



Protección radiológica de los profesionales sanitarios. Conclusiones del proyecto ORAMED

Proyecto europeo sobre la optimización de la protección radiológica del personal sanitario - Febrero 2008 – Enero 2011



M. Ginjaume

Instituto de Técnicas Energéticas
Universitat Politècnica de Catalunya

PARTICIPANTES ORAMED

SCK-CEN (Belgium), GAEC (Greece), ENEA (Italy), IRSN (France), CHUV (Switzerland), **UPC (Spain)**, CEA (France), NIOM (Poland), SZU (Slovakia), BfS (Germany), RADCARD (Poland), MGP(France)



¿Por qué ORAMED?

FP6 proyecto CONRAD (2006-2008)

- Presencia de altas dosis en extremidades
- Falta de información sistemática sobre controles radiológicos del personal en radiología intervencionista (RI) y medicina nuclear (MN).

FP7 proyecto ORAMED (2008-2011)

- Mejorar el conocimiento sobre dosimetría de extremidades y la exposición del cristalino.
- Organizar un estudio extensivo y sistemático para determinar las dosis en extremidades en RI y NM y los factores de influencia.
- Desarrollar un dosímetro prototipo de cristalino.
- Optimizar el uso de dosímetros activos, diseño de nuevos sistemas para campos de radiación pulsada.
- Optimizar los procedimientos de trabajo desde el punto de vista de protección radiológica.

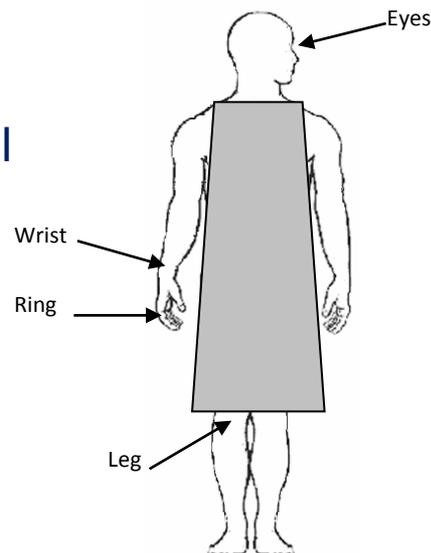
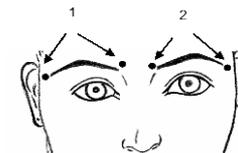
Grupos de trabajo en ORAMED

- **WP1** Dosimetría de extremidades y cristalino en Radiología intervencionista y Cardiología intervencionista (RI/CI)
- **WP2** Dosimetría de cristalino en RI/CI
- **WP3** Dosímetros personales de lectura directa (DLD) en RI/CI
- **WP4** Dosimetría de extremidades en medicina nuclear (MN).
- **WP5** Formación y difusión de los resultados

WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en RI/CI

Campaña de medidas:

- 6 países,
- 3 hospitales por país
- 8 procedimientos
- 10 medidas por procedimiento y hospital



3 Cardiología
5 Radiología
>1300
medidas

Radiología intervencionista

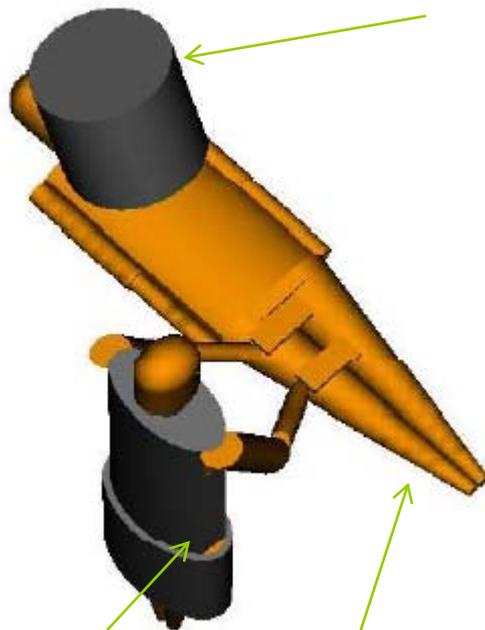
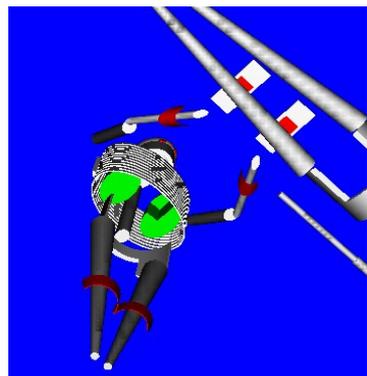
- Angiografías (DSA)/Angioplastias (PTA)
 - o Extremidades inferiores (LL)
 - o Carótidas y cerebrales (C/B)
 - o Renal (R)
- Embolizaciones
- Procedimientos de colangiopancreatografía endoscópica retrógrada (ERCP)

Cardiología intervencionista:

- Coronariografía (CA) y angioplastia coronaria (PTCA)
- RF Ablaciones (RFA)
- Implantes de desfibrilador (ICD)/ Marcapasos (PM)

Programa de simulación Monte Carlo (MCNPx)

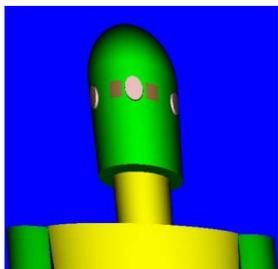
Intensificador de imagen



Operador/
radiólogo

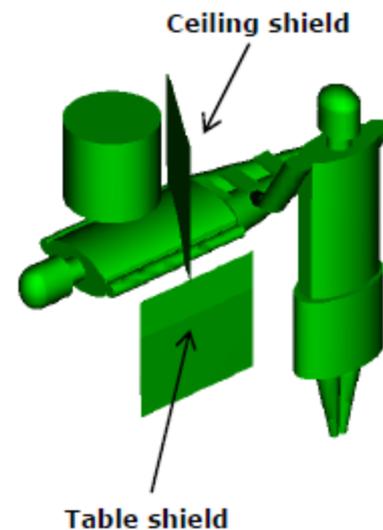
Paciente

Maniquí MIRD antropomórfico adaptado



Parámetros estudiados:

- Calidad del haz (filtros, kVp)
- Proyecciones (PA, LAO, varios ángulos .., realistas)
- Tamaño de campo
- Sistemas de protección (gafas plomadas, blindajes de mesa, superiores)
- Posición del radiólogo



WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en RI/CI

Medidas Radiología intervencionista y Cardiología intervencionista

Country	Interventional Cardiology			Interventional radiology				
	CA+PTCA	RF	PM/I CD	DSA PTA LL	DSA PTA C	DSA PTA R	Embolization	ERCP
Belgium	104	69	62	38	11	16	54	93
Greece	34	20	30	43	33	12	32	28
France	20	24	24	30	1	26	25	26
Switzerland	38	32	26	19	0	2	23	25
Poland	40	20	43	22	25	3	28	0
Slovakia	30	18	18	18	9	6	12	17
TOTAL	266	183	203	170	79	65	174	189

Número total de procedimientos: 1329

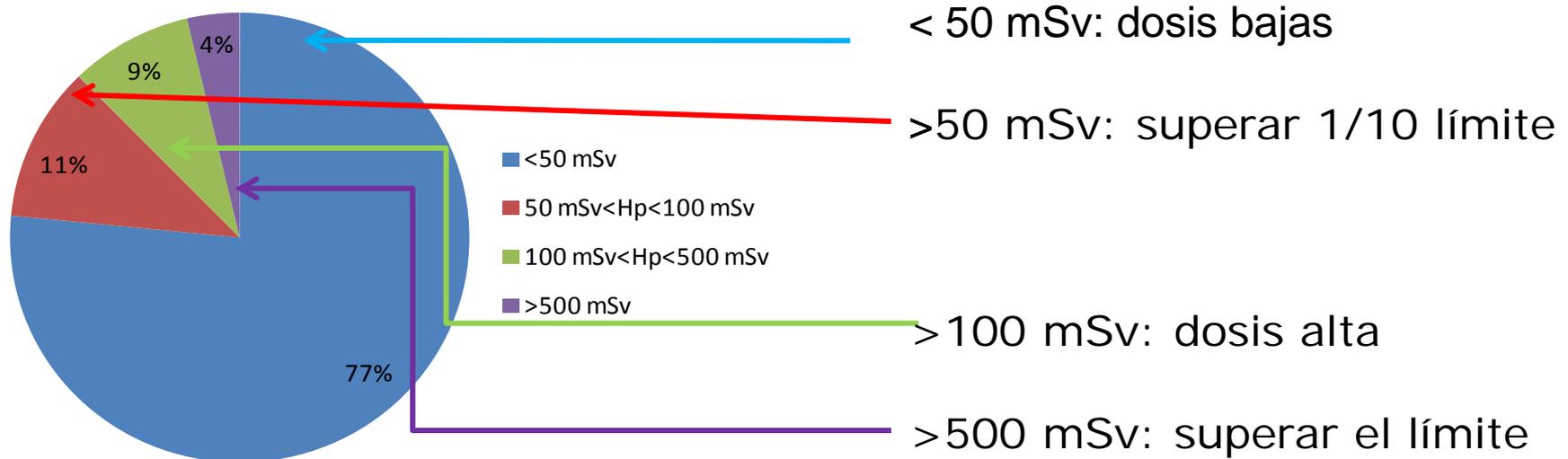
WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en RI/CI

Resultados



¿Es fácil superar el límite de dosis en manos/piel?

Distribución de frecuencias, probabilidad de superar los límites de dosis en manos/piel



Campaña de medidas ORAMED



Principales riesgos radiológicos (manos)

Exposición crónica de las manos puede causar daño en el tejido (fotografía de archivo)



Las manos se encuentran siempre cerca del haz



Las manos en ocasiones están en el haz primario (ORAMED varios casos)



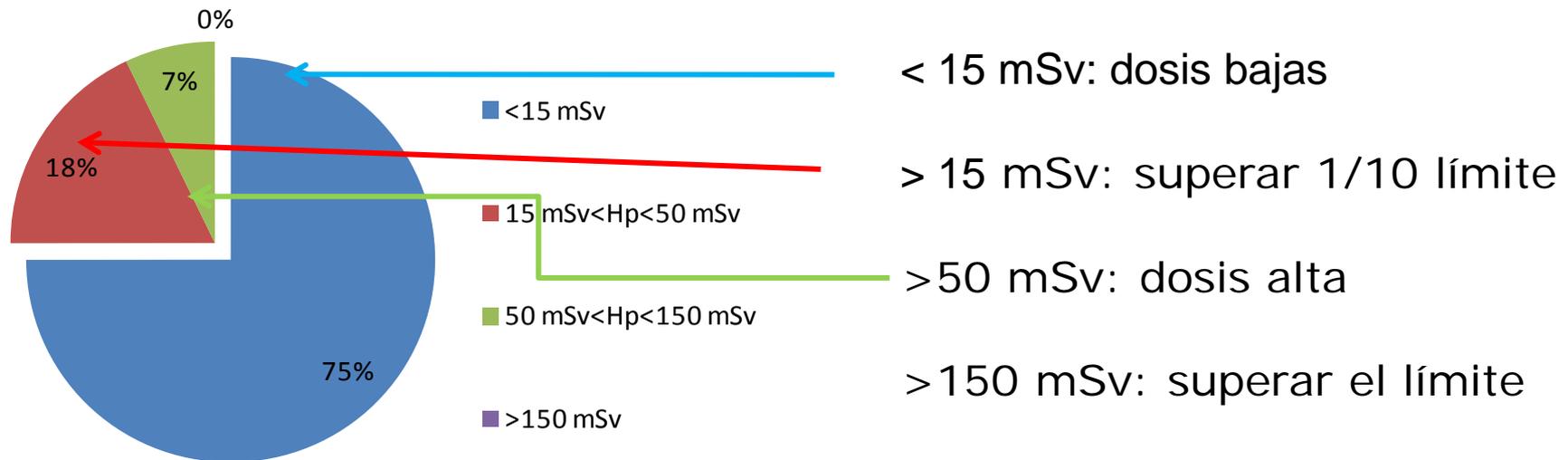
WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en RI/CI

Resultados



¿Es fácil superar el límite de dosis en cristalino?

Distribución de frecuencias, probabilidad de superar los límites de dosis en cristalino

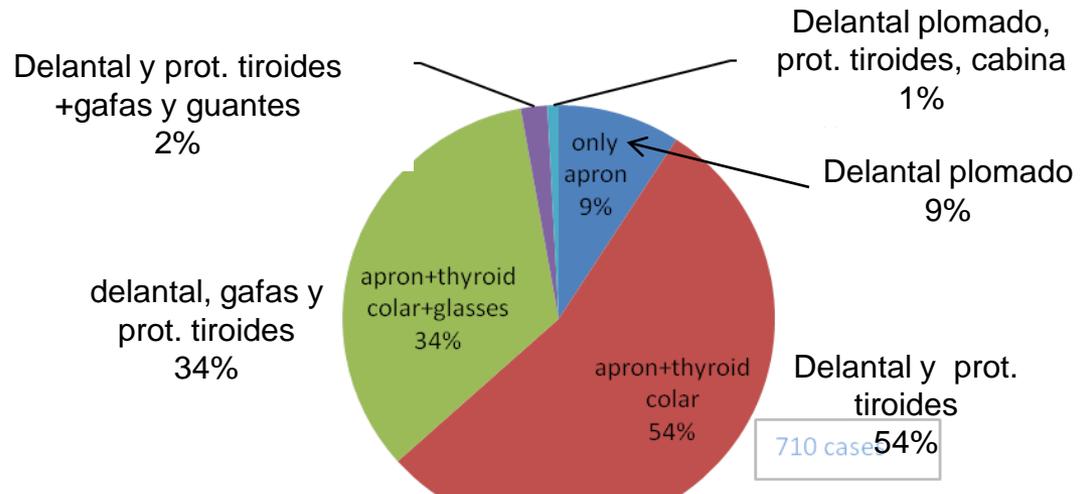


WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en RI/CI

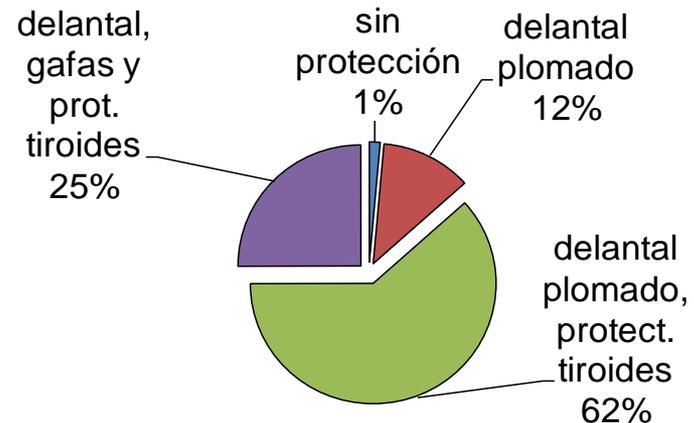
ESTADÍSTICAS SOBRE USO DE MATERIAL DE PROTECCIÓN PERSONAL



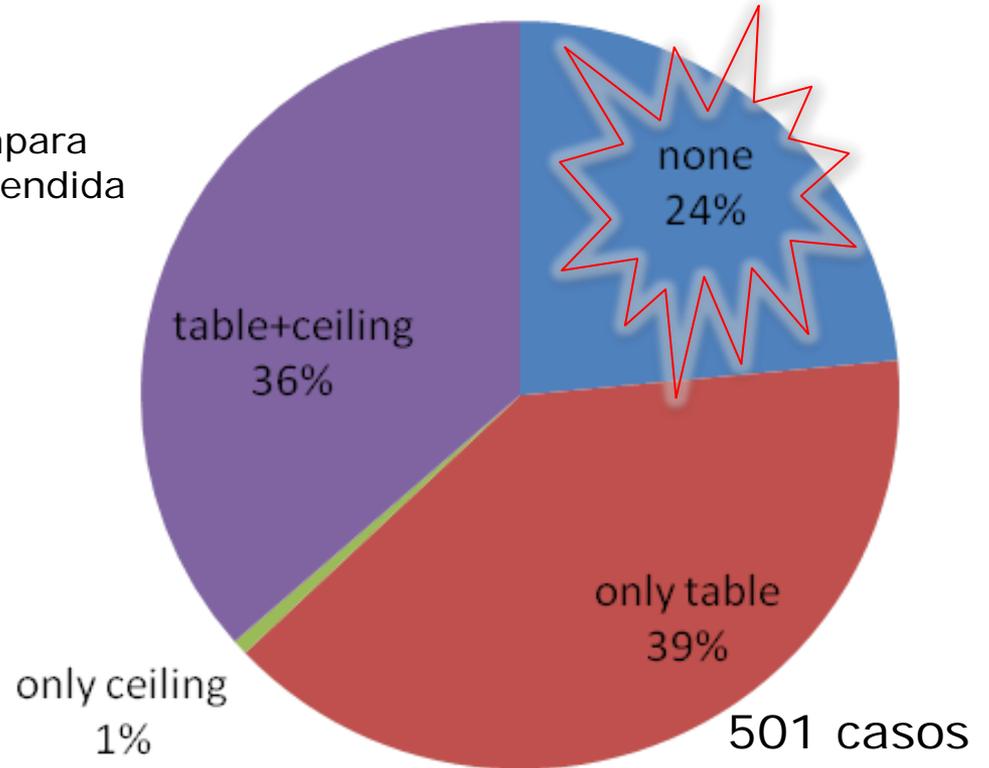
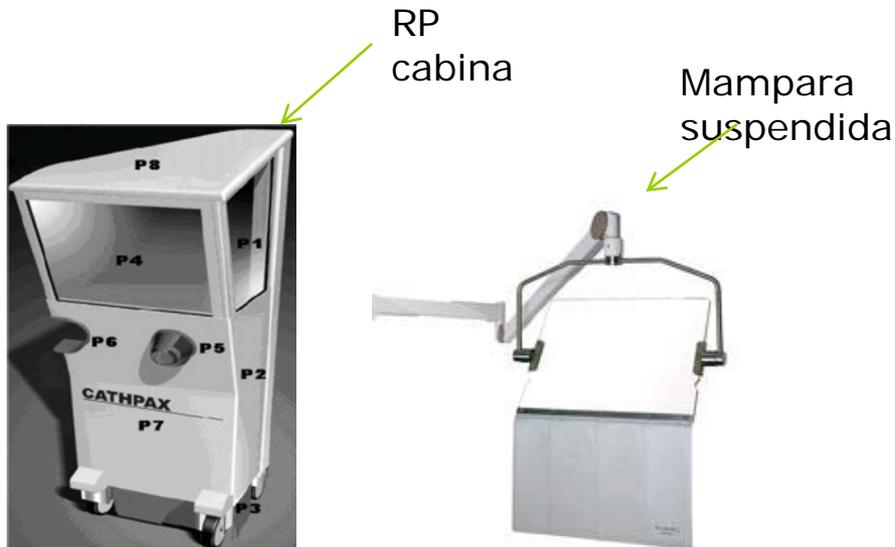
Cardiología intervencionista



Radiología intervencionista

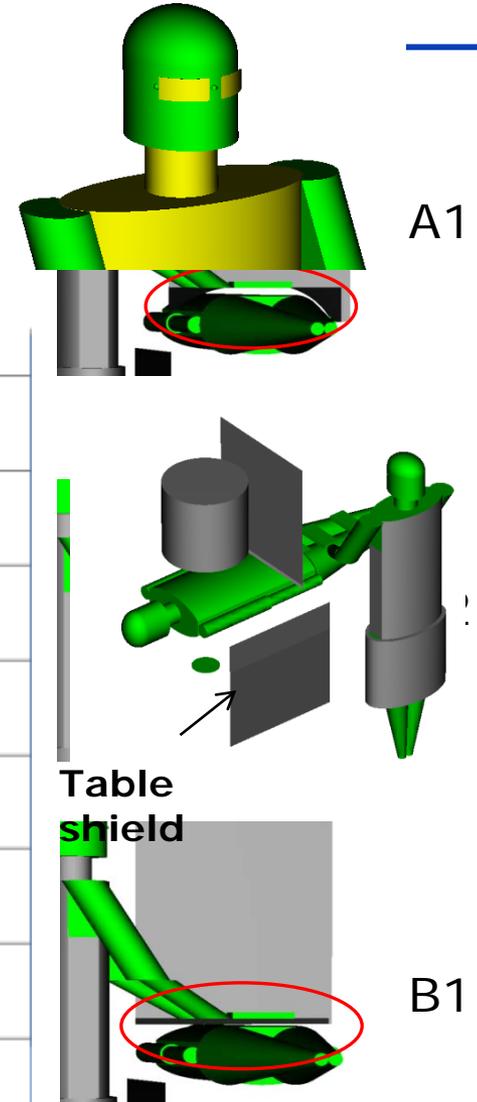
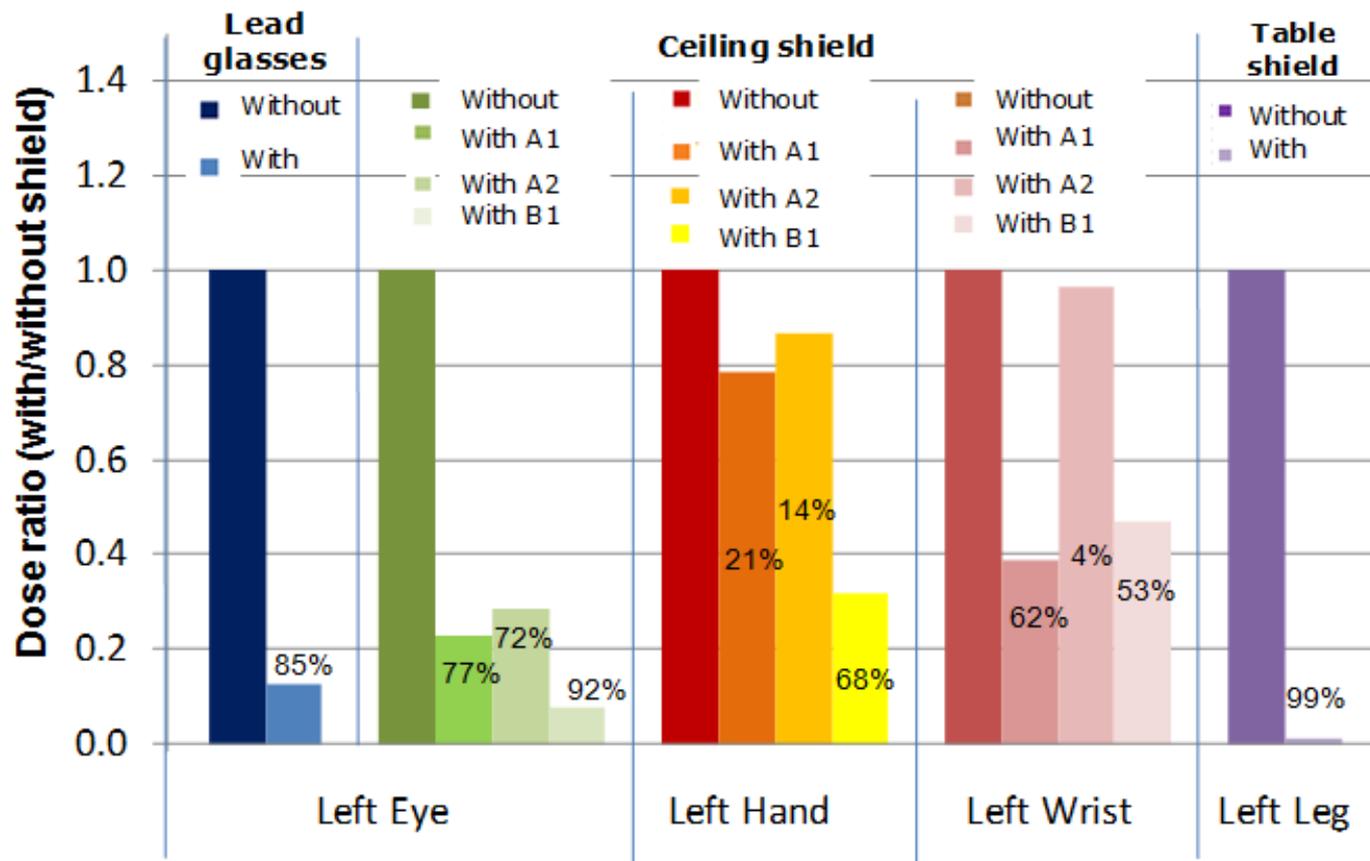


WP1 Dosimetría de extremidades y cristalino en CI



ESTADÍSTICAS SOBRE USO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN EQUIPO/SALA

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN PROYECCIÓN PA – TORAX

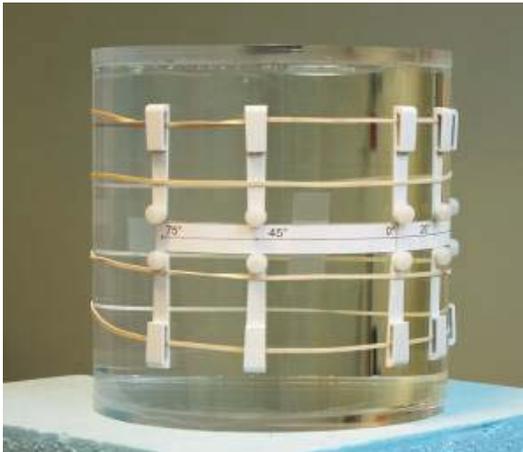




1. Utilizar sólo *equipos y salas de rayos X* específicos para intervencionismo
2. Utilizar equipos de protección personal (al menos protector tiroides y delantal plomados). Son preferibles gafas plomadas con protección lateral.
3. Posicionar de manera adecuada las protecciones del equipo,
 - i. Mamparas suspendidas del techo (tan cerca del paciente como sea posible) - (protección de los ojos)
 - ii. Cortinillas debajo de la mesa (configuración tubo debajo)(protección piernas)
 - iii. En sistemas biplanares, blindajes laterales para proteger ojos y manos.
4. Configuración recomendada
 - i. Tubo debajo de la mesa/camilla
 - ii. Acceso femoral
 - iii. Salir de la sala durante la adquisición de imágenes
 - iv. Evitar situar las manos en el haz de radiación

WP2 Dosimetría de cristalino

- Medidas dosimétricas en colaboración con WP1.
- Desarrollo de un formulismo para definir la magnitud operacional $H_p(3)$.
- Desarrollo de un procedimiento de calibración.
- Desarrollo de un prototipo.



Maniquí cilíndrico
(20 cm diámetro-20 cm altura)



RADCARD
DOSIMETRIC CARDS

EYE-D™ dosímetro



Objetivos

- Caracterización de DLD para la estimación de la dosis en campos de radiación pulsada de baja energía.
 - Ensayos en campos de radiación continua. (SCK-IRSN)
 - Ensayos en campos de radiación pulsada.
Haces de 1, 10 y 20 pulsos por segundo (CEA).
 - Ensayos in situ durante intervenciones (5 países).
- Desarrollo de un prototipo que mejore el comportamiento de los equipos comerciales disponibles.

WP3 Dosímetros personales de lectura directa (DLD)

SELECCIÓN DLDs



**MGPi
DMC2000XB**



**Siemens
EPD Mk2.3**



**Dosilab
EDM III**



**Polimaster
PM1621A**



**Rados
DIS-100**



**Unfors
EDD 30**



**Atomtex
AT3509C**



**Philips
DoseAware**

WP3 Dosímetros personales de lectura directa (DLD)

Resultados laboratorio

No mide en radiación pulsada



**MGPI
DMC2000XB**



**Siemens
EPD Mk2.3**



**Dosilab
EDM III**



**Polimaster
PM1621A**

Resto, resultados laboratorio satisfactorios

(áreas de mejora, respuesta angular, alta tasa en pulsos cortos)



**Rados
DIS-100**



**Unfors
EDD 30**



**Atomtex
AT3509C**



**Philips
DoseAware**

WP3 Dosímetros personales de lectura directa (DLD)

Resultados medidas en hospitales

Valor medio

Cociente DLD/TLD

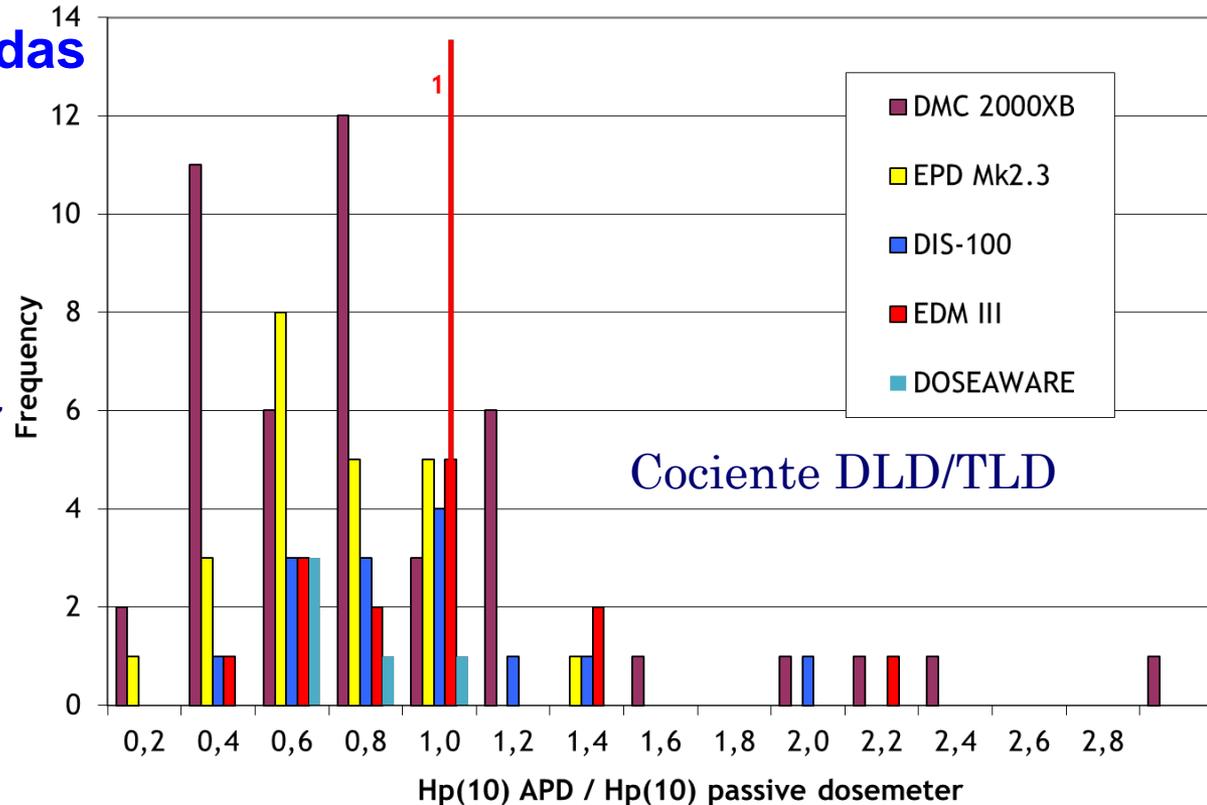
- DMC 2000XB: 0,77

- EPD Mk2.3: 0,77

- DIS-100: 0,86

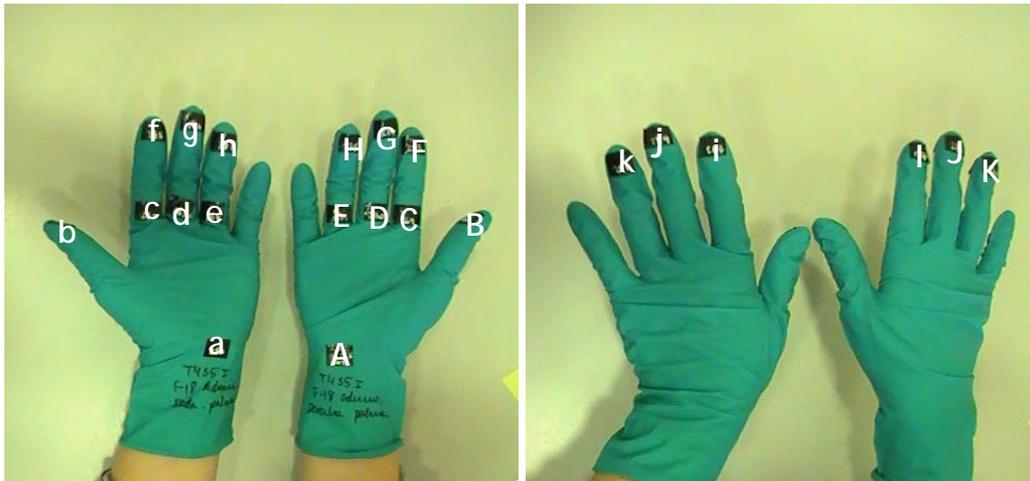
- EDMIII: 0,88

- DoseAware: 0,61



- Importantes variaciones (campo no uniforme, sombra entre dosímetros)
- En promedio sub-estimación en el caso de DLDs respecto TLDs

Campaña de medidas



11 dosímetros por mano,
8 en la palma de la mano y
3 sobre las uñas.

Procedimientos:

Preparación – Administración

Fármacos:

Diagnóstico: Tc-99m, F-18 (FDG)

Terapia: Y-90 Zevalin y otros



Simulaciones (MCNPx)

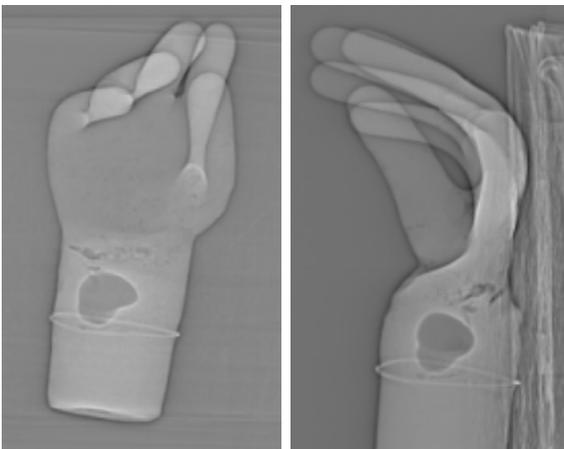
1. Definición del caso



2. Fabricación del molde de cera

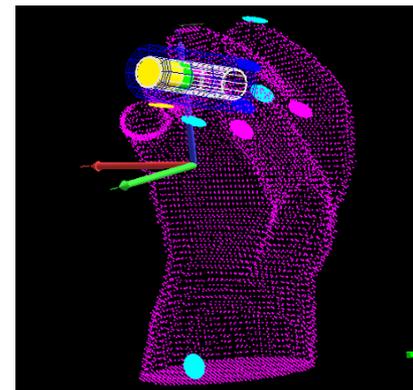


3. TAC del molde



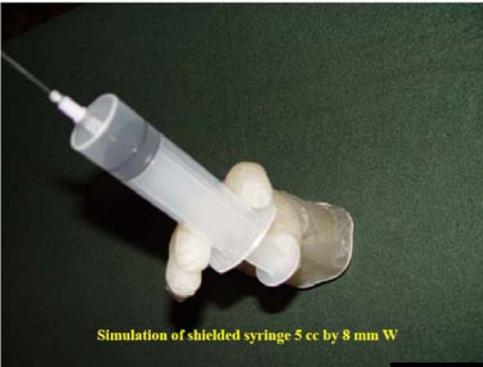
4. Generación del maniquí voxelizado

5. Incorporación de la fuente y los dosímetros en la geometría



WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear

Escenarios analizados en la simulación



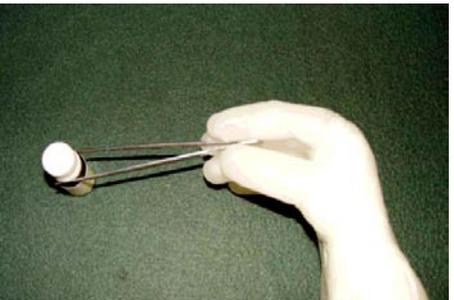
Inyección/administración



Manipulación jeringa para preparación



Manipulación vial para preparación /marcaje



Medidas Medicina Nuclear

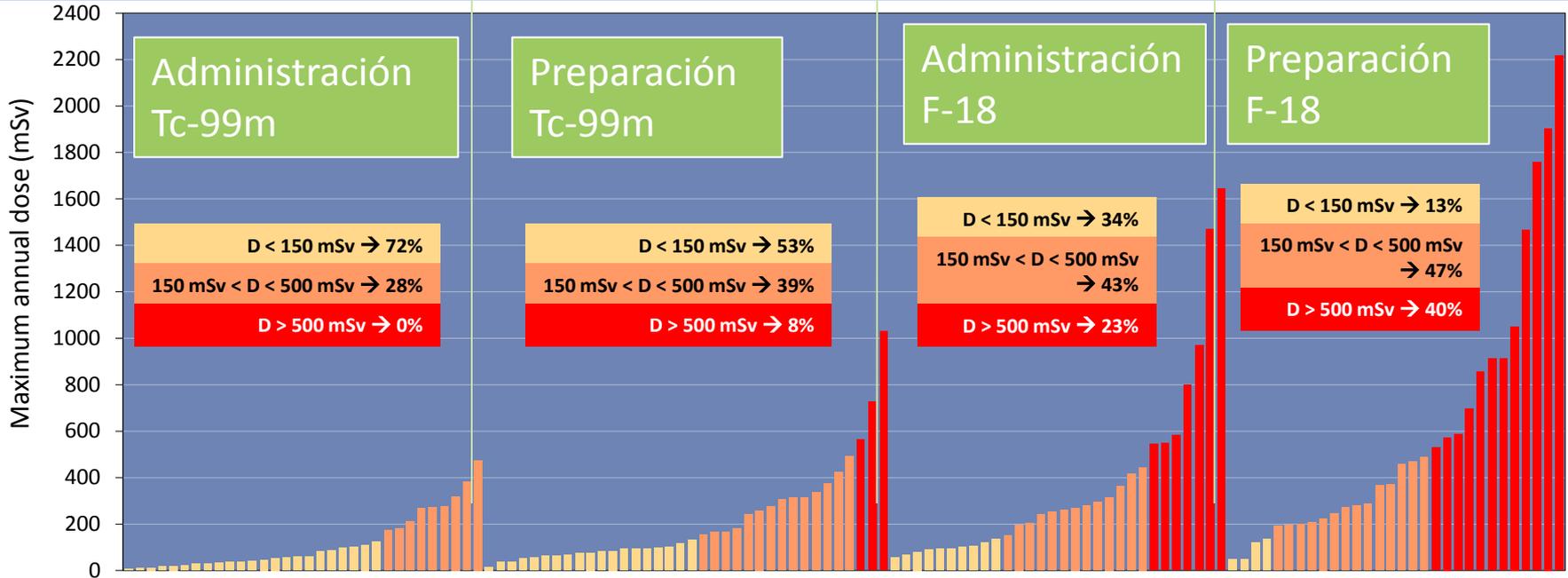
			Measurements	Workers	Hospitals
Tc-99m	Preparation		178	36	21
	Administration		157	32	20
F-18	Preparation		160	30	17
	Administration		146	30	17
Total			641		
Y-90	RIT Zevalin®	Preparation	49	20	16
		Administration	45	27	15
Y-90	PRRT Dotatoc®	Preparation	16	5	4
		Administration	17	7	4
Total			127		
Y-90	SIRT SIR-Spheres®	Preparation	20	4	3
I-131	RIT	Preparation and Administration	4	1	1
Sm-153	PPT	Preparation	2	1	1
Re-186	RSO	Preparation	4	3	3
		Administration	4	3	3
Total			34		

ANALIZADAS

Medidas analizadas: 7 países; 34 hospitales; 124 trabajadores



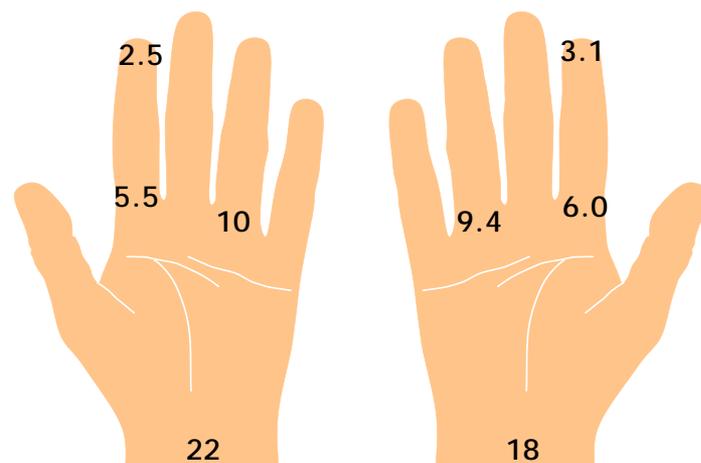
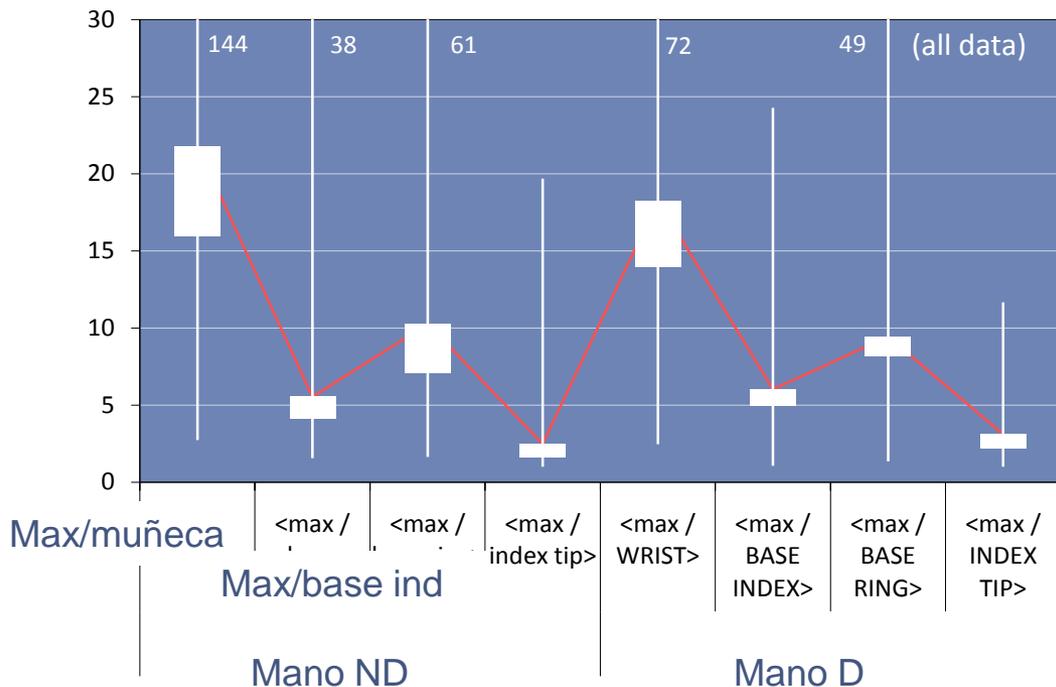
¿Es fácil superar el límite anual de dosis en piel?



Procedure	Range (μSv/GBq)	Mean (μSv/GBq)	Patients per year 1000 (5 patients per day, 10 months)	Activity per patient (MBq / mCi)	Annual dose (mSv / % limit)
Tc-99m administration	12 - 951	233		100 - 850 / 3 - 30 Mean: 500 / 14	117 / 23%
Tc-99m preparation	33 - 2062	432			216 / 43%
F-18 administration	139 - 4113	933		400 / 11	373 / 75%
F-18 preparation	97 - 4433	1205	500 / 14	603 / 121%	

→ Dependiendo de la carga de trabajo, la dosis en piel podría superar el límite anual de dosis o 3/10 del límite, especialmente para F-18.

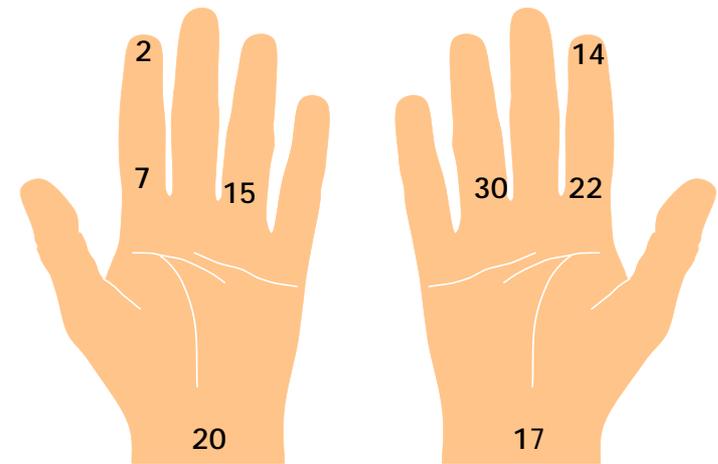
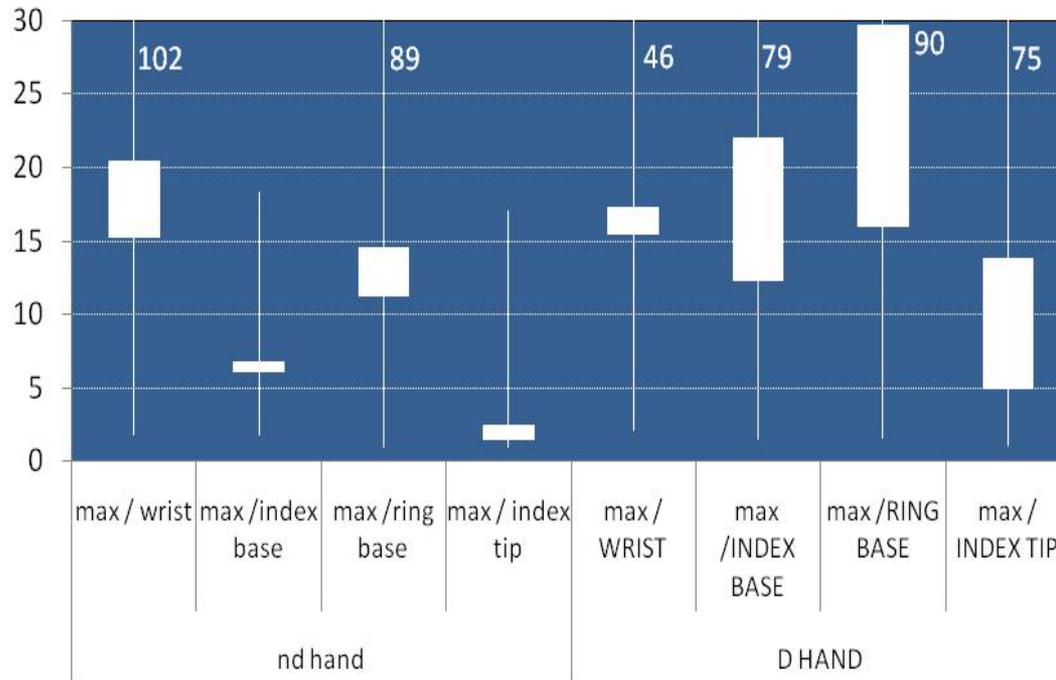
WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear



Cociente entre la dosis máxima y la dosis en las posiciones de monitorización, resultados de ORAMED (todos los procedimientos diagnósticos juntos)

La posición recomendada es **la base del dedo índice de la mano no dominante (ND)**(subestima la dosis máxima en un factor del orden de 5.5)

WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear



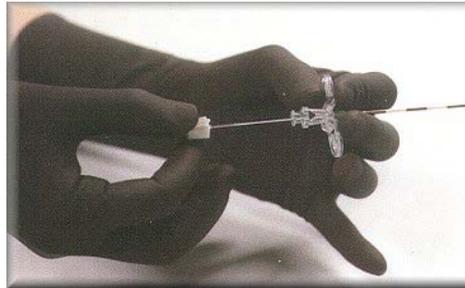
Cociente entre la dosis máxima y la dosis en las posiciones de monitorización, resultados de ORAMED (para Y-90 Zevalin®)

La posición recomendada es **la base del dedo índice de la mano no dominante (subestima la dosis máxima en un factor del orden de 7)**

WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear

Equipo de protección personal

- Blindaje jeringuilla
- Blindaje de vial
- Guantes plomados

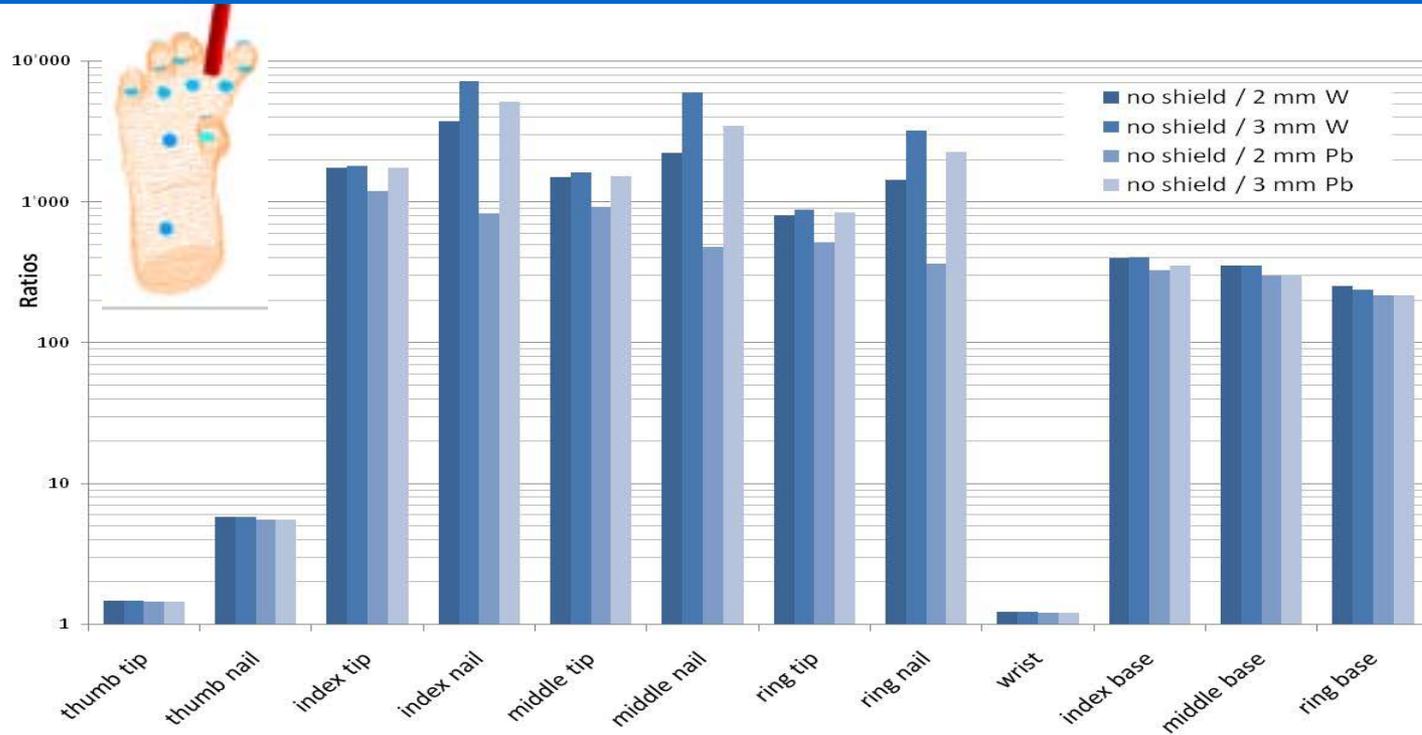


Equipo de protección de sala

- Caja plomada
- Activímetro en la vitrina plomada



Tc-99m Inyección (ejemplo simulación Monte Carlo, Blindaje)



- Tc-99m: 2 mm W representa un atenuación de más de 2 órdenes de magnitud.
- Hay poca diferencia entre 3 mm Pb y 2 mm W.

WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear

Observaciones generales

1. Rangos amplios de exposición individual (min/max) para procedimientos similares, medios de protección radiológica y modos de actuación distintos.
2. Límite de dosis en piel (500 mSv/año) puede ser superado si no se aplican las normas de PR adecuadas.
3. Hay potencial para mejorar los procedimientos y reducir las exposiciones.
4. La elección del tipo de TLD y de su posición es importante para una evaluación precisa de dosis.
5. El blindaje de jeringuilla y viales es esencial y un requisito pero no una garantía de exposiciones bajas.
6. Otras medidas y herramientas de PR (pinzas, fórceps, tiempo etc.) influyen significativamente en la exposición.
7. También influyen factores subjetivos como la percepción del riesgo.

WP4 Dosimetría de extremidades en medicina nuclear

Observaciones generales

El blindaje no es una garantía de exposiciones bajas.

Y-90 Zevalin® tasa de dosis durante la inyección a través de tubo flexible



RSO con Y-90, reducción de tasa de dosis al utilizar herramientas adaptadas.





1. Utilizar sistemáticamente dosímetro de anillo situado en la mano (no dominante), hacia la palma en el dedo índice (en general sub-estima dosis máxima del orden de 6).
2. Utilizar blindajes adecuados para viales y jeringas (en particular en terapia)
 - i. Jeringa: 2 mm W para ^{99m}Tc , 5 mm W para ^{18}F , 10 mm PMMA para ^{90}Y
 - ii. Vial: 3 mm Pb para ^{99m}Tc , 3 cm Pb para ^{18}F , 10 mm PMMA para ^{90}Y recubierto de una capa de 1-2 mm de Pb.
3. Utilizar herramientas que incrementen la distancia entre la mano y la fuente, y, en su caso, sistemas automáticos.
4. Participar en cursos de formación para el buen uso de los sistemas de protección disponible. (La experiencia, el uso de blindajes o trabajar rápido no son en si mismos garantía de dosis bajas).

WP5 Formación y difusión de los resultados

Material docente:

1. Módulos específicos (basados en los resultados del proyecto; dosimetría de extremidades, buenas prácticas, incluye propuesta de preguntas).
 - a) para radiología intervencionista/cardiología intervencionista,
 - b) para medicina nuclear.
2. Módulo sobre calibración de la dosimetría en cristalino.
3. Recomendaciones para la preparación de un curso de protección radiológica para profesionales sanitarios, basado en material elaborado por la IAEA.
4. Videos de buenas prácticas.

Difusión

1. Participación en congresos nacionales e internacionales, en particular ORAMED 2011 (Barcelona, 2011). (Material disponible web)
2. Publicaciones científicas. En fase de preparación informe EURADOS.
3. Participación en cursos nacionales e internacionales en colaboración con sociedades profesionales.

Conclusiones: principales logros de ORAMED

1. Bases de datos muy completas sobre las dosis ocupacionales recibidas en Europa en RI/CI y MN (valores realistas que pueden ser de utilidad en estudios epidemiológicos).
2. Un estudio sistemático de la influencia de diversos sistemas de protección radiológica en la dosis ocupacional (aplicado a casos concretos de interés, de utilidad para la implantación de mejoras en la práctica).
3. Dosimetría en cristalino: primer prototipo; metodología para la medida y la calibración de los dosímetros en términos de $H_p(3)$.
4. Recomendaciones para la verificación de DLD previamente a su uso en RI/CI; para la dosimetría de extremidades en MN y para la mejora de la PR del personal sanitario.
5. Nuevo material docente.

Protección radiológica de los profesionales sanitarios. Conclusiones del proyecto ORAMED

Gracias por vuestra atención



ORAMED 2011

International Workshop on
Optimization of Radiation
Protection of Medical Staff

First announcement
Barcelona, 20-22 January 2011

Organised by
Universitat Politècnica de Catalunya

Agradecimientos:

Hospitales y personal sanitario que ha colaborado en las campañas de medida.

Comisión Europea: Financiación proyecto nº 211361.

Colegas ORAMED (transparencias)

ORAMED - <http://www.oramed-fp7.eu>

ORAMED 2011: <http://www.upc.edu/inte>