De la comparación entre los grupos 4P y no 4P surge que las características clínicas basales de la población no presentaron diferencias estadísticamente significativas (tabla 1). Tampoco se identificaron diferencias significativas entre ambos grupos respecto a la proporción de pacientes con ATC y sus características (número de lesiones tratadas, número de stents, pre y posdilatación, tromboaspiración y técnica de bifurcación) (datos no presentados).

La comparación de los grupos 4P y no 4P en cuanto a los valores promedio de duración del procedimiento, TF, NE y DPO así como parámetros de radiación (PK_A , RT) no evidenció diferencias estadísticamente significativas (tabla 2).

La DPO evaluada a nivel del protector cervical fue progresivamente creciente con los aumentos de PK_A de forma similar en ambos grupos, es decir que se evidenció una relación directa entre ambas variables y dicha relación fue similar en los grupos 4P y no 4P (figura 1).

Discusión

La racionalidad del uso de pollera pélvica plomada envolvente en este trabajo está basada en el concep-

Tabla 2. Resultados comparativos de las magnitudes de protección radiológica y las dosis recibidas por el operador entre los grupos 4p y no 4p

	4P	no 4P	p
Duración del estudio (seg)	2.460 ± 366	2.166 ± 216	0,492
Tiempo de fluoroscopia (seg)	696 ± 84	642 ± 84	0,654
N° escenas	14	11	0,981
PKA (Gy.m ² . 10 ⁻⁶)	8.374,5 ± 1.000,6	8.959,1 ± 1.132,2	0,705
Radiación total (Gy. 10 ⁻³)	1.545,3 ± 190,9	1.649,6 ± 219,8	0,724
DPO (Sv. 10 ⁻⁶)	40,4 ± 5,9	36,7 ± 5,4	0,642

PK_A: producto KERMA-área; DPO: dosis de primer operador; Gym²: Gray por metro cuadrado; Sv: Sievert. seg: segundos. Los valores se expresan en el sistema internacional de medidas.

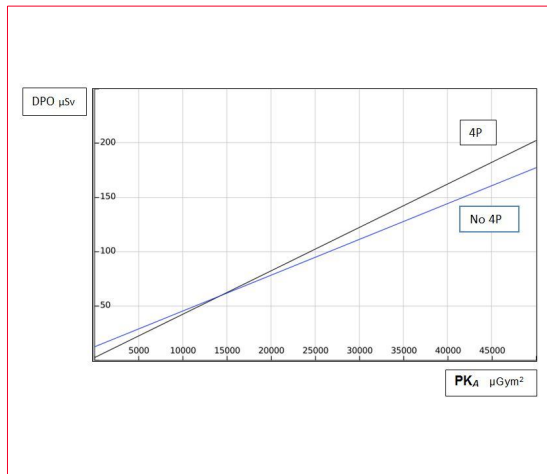


Figura 4. Correlación entre el PK_A con y sin 4p y la DPO. PK_A: producto KERMA-área. DPO: dosis del primer operador. μGym²: micro Gray por metro cuadrado. μSv: micro Sievert.

to de que la misma bloquea la emisión de radiación dispersa desde la zona pélvica. De esta manera sería un novel dispositivo de protección radiológica potencialmente muy útil, sencillo de instrumentar, económico, y con eficacia demostrada en poblaciones seleccionada en procedimientos diagnósticos⁽¹⁸⁾.

El presente trabajo no comprobó una disminución significativa de la DPO con la utilización de la protección pélvica plomada envolvente. De acuerdo con estos resultados, además, la dosis recibida (DPO) presenta una relación directa con la dosis emitida (PK_A) y dicha relación es similar en el grupo 4P y no 4P. Este resultado nos hace cuestionar si realmente la zona pélvica y el sector proximal de los miembros inferiores (zona cubierta por 4P) son una

fuente importante de radiación dispersa en estos procedimientos. Otros aspectos a considerar son el carácter envolvente de la pollera plomada y el circuito de retroalimentación que existe entre el brillo de la imagen y la dosis emitida por el angiógrafo, en el sentido de que si en los bordes de la imagen se incluyera por error la pollera plomada, el angiógrafo compensaría con mayor dosis de radiación y esto distorsionaría la interpretación de los resultados. Asimismo, si la radiación dispersa se encuentra muy eficientemente reducida por los dispositivos de protección radiológica estándar, la diferencia entre los pacientes con o sin pollera protectora pélvica no sería significativa con el número de pacientes incluidos en este trabajo.

La población analizada en este estudio se destaca en dos aspectos: elevada proporción de procedimientos de urgencia por síndrome coronario agudo con y sin elevación del segmento ST y un índice de masa corporal (IMC) promedio de 28,3 Kg/m², evidenciando sobrepeso. Ambos factores influyen en el mismo sentido aumentado la DPO por razones diferentes. Durante los procedimientos de urgencia en el “mundo real” las medidas de radioprotección habituales, en especial la mampara colgante, no permanece siempre en la posición ideal con la consiguiente mayor exposición a radiación del operador. Por otra parte, la radiación directa absorbida y la radiación dispersa emitida por el paciente son proporcionales a la masa corporal, por lo que a mayor peso del paciente mayor radiación para el PO. Estas características generan condiciones propicias para contestar la pregunta principal de este trabajo, en el sentido de que el PO se encuentra más expuesto que lo habitual a la radiación dispersa y la protección pélvica plomada aplicada al paciente, de acuerdo a

la racionalidad de este trabajo, podría ser más beneficiosa comparada con condiciones ideales.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores referidos en la literatura internacional como estándar de DPO para AC y ATC y los valores obtenidos en nuestro estudio, lo que está de acuerdo con la estandarización de los procedimientos realizados; sin embargo, la elevada proporción de pacientes con sobrepeso y de estudios de urgencia, podría explicar que los valores de DPO estén cercanos a los máximos reportados a nivel internacional.

Por otra parte, el dosímetro electrónico en este trabajo, así como en otros, incluyendo los que demuestran la eficacia de la protección pélvica, se encuentra ubicado en el protector cervical sobre el lado izquierdo del PO, por lo que registra la radiación dispersa promedio, no pudiendo comprobar una disminución de la radiación específica desde la zona pélvica.

Limitaciones del estudio

Se considera que es un número reducido de pacientes, que se utilizó un solo dosímetro y que no se discriminó la angulación del arco en C del angiografo.

Conclusiones

En este escenario del “mundo real”, el uso de 4P no se asoció con una disminución de la DPO ni con un cambio en la relación PK_A -DPO en procedimientos de AC o ATC por ARD, realizados por operadores con valores promedio de radiación aceptables internacionalmente.

Son necesarios más estudios para definir el rol de la pollera pélvica plomada entre las medidas de radioprotección en la práctica diaria.

Bibliografía

1. **Mettler FA, Thomadsen BR, Bhargavan M, Gillely DB, Gray JE, Lipoti JA, et al.** Medical radiation exposure in the U.S. in 2006: preliminary results. *Health Phys* 2008;95(5): 502-7.
2. **Pantos I, Patatoukas G, Katritsis DG, Efsthopoulos E.** Patient radiation doses in interventional cardiology procedures. *Curr Cardiol Rev* 2009;5(1):1-11.
3. **Vano E.** Radiation exposure to cardiologists: how it could be reduced. *Heart* 2003;89(10):1123-4.
4. **Hirshfeld JW, Balter S, Brinker JA, Kern MJ, Klein LW, Lindsay BD, et al.** ACCF/AHA/HRS/SCAI Clinical competence statement on physician knowledge to optimize patient safety and image quality in fluoroscopically guided invasive cardiovascular procedures. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians task force on clinical competence and training. *J Am Coll Cardiol* 2004;44(11):2259 -82.
5. **Finkelstein MM.** Is brain cancer an occupational disease of cardiologists? *Can J Cardiol* 1998;14(11): 1385-8.
6. **Jolly SS, Amlani S, Hamon M, Yusuf S, Mehta SR.** Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am Heart J* 2009;157(1):132-40.
7. **Mercuri M, Mehta S, Xie C, Valettas N, Velianou JL, Natarajan MK.** Radial artery access as a predictor of increased radiation exposure during a diagnostic cardiac catheterization procedure. *J Am Coll Cardiol Intv* 2011;4(3):347-52.
8. **Jolly SS, Niemelä K, Xavier D, Widimsky P, Budaj A, Valentin V, et al.** Design and rationale of the radial versus femoral access for coronary intervention (RIVAL) trial: a randomized comparison of radial versus femoral access for coronary angiography or intervention in patients with acute coronary syndromes. *Am Heart J* 2011;161(2):254-60. e1-4
9. **Bertrand OF, Rao SV, Pancholy S, Jolly SS, Rodes-Cabau J, Larose E, et al.** Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc Interv.* 2010; 3(10): 1022-31. doi: 10.1016/j.jcin.2010.07.013.
10. **Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschildre A, Duval S, Vitry F, et al.** Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Eur Heart J* 2008; 29(1):63-70.
11. **Geijer H, Persliden J.** Radiation exposure and patient experience during percutaneous coronary intervention using radial and femoral artery access. *Eur Radiol* 2004;14(9):1674-80.
12. **Fernández-Portales J, Raúl Valdesuso, Raúl Carreras, Javier Jiménez-Candil, Ana Serrador, Sebastián Román et al.** Vía radial derecha o izquierda en la coronariografía. Importancia en la curva de aprendizaje. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59(10):1071-4.
13. **Durán A, Hian SK, Miller DL, Le Heron J, Padovani R, Vano E.** Recommendations for occupational radiation protection in interventional cardiology. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;82(1):29-42.
14. **Vano E, Kleiman NJ, Duran A, Rehani MM, Echeverri D, Cabrera M.** Radiation cataract risk

- in interventional cardiology personnel. *Radiat Res* 2010;174(4): 490-5.
15. **Sánchez RM, Vano E, Fernández JM, Escaned J, Goicolea J, Pifarré X.** Resultados iniciales de un programa nacional para el seguimiento de dosis de radiación en pacientes de cardiología intervencionista. *Rev Esp Cardiol* 2014;67(1):63-5.
 16. **Kim KP, Miller DL, Balter S, Kleinerman RA, Linet MS, Kwon D, et al.** Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures. *Health Phys* 2008;94(3):211-27.
 17. **Tsapaki V, Kottou S, Vano E, Komppa T, Pado-vani R, Dowling A, et al.** Occupational dose constraints in interventional cardiology procedures: the DIMOND approach. *Phys Med Biol* 2004; 49(6):997-1005.
 18. **Lange HW, von Boetticher H.** Reduction of radiation dose by pelvic lead shield during cardiac catheterization by radial access: comparison with femoral access. *JACC Cardiovasc Interv* 2012;5(4): 445-9.