



PATIENT RADIATION DOSES FROM NEURORADIOLOGY PROCEDURES

M.J. García-Román¹, E. Prada-Martínez², J. Abreu-Luis¹, J. Hernández-Armas¹

¹ Servio de Física Médica. Hospital, Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain

² Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain

Abstract

Following the presentation of radiation-induced deterministic effects by some patients undergone neuroradiological procedures during successive sessions, like temporary epilation, in the 'Hospital Universitario de Canarias', measurements were made of dose to patients. The maximum dose-area product measured by ionization chamber during these procedures was 39617 cGy·cm² in a diagnostic of aneurysm and the maximum dose to the skin measured by thermoluminescent dosimeters (TLDs) was 462.53 mGy. This can justify certain deterministic effects but it is unlikely that the patients will suffer serious effects from this skin dose. Also measurements were made of effective dose about two usual procedures, embolisation of tumour and embolisation of aneurysm. These procedures were reproduced with an anthropomorphic phantom Rando and doses were measured with TLDs. Effective doses obtained were 3.79 mSv and 4.11 mSv, respectively. The effective dose valued by the program EFFDOSE was lesser than values measured with TLDs.

1. Introducción

Las determinaciones de los niveles de dosis a pacientes en exploraciones de Neuro-radiología, constituyen un factor clave para el subsiguiente establecimiento de medidas de protección radiológica. Se han realizado algunas determinaciones de estas dosis [1-4] y puede concluirse que, en general, se suministran dosis relativamente altas en la cabeza de los pacientes, que pueden, incluso ocasionar efectos determinísticos tales como depilación temporal y eritemas. Los valores publicados de dosis a pacientes no son coincidentes incluso entre exploraciones similares, debido a las profundas diferencias que pueden darse entre los pacientes, a la diversa instrumentación utilizada y al grado variable de preparación y experiencia entre el personal que realiza estos procedimientos.

Para establecer los riesgos asociados con la exposición de los pacientes a radiaciones en neuro-radiología se ha recomendado la utilización de la magnitud dosis equivalente [5], aunque también se ha indicado la conveniencia de usar la magnitud dosis efectiva [6], cuya evaluación puede ser problemática [7]. En Europa está muy extendido el uso de la magnitud Producto Dosis Área (PDA) para la caracterización dosimétrica de procedimientos radiológicos. El objetivo de este trabajo es determinar los valores de magnitudes dosimétricas características de 3 tipos de exploraciones neuro-radiológicas realizadas en el Hospital Universitario de Canarias (Tenerife - España) y estimar el nivel de riesgos estocásticos y determinísticos de los pacientes sometidos a las mismas.

2. Material y método

Se analizaron 25 casos en procedimientos de neuro-radiología diagnóstica o intervencionista realizados durante el año 2000. Todos los estudios fueron realizados por el mismo neuroradiólogo utilizando un equipo de angiografía por sustracción digital marca Philips modelo Integris 3000, con el generador e intensificador de imágenes propios del equipo y con capacidad para proporcionar campos circulares. El tubo de rayos X y el intensificador de imágenes está dispuesto en un arco tipo C. El haz de rayos X tiene una filtración equivalente a

3.5 mm de aluminio. El equipo ajusta automáticamente el potencial y la corriente del tubo, si bien puede conocerse el rango de kV usado, que varió entre 62 y 97.

La técnica angiográfica empleada en todos los procedimientos de neuro-radiología realizados en el Hospital Universitario de Canarias, implica la inyección automática de un agente de contraste yodado por arteria femoral.

Para la medida del PDA se utilizó, en todos los estudios, una cámara de ionización de transmisión marca PTW modelo Diamentor M2, que permite obtener directamente el valor del PDA en $\text{cGy}\cdot\text{cm}^2$. La cámara se adosó al diafragma del tubo de rayos X, tras el filtro de aluminio y su sistema de registro se situó en la zona protegida. Los datos correspondientes a cada estudio se recogían mediante un seguimiento permanente del desarrollo del procedimiento que, en algunas ocasiones, podía prolongarse durante varias horas. Se obtuvieron, separadamente, los valores del PDA debidos al uso de rayos X en modo escopia y en modo grafía, así como las distintas proyecciones utilizadas en cada momento.

Adicionalmente, en 6 de los pacientes, se colocaron 4 dosímetros termoluminiscentes de LiF (TLD modelo 100 Harshaw Chemical), adosados a la piel del paciente en aquellas zonas donde se consideraba más probable que se alcanzaran los mayores valores de irradiación: huesos fronto-temporoparietales izquierdo y derecho, frontal a la altura de las cejas y sobre la región nasal. Siempre se midieron las dosis registradas por los dosímetros antes de que transcurrieran 24 horas después de su irradiación con un lector Harshaw 4000. Los resultados se muestran en la *Tabla II*.

La irradiación controlada de los dosímetros utilizados, realizada por un laboratorio oficial de calibración, puso de manifiesto que la respuesta de los mismos era lineal en las diversas energías de rayos X utilizadas.

Una vez finalizada la recogida de los datos en los pacientes reales, se llevó a cabo una medida de dosis en un maniquí antropomórfico tipo Rando con el que se reprodujeron, en el mismo equipo radiológico y por el mismo neuro-radiólogo, las exploraciones realizadas con los valores medios de los datos medidos sobre los pacientes. El proceso se llevó a cabo para dos de las exploraciones estudiadas, colocando un total de 59 dosímetros termoluminiscentes en el maniquí, situando en su superficie y en 'órganos' o 'tejidos' interiores de forma que proporcionaran datos que permitieran calcular la dosis efectiva.

3. Resultados y discusión

En la *Tabla I* se presentan datos de las exploraciones realizadas y los valores de PDA en cada una de ellas.

Destaca la gran variación de tiempos de escopia y valores del PDA, incluso tratándose del mismo estudio, debido, básicamente, al distinto grado de complejidad del caso de cada paciente.

En la *Tabla II* se muestran los resultados de las dosis medidas con dosímetros termoluminiscentes. Se observa que los dosímetros colocados en uno de los lados de la cabeza dan valores de dosis superiores debido a que la exploración se realizó con predominio de la irradiación de uno de los lados, según donde estuviera localizada la lesión.

Tabla I. Producto dosis área medido en los distintos procedimientos

Tipo de estudio	Campo de radiación (cm)	FLUOROSCOPIA				GRAFÍA		PDA Total cGy·cm ²
		kV	mA	Tiempo (s)	PDA cGy·cm ²	Nº exposiciones	PDA cGy·cm ²	
1. D.A.	20	78 – 90	4.3 – 6	112	387	58	2887	3274
2. D.A.	17	74 – 91	4.6 – 6	205	662	132	7490	8152
3. D.A.	20	73 – 97	2.5 – 2.8	4904	20462	317	19155	39617
4. D.A.	17, 20	73 – 96	3.9 – 5.8	2835	8549	131	9956	18508
5. D.A.	17, 20	67 – 77	3.8 – 4.9	162	626	120	7315	7941
6. D.A.	17, 20	67 – 80	3.7 – 5.9	246	1279	138	11214	12493
7. D.A.	17, 20	67 – 84	3.1 – 5.8	264	900	136	7239	8139
1. E.A.	20	62 – 87	2.4 – 5.9	2717	13315	135	8717	22032
2. E.A.	20	67 – 73	3.9 – 5	2640	5588	374	22548	28136
3. E.A.	20	67 – 72	3.8 – 5.6	264	665	176	866	9325
4. E.A.	20	67 – 72	2.4 – 5.6	42	126	60	3259	3385
5. E.A.	20	71 – 83	3.8 – 4.8	1051	2755	180	8411	11166
6. E.A.	17, 20	73 – 76	3.8 – 4.9	143	544	58	3134	3678
7. E.A.	17, 20	71 – 78	3.1 – 5.3	1337	5514	143	8510	14024
8. E.A.	20, 25	67 – 74	2.4 – 4.2	2708	4767	358	8279	13046
9. E.A.	20	70 – 86	3.9 – 4.8	2766	987	268	11637	12624
10. E.A.	20	71 – 77	3.4 – 3.9	153	429	72	4086	4515
11. E.A.	20	75 – 92	4.4 – 5.9	3684	20837	249	15253	36090
12. E.A.	17	67 – 87	4.7 – 6.0	1500	11436	151	12286	23722
13. E.A.	17, 20	66 – 83	2.5 – 5.8	1686	11775	194	14021	25796
1. E.T.	20	73 – 82	3.5 – 5.9	232	828	140	8782	9610
2. E.T.	17, 20	70 – 87	3.2 – 6	247	803	98	5071	5874
3. E.T.	20	71 – 78	4.9 – 5.8	823	3627	177	10401	14028
4. E.T.	20	77 – 91	4.3 – 5.8	1854	5065	209	9601	14666
5. E.T.	17, 20	62 – 81	2.2 – 5.7	996	5664	243	20135	25799

D.A.= Diagnóstico de Aneurisma; E.A.= Embolización de Aneurisma; E.T.= Embolización de Tumor.

En la *Tabla III* se presentan los valores medios de dosis medidos en órganos del maniquí antropomórfico Rando, así como los resultados de las dosis medidas con dosímetros superficiales.

Aplicando los factores de ponderación propios de cada tejido u órgano propuestos en las Recomendaciones ICRP 60⁽⁸⁾, puede calcularse la dosis efectiva recibida por el fantoma RANDO, ($E = \sum w_T H_T$). Obteniendo las contribuciones $H_{\text{médula ósea roja}}$ y $H_{\text{superficie ósea}}$ mediante simulación con el programa Effdose, se llegó a una dosis efectiva, con los órganos que se había medido, de 3.79 mSv para embolización de tumor y 4.11 mSv para embolización de aneurisma.

Tabla II. Dosis en distintos puntos de la cabeza de los pacientes

Paciente	Tiempo escopia, s	Nº exposiciones	Posición	Dosis (mGy)
5. D.A.	162	120	Frontal	3.99
			Región nasal	3.84
			Temporoparietal dcho.	162.50
			Temporoparietal izdo.	107.55
6. D.A.	246	152	Frontal	9.02
			Región nasal	4.58
			Temporoparietal dcho.	63.37
			Temporoparietal izdo.	281.14
7. D.A.	264	136	Frontal	3.40
			Región nasal	3.05
			Temporoparietal dcho.	0.03
			Temporoparietal izdo.	90.86
12. E.A.	1500	151	Frontal	8.81
			Región nasal	6.31
			Temporoparietal dcho.	0.55
			Temporoparietal izdo.	16.89
13. E.A.	1686	194	Frontal	13.97
			Región nasal	7.65
			Temporoparietal dcho.	68.79
			Temporoparietal izdo.	15.24
5. E.T.	996	243	Frontal	7.09
			Región nasal	0.01
			Temporoparietal dcho.	86.49
			Temporoparietal izdo.	462.53

Dcho.= derecho, Izdo.=izquierdo

Tabla III. Dosis en piel y órganos en reproducción de procedimientos con fantoma Rando

Órgano/Tejido	Nº_TLDS Colocados	Dosis en Procedimiento (mGy)	
		E.T.	E.A.
Ovarios	2	0.12	0.10
Testículos	1	0.13	0.05
Colon	8	0.17	0.19
Pulmón	16	0.78	1.26
Estómago	1	0.22	0.35
Vejiga	1	0.09	0.12
Mama	2	0.61	1.85
Hígado	5	0.18	5.16
Esófago	3	1.46	7.02
Tiroides	1	2.24	7.7
Superficie cabeza	13	206.35	36.37
Cristalino	2	11.83	396.61
Glándulas parótidas	2	14.28	13.61
Oído medio	2	202.77	206.12

4. Conclusión

Comparando con otros datos publicados [2], podemos ver como los valores de PDA con los que se trabaja en el Hospital Universitario de Canarias son del orden que los impartidos en otros lugares. Se pudo ver como cada proyección tiene una contribución diferente al DAP por lo que la dosis recibida por el paciente puede ser reducida minimizando el uso de aquellas proyecciones específicas. Otros factores para la reducción de la dosis pueden ser alternar la entrada del haz de radiación entre caras opuestas, reducir el campo a la región de interés o hacer uso de filtración adicional.

Los procedimientos de neuro-radiología pueden causar dosis de radiación relativamente altas en la región craneofacial, pero en los casos estudiados, la máxima dosis en piel (462.53 mGy en el caso 5 E.T.) está muy por debajo de la dosis conocida que causa depilación temporal (3 Gy) o eritema local (6 Gy). Asimismo, para el valor más alto de dosis efectiva, 4.11 mSv, y usando el coeficiente de cáncer mortal publicado por la International Commission on Radiological Protection [5], $5 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$, con este valor de dosis se provocaría un cáncer mortal por cada 4886 estudios. Este riesgo es bastante menor que el asociado a la enfermedad por la cual el paciente se somete a un procedimiento de neuro-radiología.

Los valores de dosis efectiva medidos con la reproducción de los procedimientos con el fantoma supera en la mayoría de los órganos a la obtenida con el programa de simulación Effdose y esto se refleja en la dosis efectiva que para el último de los métodos fue 2.02 mSv (E.T.) y 1.77 mSv (E.A.).

Referencias

- [1] Mooney, R.B.; Mc Kinstry, C. S. and Kamel, H. A. M.. Absorbed dose and deterministic effects to patients from intervencional neuroradiology. *The British Journal of Radiology* 73 (2000), 745 – 751.
- [2] Bergron, P.; Carrier, R.; Roy, D.; Blais, N. and Raymond, J. Radiation doses to patients in neurointervencional procedures. *American Journal Neuroradiology* 15: 1809 – 1812, Nov 1994.
- [3] Gkanatsios, N. A.; Huda, W.; Peters, K. R. and Freeman, J.A. Evaluation on an On-line Patient Exposure Meter in Neuroradiology. *Medical Physics*. 1997; 203: 837 – 842.
- [4] Prada, E.; Abreu, J., Guerra, M. S. and Hernández-Armas, J. Producto Dosis-Área en Pacientes de Neuroradiología. *Radioprotección*. Septiembre 2000: 328 – 330.
- [5] International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Recommendations of the International on radiological*. ICRP Publication 60. Oxford, England: Pergamon Press 1977; 21: (1 – 3): 54.
- [6] Huda, W.; Lentle, B.; Sutherland, J. B.; *The Effective Doses Equivalent in Radiology*. *Can Assoc Radiol J* 1989; 40: 3 – 4.
- [7] Sowby D. *Efffective Dose Equivalent*. *Can Assoc Radiol J* 1989; 40: 332.
- [8] ICRP, 1991. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. SERP publication. Madrid 1995.