

Dosimetría en Fluoroscopia

TM Daniel Castro Acuña, MSc

Dpto. Tecnología Médica

Hospital Clínico

Universidad de Chile

Introducción



- La fluoroscopia, particularmente cuando involucra procedimientos **intervencionalistas**, puede implicar para el paciente riesgos tanto de efectos estocásticos como **deterministas**.
- **Lesiones en la piel** en estos pacientes puede llegar a observarse si las dosis de radiación supera los umbrales para su aparición.

Introducción

Resumen de los principales efectos deterministas a nivel de tejido u órgano
(radiación de baja LET y exposición aguda)



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tejido	Efecto	Periodo de latencia aproximado	Umbral aproximado (Gy)	Dosis que producen efectos severos	Causa
Sistema hematopoyético	Infecciones Hemorragias	2 semanas	0,5	2,0	Leucopenia Plaquetopenia
Sistema Inmune	Inmunosupresión	Algunas horas	0,1	1,0	Linfopenia
Sistema gastrointestinal	Infección sistémica Deshidratación Desnutrición	1 semana	2,0	5,0	Lesión del epitelio intestinal
Piel	Escamación	3 semanas	3,0	10,0	Daño en la capa basal
Testículo	Esterilidad	2 meses	0,2	3,0	Aspermia celular
Ovario	Esterilidad	< 1 mes	0,5	3,0	Muerte interfásica del oocito
Pulmón	Neumonía	3 meses	8,0	10,0	Fallos en la barrera alveolar
Cristalino	Cataratas	> 1 año	0,2	5,0	Fallos en la maduración
Tiroides	Deficiencias metabólicas	< 1 año	5,0	10,0	Hipotiroidismo
Sistema nervioso central	Encefalopatías y mielopatías	Muy variable según dosis	15,0	30,0	Demielinización y daño vascular

Introducción

- Publicación 85 de ICRP, año 2000.
- Caso:
 - Paciente hombre, 40 años.
 - Se le realiza angiografía coronaria diagnóstica, posteriormente angioplastia coronaria y finalmente una segunda angiografía debido a complicaciones.
 - Dosis absorbida en piel de probablemente 20 Gy.

Introducción



6-8 semanas



16-21 semanas

Introducción



18 – 21 semanas

Introducción



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

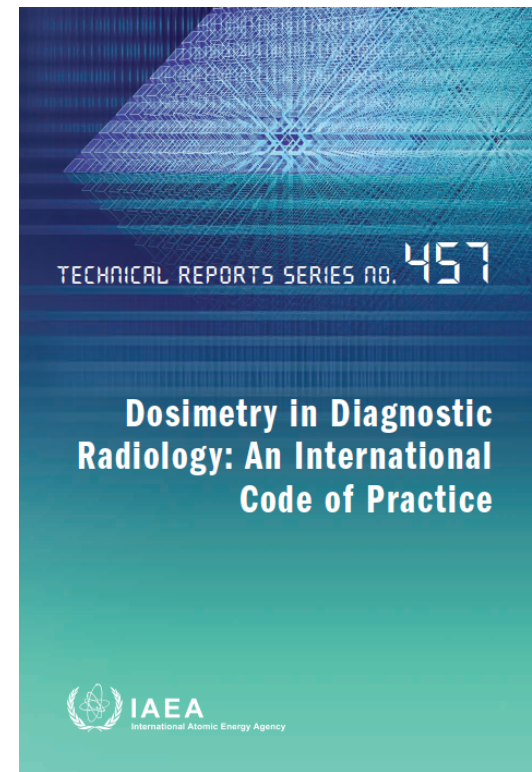
¿Qué magnitudes dosimétricas
pueden utilizarse en
fluoroscopia?

Código de Práctica Internacional



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

- El OIEA recomienda 2 magnitudes:
- Tasa de kerma en aire en la superficie de entrada. $\dot{K}_e$
 - Magnitud principal para mediciones con uso de fantomas.
- Producto Kerma en aire – área. P_{KA}
 - Para mediciones en paciente.
 - Relacionada con la energía impartida al paciente y la dosis efectiva.



Magnitudes dosimétricas

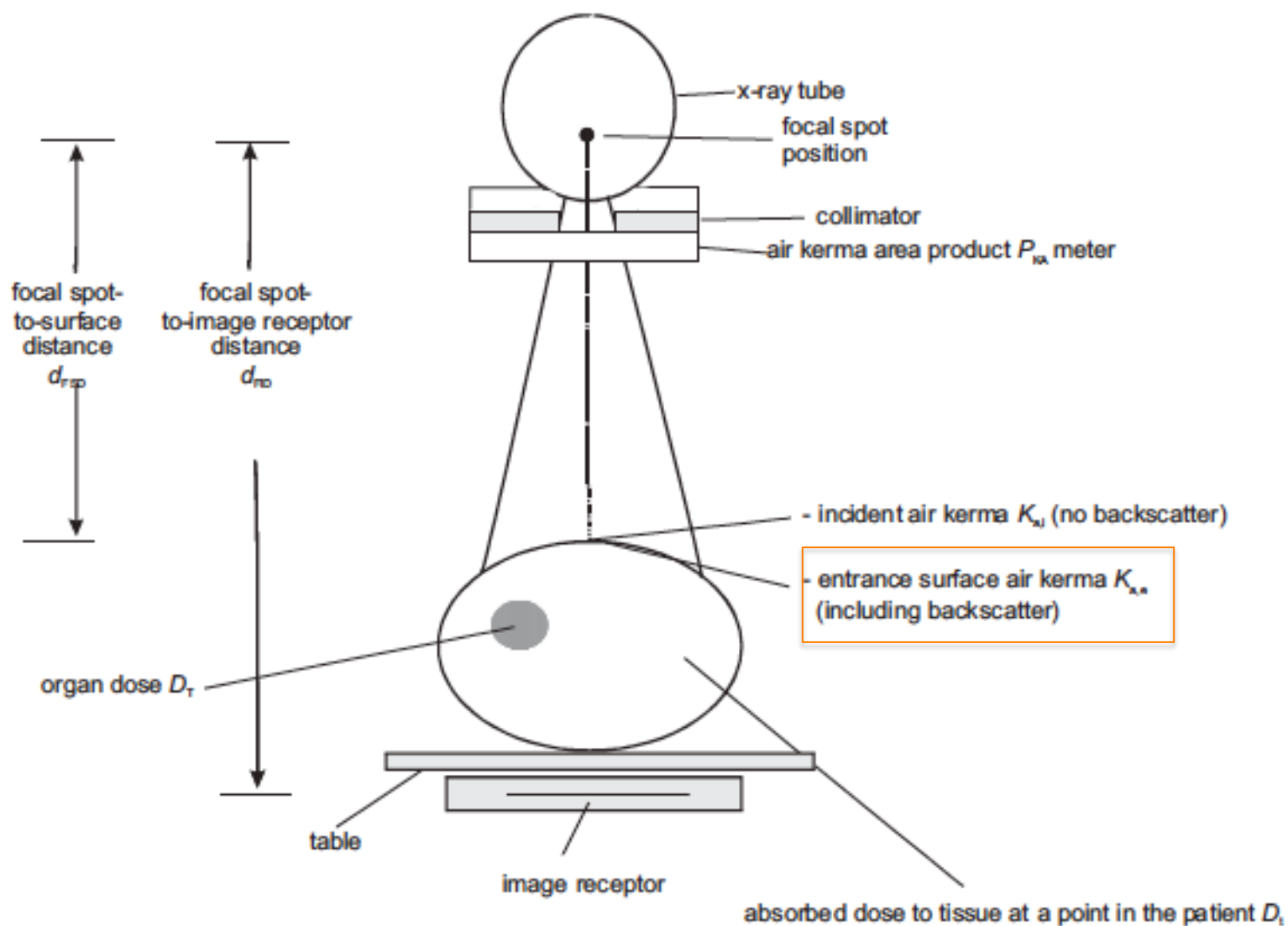


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

- Kerma en aire en la superficie de entrada (ICRU 74).
 - Kerma en aire en el eje central del haz de rayos X en el punto donde el haz entra en el paciente o fantoma.
 - Se incluye la contribución del backscatter.
 - Medido en Gy.

$$K_{a,e} = K_{a,i}B$$

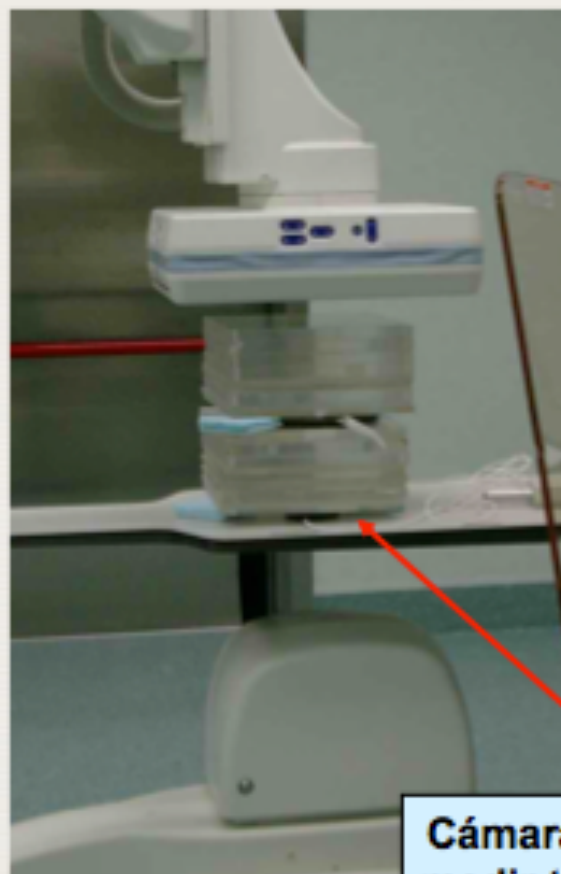
- B: Factor de backscatter.



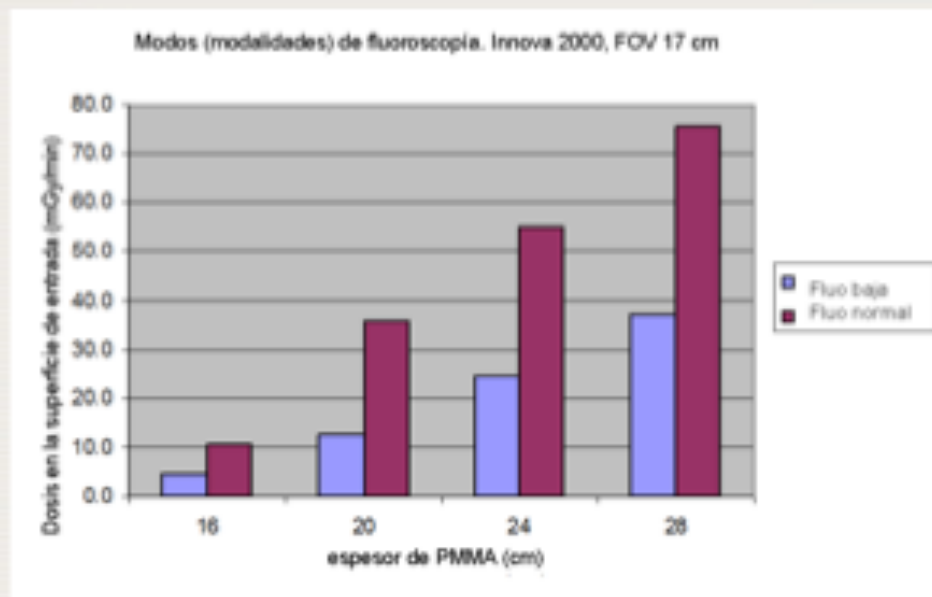
Modo fluoroscopia:

ejemplos de tasas de kerma en aire

Kerma en aire en la superficie de entrada para diferentes modos de fluoroscopia y espesores de paciente



Cámara de ionización para medir tasa de kerma en aire en la superficie de entrada del maniquí (K_e)



CUADRO VIII.1. FACTORES DE RETRODISPERSIÓN, *B*, PARA AGUA, TEJIDO ICRU Y PMMA PARA 21 CALIDADES DE HACES DE RAYOS X DIAGNÓSTICOS Y PARA TRES TAMAÑOS DE CAMPO, A UNA DISTANCIA FOCO PIEL DE 1000 mm*

Potencial del tubo (Kv)	Filtro	Factor de retrodispersión (<i>B</i>)									
		Tamaño del campo...	100 mm x 100 mm			200 mm x 200 mm			250 mm x 250 mm		
		CHR (mm Al)	agua	Tejido ICRU	PMMA	agua	tejido ICRU	PMMA	agua	Tejido ICRU	PMMA
50	2.5 mm Al	1.74	1.24	1.25	1.33	1.26	1.27	1.36	1.26	1.28	1.36
60	2.5 mm Al	2.08	1.28	1.28	1.36	1.31	1.32	1.41	1.31	1.32	1.42
70	2.5 mm Al	2.41	1.30	1.31	1.39	1.34	1.36	1.45	1.35	1.36	1.46
70	3.0 mm Al	2.64	1.32	1.32	1.40	1.36	1.37	1.47	1.36	1.38	1.48
70	3.0 mm Al + 0.1 mm Cu	3.96	1.38	1.39	1.48	1.45	1.47	1.58	1.46	1.47	1.59
80	2.5 mm Al	2.78	1.32	1.33	1.41	1.37	1.39	1.48	1.38	1.39	1.50
80	3.0 mm Al	3.04	1.34	1.34	1.42	1.39	1.40	1.51	1.40	1.41	1.52
80	3.0 mm Al +0.1 mm Cu	4.55	1.40	1.40	1.49	1.48	1.50	1.61	1.49	1.51	1.63
90	2.5 mm Al	3.17	1.34	1.34	1.43	1.40	1.41	1.51	1.41	1.42	1.53
90	3.0 mm Al	3.45	1.35	1.36	1.44	1.42	1.43	1.53	1.42	1.44	1.55
90	3.0 mm Al +0.1 mm Cu	5.12	1.41	1.41	1.50	1.50	1.51	1.62	1.51	1.53	1.65
100	2.5 mm Al	3.24	1.34	1.34	1.42	1.40	1.41	1.51	1.41	1.42	1.53
100	3.0 mm Al	3.88	1.36	1.37	1.45	1.44	1.45	1.55	1.45	1.46	1.57
100	3.0 mm Al +0.1 mm Cu	5.65	1.41	1.42	1.50	1.51	1.53	1.64	1.53	1.55	1.66

Magnitudes dosimétricas

- La tasa de esta magnitud es el incremento de kerma en aire en la superficie de entrada $dK_{a,e}$ en un intervalo de tiempo dt .

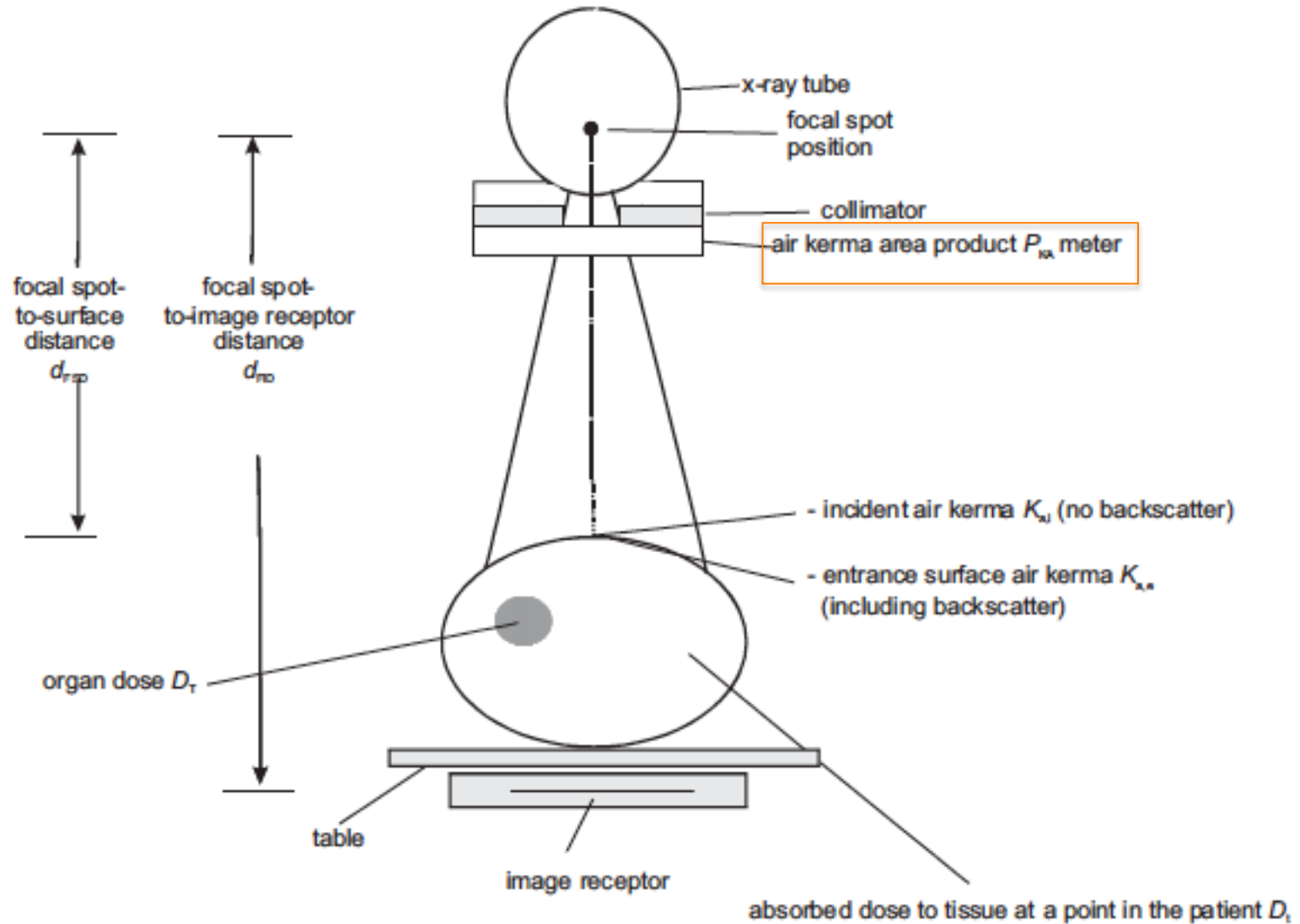
$$\dot{K}_{a,e} = \frac{dK_{a,e}}{dt}$$

- Medido en Gy/s.

Magnitudes dosimétricas

- Producto Kerma en aire – área (ICRU 74).
 - Es la integral del kerma en aire libre sobre el área A del haz de rayos X en un plano perpendicular al eje del haz.
 - Medido en Gy*cm² o Gy*m².

$$P_{KA} = \int_A K_a(A) dA$$





Other important elements of the X ray systems



Transmission chamber and collimators

Magnitudes dosimétricas

- Si el kerma en aire es constante sobre el área del haz de rayos X,

$$P_{KA} = \int_A K_a(A) dA = K_a A$$

- Esto es aproximadamente válido para áreas pequeñas.

Magnitudes dosimétricas

- P_{KA} tiene una propiedad muy útil.
- Si la atenuación y la dispersión en aire, y la radiación extra focal, pueden despreciarse.
- Su valor es **invariante** con el cambio de distancia al punto focal.
 - No debe haber contribución de backscatter por parte del paciente o fantoma.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿Cómo podemos medir estas magnitudes?

Código de práctica del OIEA

- Dosimetría en fluoroscopia

Fluoroscopia	Maniquí	Tasa de kerma en aire en la superficie de entrada	Medido directamente en un maniquí o calculado a partir del kerma en aire incidente usando factores de retrodispersión
	Paciente	Producto kerma en aire-área	También se mide la dosis máxima en piel. Como los métodos no están estandarizados, no están incluidos en este Código de práctica

Medición usando fantomas

- La recomendación es utilizar fantomas de **agua**, y opcionalmente de **PMMA**.
- En estas mediciones es importante que el detector que se utilice sea sensible a radiación directa y producto de **retrodispersión**.
- Si el detector no lo es, se recomienda medir la tasa de kerma incidente y corregir por factores de backscatter apropiados.

Medición usando fantomas

- ¿Qué se utiliza?
 - Detector de radiación (cámara de ionización o estado sólido) calibrado para las calidades de haz de fluoroscopia.
 - Fantoma de agua de 200 mm de espesor y área de 300 x 300 mm.
 - Fantoma de agua adicional de 100 mm de espesor y área de 300 x 300 mm.
 - Termómetro-barómetro.

Medición usando fantomas



- El fantoma de 200 mm se utiliza para representar al paciente adulto estándar.
- Pacientes de mayor contextura se representan agregando los restantes 100 mm.

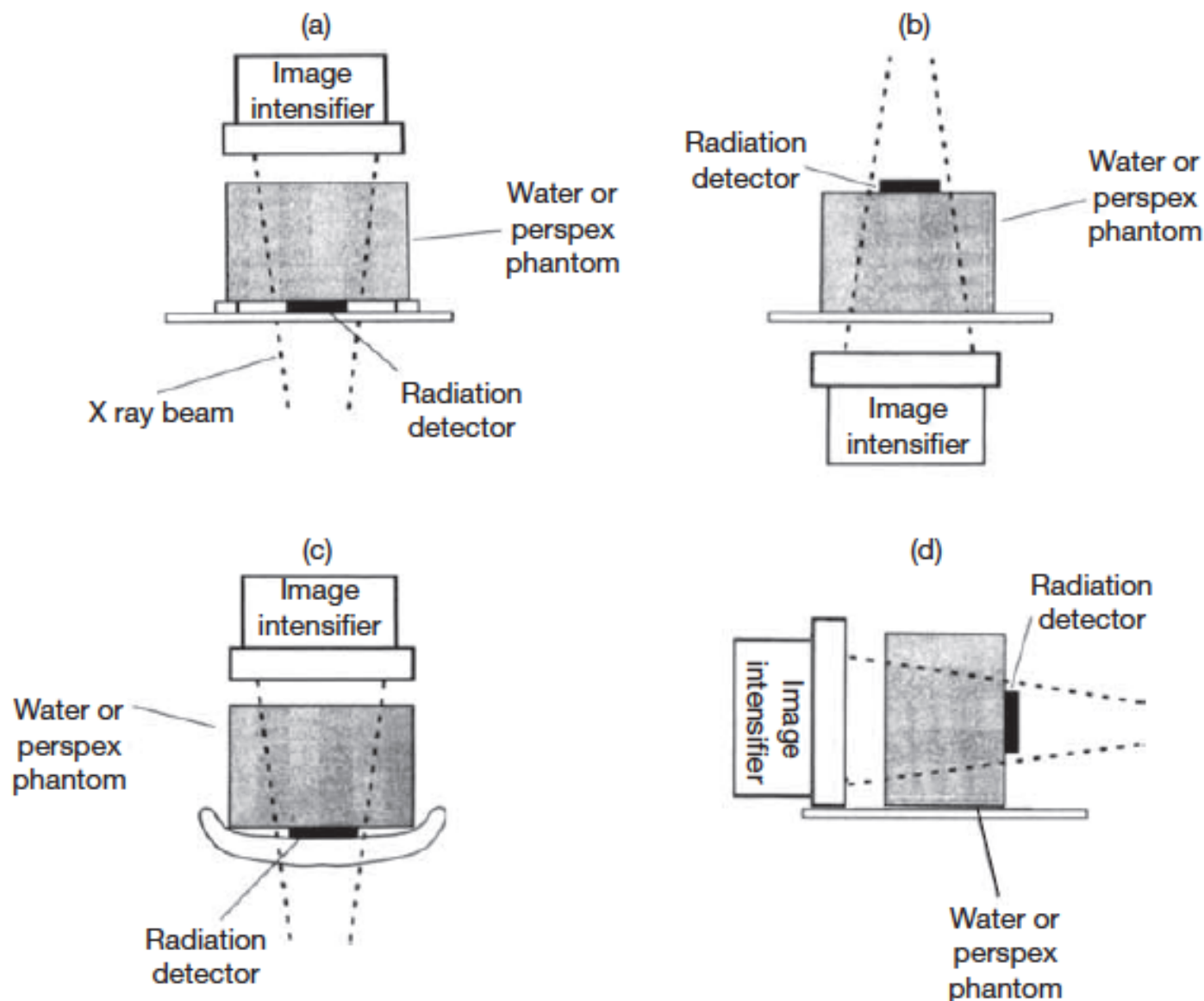


FIG. 8.4. Configuration for measurement of patient entrance surface air kerma: (a) an under couch installation, (b) an over couch installation, (c) a C-arm unit, (d) C-arm unit, lateral exposures or when a couch used clinically is not available (after Martin et al. [8.12]).

Medición usando fantomas

- Cálculo:

$$\dot{K}_e = \bar{\dot{M}} N_{K,Q_0} k_Q k_{TP}$$

- M: promedio de 3 mediciones.
- N_{K,Q_0} : factor de corrección de laboratorio patrón.
- k_Q : factor de corrección por calidad del haz.
- k_{TP} : factor de corrección por temperatura y presión.

$$k_{TP} = \left(\frac{273.2 + T}{273.2 + T_0} \right) \left(\frac{P_0}{P} \right)$$

To: 20 °C

Po: 101,3 kPa

Medición usando fantomas

- Variaciones:
- Si se ocupa **PMMA** en vez de agua como fantoma.

$$\dot{K}_e = \bar{M}N_{K,Q_0} k_Q k_{TP} \frac{B_w}{B_{PMMA}}$$

- Si el detector **no es sensible** a retrodispersión.

$$\dot{K}_e = \bar{M}N_{K,Q_0} k_Q B_w$$

Medición usando fantomas



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

TABLE 8.4. FACTORS WHICH CONTRIBUTE TO THE MEASUREMENT OF UNCERTAINTY IN THE DETERMINATION OF ENTRANCE SURFACE AIR KERMA RATE IN FLUOROSCOPY

Source of uncertainty	Uncertainty ($k = 1$) (%)		
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Measurement scenario (see Table 8.2)	6.3	3.5	2.7
Precision of reading	1.0 ^a	0.6 ^b	0.6 ^b
Uncertainty in measurement position ^c	0.6	0.6	0.6
Uncertainty in detector response to backscattered radiation	3.0	3.0	3.0
Relative combined standard uncertainty ($k = 1$)	7.1	4.7	4.1
Relative expanded uncertainty ($k = 2$)	14.2	9.4	8.2

^a One single reading taken.

^b Standard deviation of the mean of three readings.

^c Corresponding to 2 mm in the positioning of detector at a distance 500 mm from the X ray focus.

Medición en pacientes



- La cámara de transmisión **ubicada a la salida del tubo de rayos X** permite registrar las variaciones que se producen durante un procedimiento y que tienen influencia sobre la dosis que recibe un paciente.
- La cámara **no afecta** la realización del examen y permite registro en tiempo real.

Medidores de P_{KA}

- Medidor de P_{KA} con cámara de ionización plana transparente.



En algunos sistemas:

- P_{KA} se calcula a partir de kV, filtración, mAs y posiciones de los diafragmas.

Medición en pacientes

- Cálculo:

$$P_{KA} = MN_{P_{KA,Q_0}} k_Q k_{TP}$$

- $N_{P_{KA,Q_0}}$: Se obtiene en base a una cámara de referencia previamente calibrada.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿Qué factores afectan la dosis del paciente?

Factores

- Relacionados con el paciente.
- Relacionados con el equipo.
- Relacionados con el procedimiento.

Relacionados con el paciente



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

- Peso y contextura del paciente.

Patient Weight and Habitus

Thicker tissue masses absorb more radiation, thus much more radiation must be used to penetrate a large patient.

Risk to skin is greater in larger patients!

[ESD = Entrance Skin Dose]

Patient Size	ESD Range	Example Dose
15 cm	ESD = 1 unit	Example: 2 Gy
20 cm	ESD = 2-3 units	Example: 4-6 Gy
25 cm	ESD = 4-6 units	Example: 8-12 Gy
30 cm	ESD = 8-12 units	Example: 16-24 Gy

Radiation Protection in Cardiology

Lecture 5: Patient Dose Management

20

IAEA

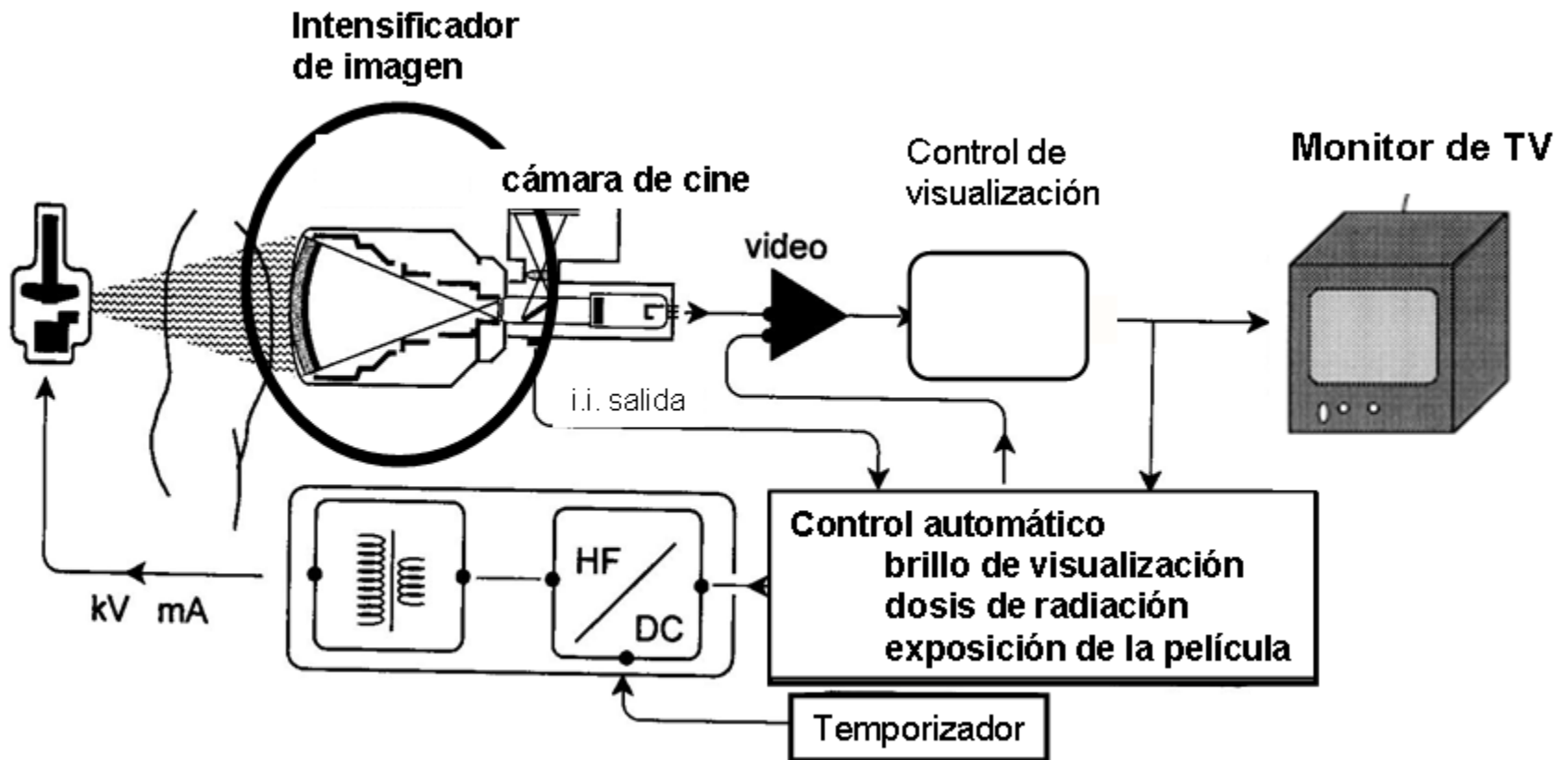
Relacionados con el equipo

- Capacidades de movimiento del arco C, tubo de rayos y receptor de imagen.
- Tamaño de campo.
- Posición del colimador.
- Filtración del haz.
- Frecuencia de pulsos de fluoroscopia y de frames de adquisición.
- Tasa de dosis de entrada para fluoroscopia y adquisición.
- Control automático de tasa de dosis incluyendo manejo de energía del haz.
- Espectro del haz de rayos X.
- Softwares para filtración de imágenes.
- Mantención preventiva y calibración.
- Control de calidad.

Relacionados con el equipo



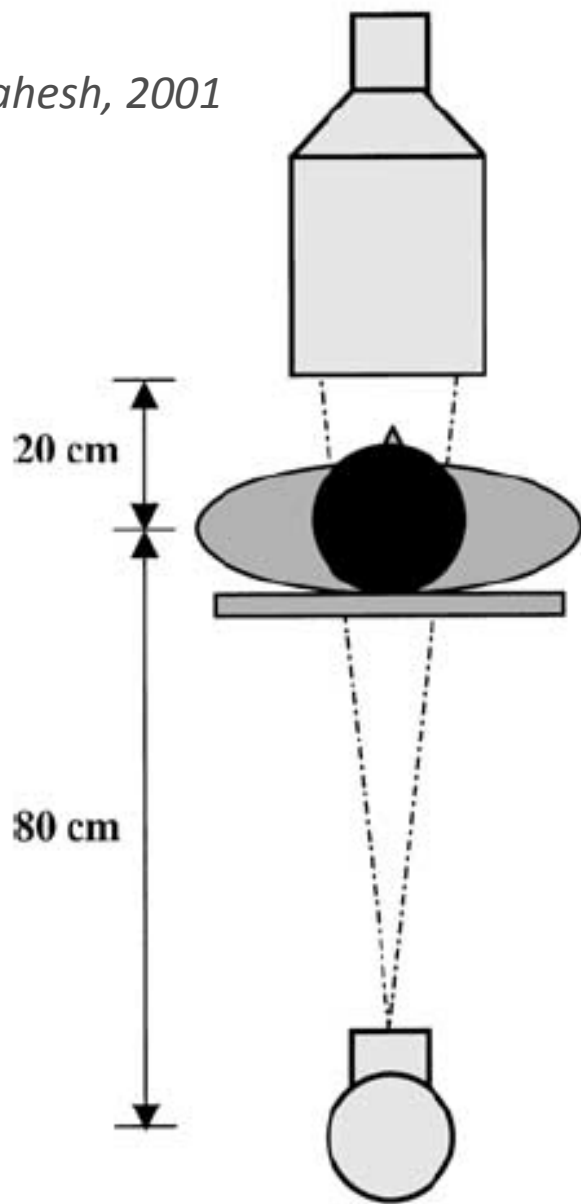
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE



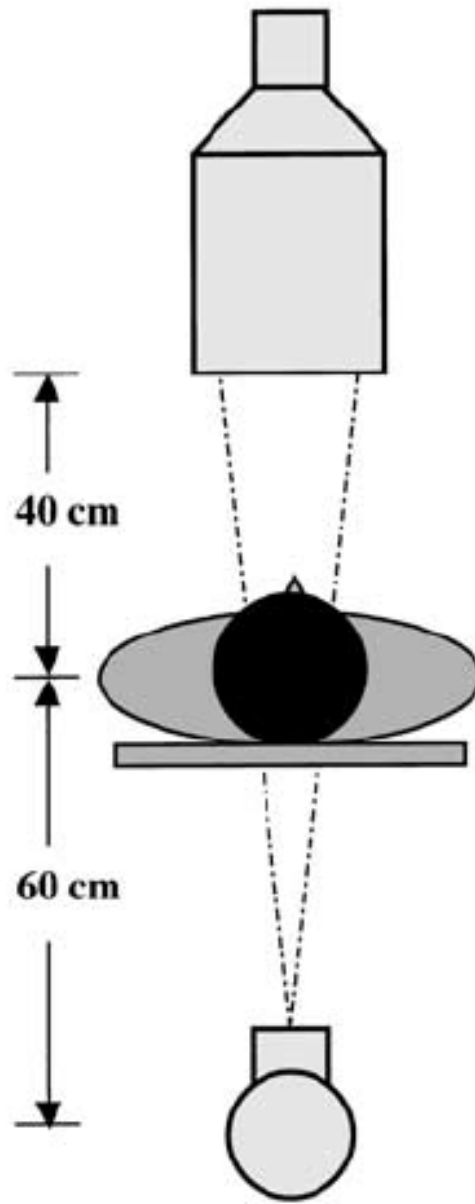
Relacionados con el procedimiento



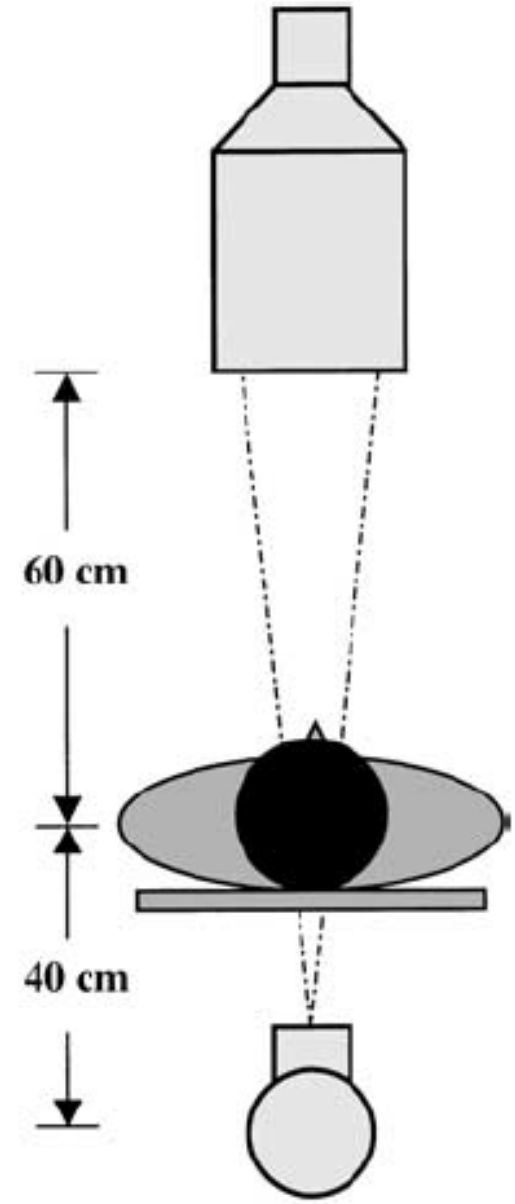
- Posición del receptor de imagen y tubo de rayos X con respecto al paciente.
- Orientación del haz y movimiento.
- Colimación.
- Factores técnicos de fluoroscopia y adquisición en algunos equipos.
- Frecuencia de pulsos de fluoroscopia.
- Frecuencia de frames de adquisición.
- Tiempo total de fluoroscopia.
- Tiempo total de adquisición.



Position 1:
SEE = 1.0 dose units
Magnification = 1.25

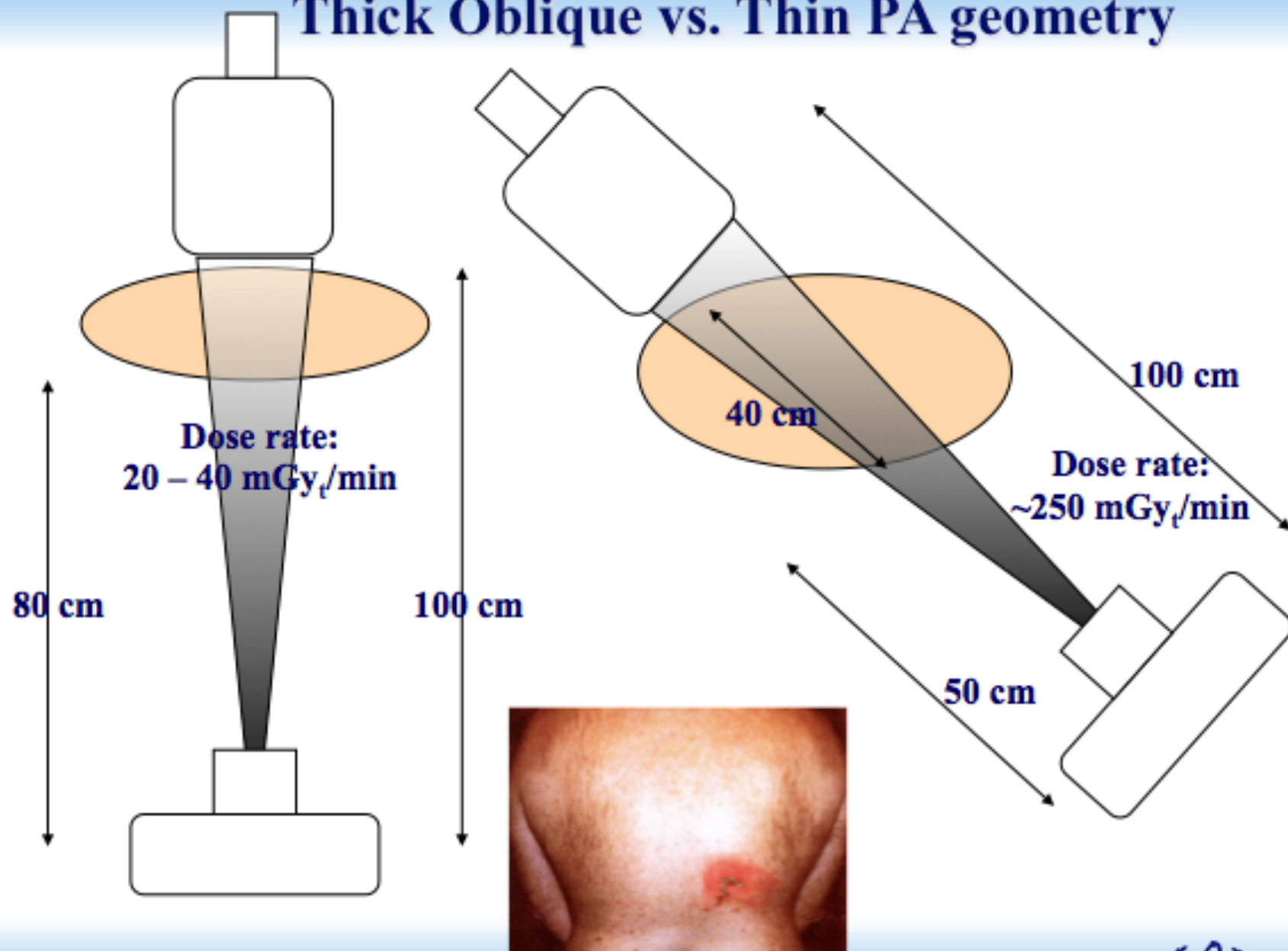


Position 2:
SEE = 1.8 dose units
Magnification = 1.67



Position 3:
SEE = 4.0 dose units
Magnification = 2.50

Thick Oblique vs. Thin PA geometry



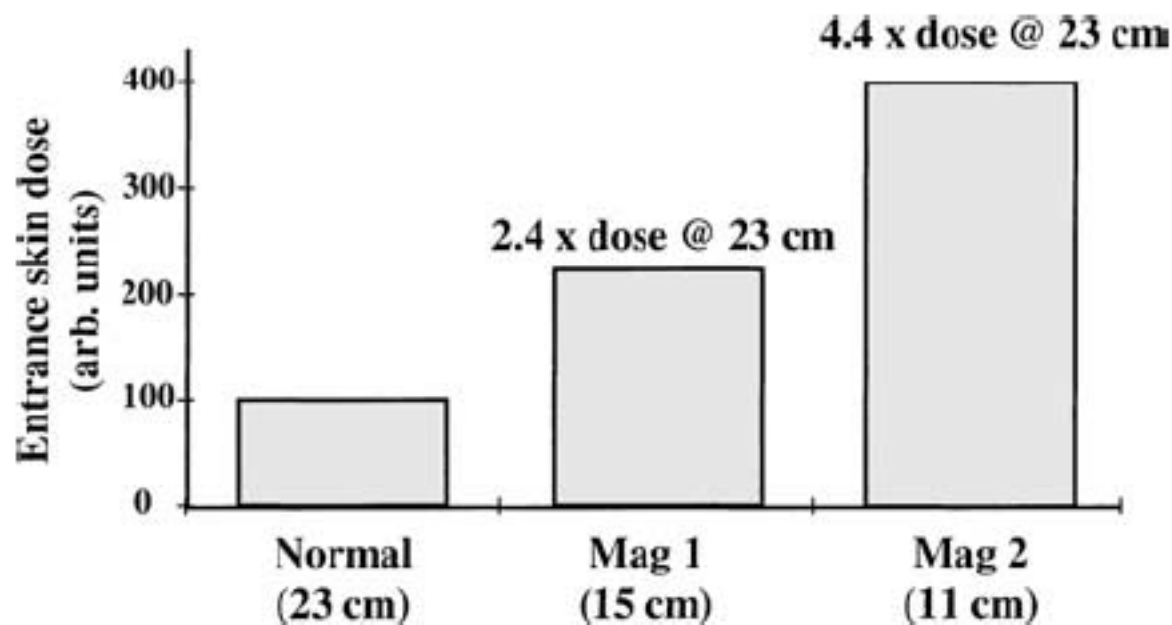


Figure 5. Effect of electronic magnification on entrance skin dose. The radiation dose increases by the square of the ratio of the image intensifier diameters. *arb* = arbitrary, *Mag* = magnification.

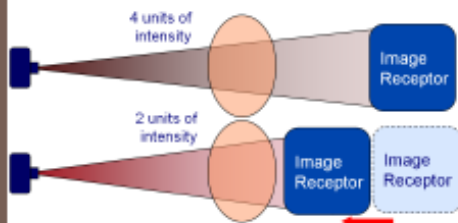
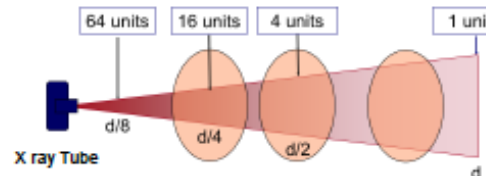


FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿Cómo optimizar la dosis entregada a los pacientes en fluoroscopia?

10 Pearls: Radiation protection of patients in fluoroscopy

1. Maximize distance between the X ray tube and the patient to the extent possible



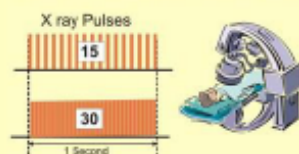
2. Minimize distance between the patient and the image receptor

3. Minimize fluoroscopy time

Keep records of fluoroscopy time for every patient



Pulsed Fluoroscopy Reduces Exposure



4. Use pulsed fluoroscopy with the lowest frame rate possible to obtain images of acceptable quality

5. Avoid exposing the same area of the skin in different projections

Vary the beam entrance port by Rotating the tube around the patient

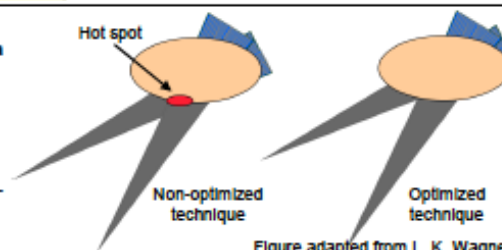


Figure adapted from L. K. Wagner



RPOP
Radiation
Protection
of Patients

<http://rpop.iaea.org>



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

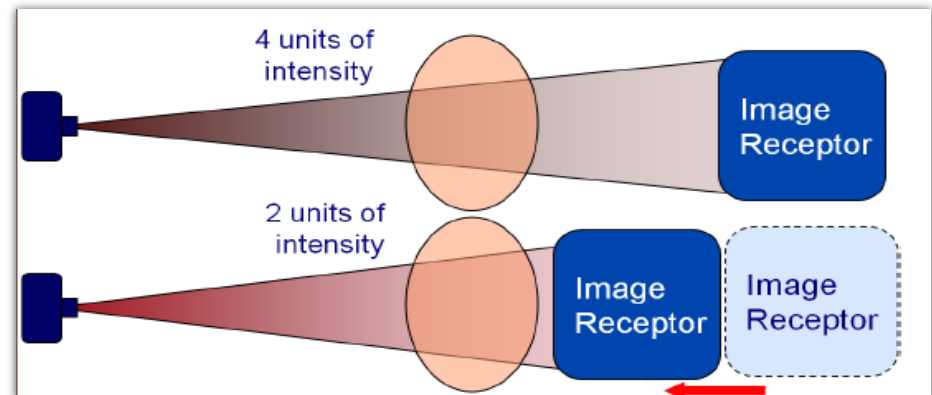
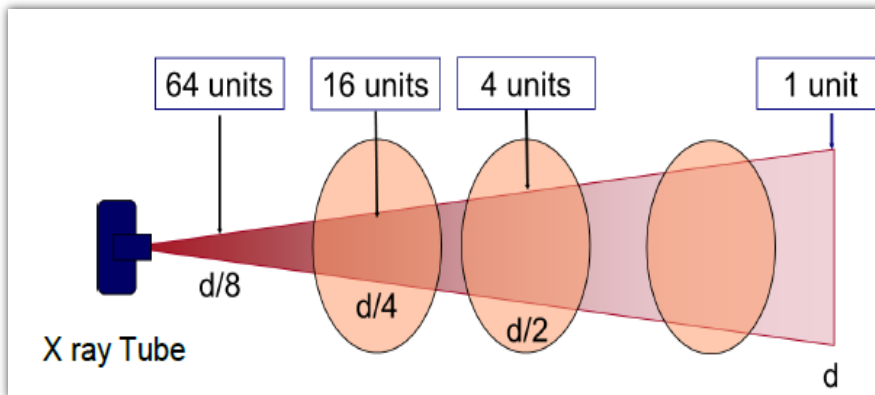
10 Tips para disminuir la dosis en el paciente



DICINA
CHILE

1. Máxima distancia entre tubo de Rayos X y el paciente

2. Mínima distancia entre pantalla intensificadora y paciente



10 Tips para disminuir la dosis en el paciente



DICINA
CHILE

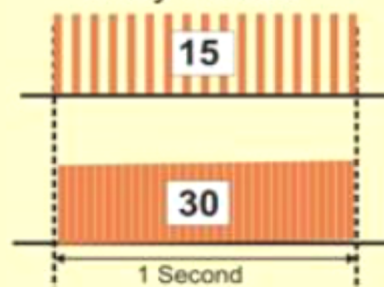
3. Minimizar tiempos de fluoroscopia, mantener registro del tiempo total

4. Usar fluoroscopia pulsada con la menor cantidad de Frames/segundo



Pulsed Fluoroscopy Reduces Exposure

X ray Pulses



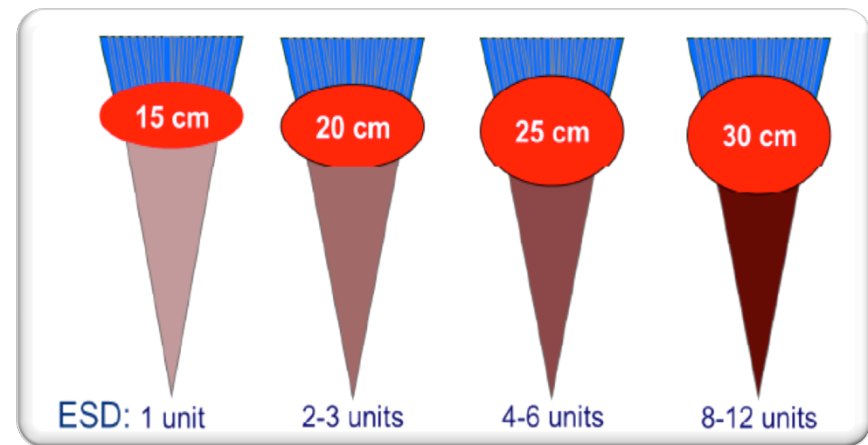
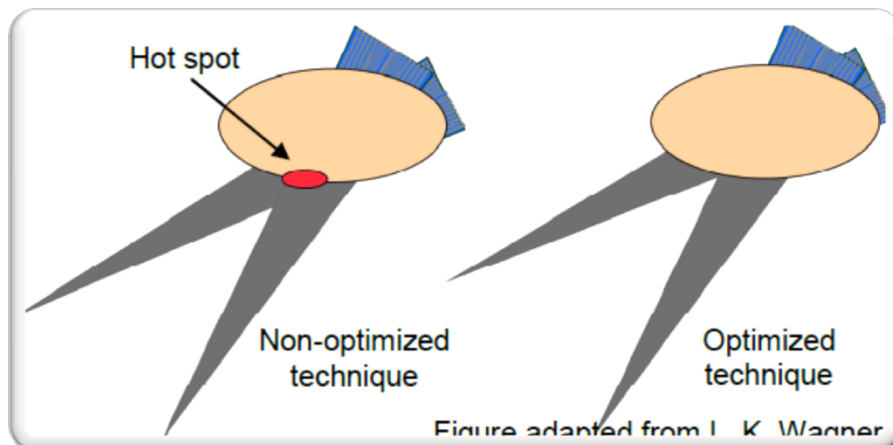
10 Tips para disminuir la dosis en el paciente



DICINA
CHILE

5. Evitar exponer la misma área de la piel en diferentes proyecciones (variar el Haz de entrada)

6. A mayor grosor del paciente mayor dosis de entrada en piel



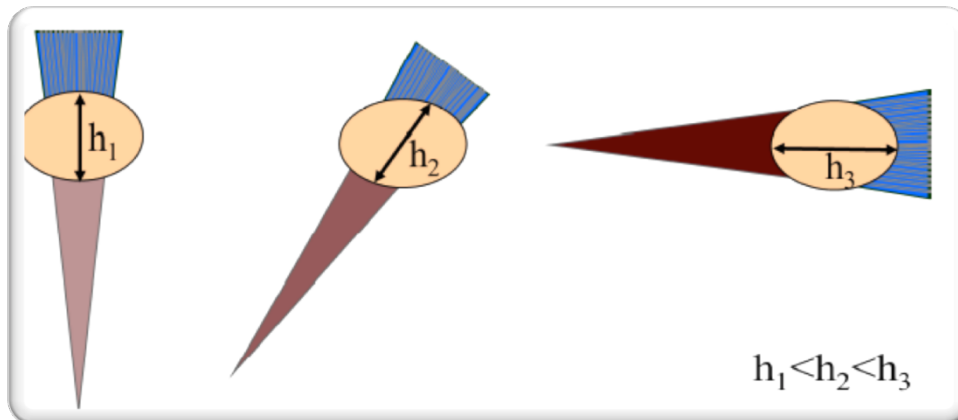
10 Tips para disminuir la dosis en el paciente

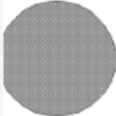
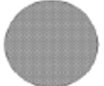


DICINA
CHILE

7. Evitar Proyecciones Oblicuas o Laterales

8. Ojo con la Magnificación, disminuir el FOV aumenta la dosis



	INTENSIFIER Field-of-view (FOV)	RELATIVE PATIENT ENTRANCE DOSE RATE FOR SOME UNITS
	12" (32 cm)	100
	9" (22 cm)	200
	6" (16 cm)	300
	4.5" (11 cm)	400

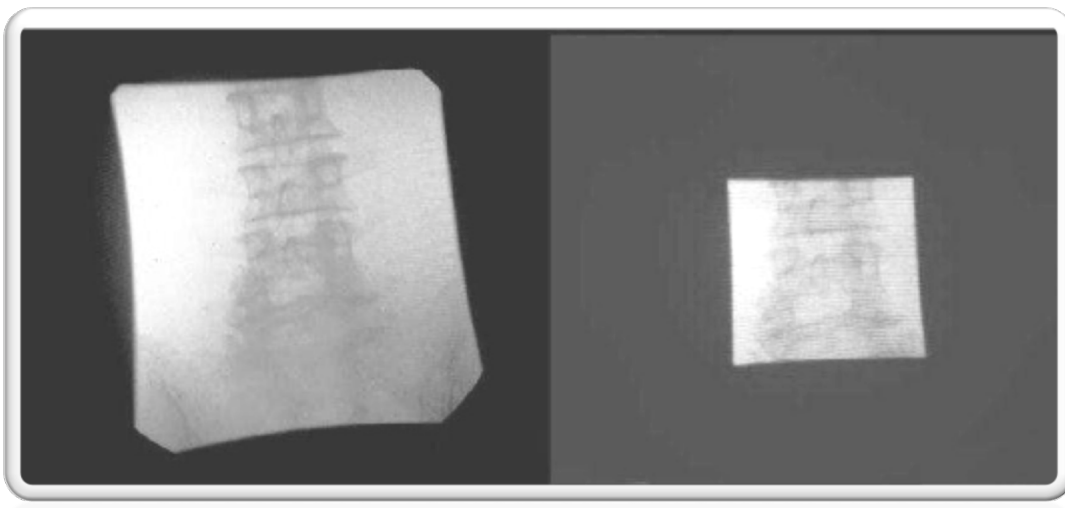
10 Tips para disminuir la dosis en el paciente



FACULTAD DE MEDICINA
CHILE

9. Minimizar Uso de Cine en fluoroscopia

10. Colimación





FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿Qué referencias de dosis podemos consultar?

Limitation in entrance exposure rate



Federal Register

**Federal Register: May 19, 1994.
21 CFR Part 1020.**

**Federal Performance Standard for
Diagnostic X-Ray Systems and
Their Major Components;
Final Rule.**

**DEPARTMENT OF HEALTH AND
HUMAN SERVICES
Food and Drug Administration**



U.S. Food and Drug Administration

Limitation in entrance exposure rate

- **The Standard for Diagnostic X Ray Systems (May 19, 1994), limits the entrance exposure rate of fluoroscopic X ray systems during normal fluoroscopy to 10 R/min unless an optional high-level control (HLC) is activated.**
- **If HLC is activated, the entrance exposure rate must be limited to 20 R/min.**
- **The entrance exposure rate limits do not apply during the recording of images.**





Federal Register

Tuesday,
December 10, 2002

Part VII

Department of Health and Human Services

Food and Drug Administration

21 CFR Part 1020
Electronic Products; Performance
Standard for Diagnostic X-Ray Systems
and Their Major Components; Proposed
Rule

Proposed Rule

December 10, 2002



Federal Register

Tuesday,
December 16, 2003

Part VII

Department of
Health and Human
Services

Food and Drug Administration

21 CFR Part 1020
Electronic Products Performance
Standard for Diagnostic X-Ray Systems
and Their Major Components; Proposed
Rule

mGy (total)
mGy/min

**(at 15 cm from the isocenter
towards the x-ray source)**

Fluoroscopy time

(2) The value displayed for cumulative air kerma shall be in units of mGy; shall include all contributions generated from fluoroscopic and radiographic radiation;

(1) The value displayed for AKR shall be in units of mGy/min and shall represent the air kerma per unit time during fluoroscopy and while recording during fluoroscopy.

(i) A display of the value and units of the irradiation time from the beginning of a patient examination or procedure.

(7) The AKR and the cumulative air kerma shall not deviate from their respective displayed values by more than ± 25 percent.



Limits:
88 mGy/min
180 mGy/min

Fluoroscopic equipment manufactured on or after May 19, 1995:

Shall not be operable if AKR is higher than 88 mGy/min (10 R/min).

Exceptions:

- **When a mode a high-level control is activated: 180 mGy/min (20 R/min).** A continuous signal audible to the fluoroscopist shall indicate that the high-level control is being employed.
- **During the recording of images** (archiving of fluoroscopic or radiographic images in analog format with a video-tape or video-disc recorder does not qualify as an exception).

Protocolo Control de Calidad



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE

- Protocolo ARCAL XLIX.
- Tasa de dosis máxima de entrada en piel del paciente:
- Tolerancias:
 - Condiciones normales de operación: $< 25 \text{ mGy/min}$
 - Condiciones de alto nivel: $< 100 \text{ mGy/min}$



IAEA / ARCAL XLIX

IMPLEMENTACION DE LAS NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD INTERNACIONALES
EN LAS PRACTICAS MEDICAS

PROTOCOLOS DE
CONTROL DE
CALIDAD EN
RADIODIAGNÓSTICO

Niveles Diagnósticos de Referencia

“TABLE III-IV. DOSE RATE GUIDANCE LEVELS FOR FLUOROSCOPY FOR A TYPICAL ADULT PATIENT

Mode of operation	Entrance surface dose rate ^a (mGy/min)
Normal	25
High level ^b	100

^a In air with backscatter.

^b For fluoroscopes that have an optional ‘high level’ operational mode, such as those frequently used in interventional radiology.”

INFORME DEL EXAMEN

Hospital : Hospital clinico San Carlos.
 Ciudad : Madrid, España.
 Fecha : 2002-03-15, 16:27

Nombre del paciente:

Sexo del paciente : M

Fecha de nacimiento: 1928-05-01

ID-examen : 34037

Nombre del medico : Dr.

Código del medico : MS

Tiempo acumulativo de fluoroscopia : 10:00 min:sec
 Dosis acumulativa de fluoroscopia : 14.5 Gy.cm2
 Dosis acumulativa de exp. : 26.8 Gy.cm2
 Dosis acumulativa de todo el examen: 41.3 Gy.cm2
 No. total de series realizadas : 13

SERIE	TIME	IMAG	NOMBRE DE AFR	VELOC PL.	KV	MA	MAS	MS	ANG	ROT	DPR II	II
	[hr:min]			[I/s]							[cm]	[cm]
1	16:59	6	12.5 IPS Coronaria	12.5	60	300		7	+1	-1	89	17
2	17:01	64	12.5 IPS Coronaria	12.5	70	610		7	+1	-4	88	17
3	17:02	64	12.5 IPS Coronaria	12.5	75	630		7	-17	-32	99	17
4	17:03	69	12.5 IPS Coronaria	12.5	79	775		7	+16	-32	100	17
5	17:06	64	12.5 IPS Coronaria	12.5	77	717		7	-22	+31	94	17
6	17:11	55	12.5 IPS Coronaria	12.5	80	810		7	+5	+84	102	17
7	17:14	65	12.5 IPS Coronaria	12.5	82	883		7	+12	+45	99	17
8	17:15	57	12.5 IPS Coronaria	12.5	76	720		7	+1	+88	103	17
9	17:18	56	12.5 IPS Coronaria	12.5	74	660		7	+4	+31	95	17
10	17:18	50	12.5 IPS Coronaria	12.5	75	638		7	-13	+43	97	17
11	17:19	56	12.5 IPS Coronaria	12.5	71	605		7	+3	+87	101	17
12	17:19	46	12.5 IPS Coronaria	12.5	73	650		7	+3	-35	96	17
13	17:23	76	12.5 IPS Coronaria	12.5	70	608		7	+3	-32	95	23

CP3
 CORO

Example of the data
 included in a
 dosimetric report:
 Philips Integris 5000.

Coronary
 angiography
 65% cine; 35%
 fluoroscopy
 13 series, 728 frames
 1,54 Gy.cm²/min
 0,368 Gy.cm²/10 fr
 1 min fluoroscopy =
 39 fr = 3 s cine

TABLE 8 Complete examinations: mean dose-area product per room (adults)

Examination	Number			Room mean DAP distribution (Gy.cm ²)					
	Hospitals	Rooms	Patients	Mean	Min.	Max.	1st Quartile	Median	3rd Quartile
Abdomen	14	42	8127	4.3	0.3	38	1.8	3.1	4.4
Barium Enema	73	152	20555	16	1.4	99	7.6	13	21
Barium Follow Through	46	94	4027	7	0.3	36	3.4	5.6	8.4
Barium Meal	38	74	1116	9	0.1	76	3.9	6.5	11.8
Barium Meal & Swallow	26	62	2641	8	1.9	42	3.5	6.3	10.3
Barium Small Bowel Enema	15	26	469	18	2	64	8.9	12.8	23
Barium Swallow	66	130	9710	7	1.1	167	3	4.7	7.5
Barium Swallow (video)	25	61	1554	2.4	0.1	8.5	1.0	1.5	3.4
Chest	11	35	11484	0.7	0.01	7.4	0.07	0.1	0.3
Coronary Angiography*	53	140	36087	25	8	87	16	23	31
Coronary Graft Angiography*	17	49	1278	40	20	98	26	31	47
Femoral Angiography	22	48	2534	46	0.9	197	18	35	56
Fistulography	13	24	530	7	0.1	28	2.4	5	7.7
Hysterosalpingography	40	89	4248	1.7	0.1	22	0.5	1.1	1.9
IVU	18	22	1531	11.5	1.5	26	7.4	12	14
Lumbar Spine	10	29	1745	5	0.6	35	2	3	6
MCU	18	33	274	5	0.3	20	2.4	3.7	7
Nephrostography	19	36	522	6	0.1	25	2.5	4	8.7
Proctography	10	26	703	15	0.2	150	4.9	9.6	14
Sialography	13	22	340	3	0.02	20	0.4	1.8	2.8
Sinography	15	25	124	4.3	0.6	12	1.2	2.7	7.2
T Tube Cholangiography	14	32	301	4	0.2	16	2.1	3.4	4.9
Water Soluble Enema	21	58	1117	14	0.6	156	6	9	13
Water Soluble Swallow	13	36	1082	7	0.9	37	3.4	4.6	6.4

* Mean patient weight range 75-85 kg.



MINISTERIO DE MEDICINA
Y SALUD DE CHILE

TABLE 14 : Summary of data on other examinations and interventional procedures (adults)

Examination/procedure	Number			Mean of room mean DAP (Gy cm ²)	Mean of room mean fluoro. time (seconds)	Mean tube voltage (kV)
	Hospitals	Rooms	Patients			
AICD	6	9	222	7	235	
Angiography (Cerebral)	5	8	913	69	772	85
Angiography (Mesenteric)	8	11	118	151	1009	74
Angiography (Renal)	6	7	64	48	361	71
Angioplasty (Femoral)	6	7	149	49	588	
Angioplasty (Iliac)	8	9	225	52	401	
Aortography (Arch)	9	13	179	21	249	70
Arthrography (Hip)	8	10	82	1.4	55	
Dacryocystogram	6	12	180	2.4	63	
Electrophysiology	6	11	399	11	1019	72
Embolisation (Uterine fibroid)	10	11	273	120	1715	
Embolisation (Varicocele)	8	8	71	20	625	70
ERCP (Diagnostic)	9	14	362	4	154	73
ERCP (Interventional)	7	16	820	10	263	70
Filter (Inferior Vena Cava)	10	18	198	21	214	71
Hip	6	14	1713	4	46	71
Naso-gastric feeding tube	11	19	198	7	270	71
Oesophageal dilation	6	10	55	7	233	71

Pacemaker (Biventricular)	8	14	332	30	1472	
Pacemaker (Temporary)	8	16	234	4.5	191	70
Patent Foramen Ovale closure	5	5	90	15	664	
Pelvis	9	27	1761	3	32	70
Percutaneous Endoscopic Gastrostomy	8	13	69	4	138	71
Percutaneous Transhepatic Cholangiography	12	19	246	45	891	69
PTCA 2 stents*	9	19	815	52	653	
Radio Frequency cardiac catheter ablation*	9	21	2510	23	1348	70
Radiologically Inserted Gastrostomy	5	6	65	8	165	70
Retrograde pyelography	7	8	34	5	82	74
Right Heart Catheterisation*	6	7	99	27	270	81
Stent (Biliary)	8	11	97	37	671	70
Stent (Bowel)	5	10	51	36	691	75
Stent (Iliac artery)	5	5	77	52	722	70
Stent (Superior Vena Cava)	7	8	39	21	338	71
Stent (Ureteric)	12	19	206	14	525	75
Thoracic spine	7	22	1238	3		
Urodynamics	10	14	803	4	47	77

* Mean patient weight range 75-85 kg.



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CHILE