

**IV JORNADA ANDALUZA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
HOSPITALARIA**



Córdoba, 22 de octubre de 2011

**Tomografía computarizada. Nuevas aplicaciones,
riesgos y reducción de dosis al paciente**

Alfonso Calzado
Grupo de Física Médica, Departamento de Radiología

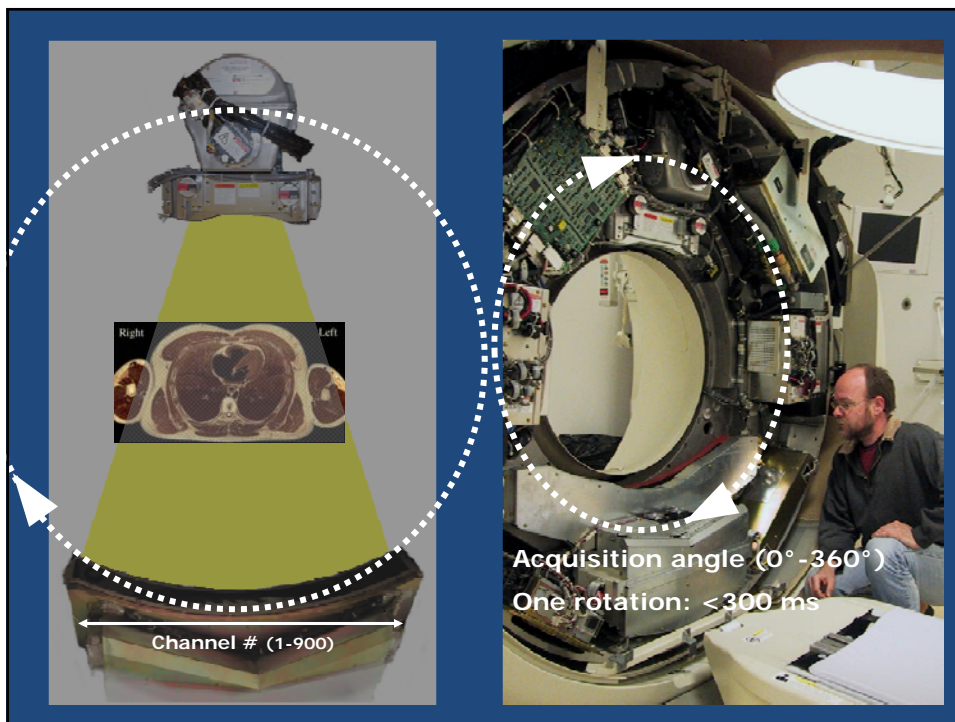
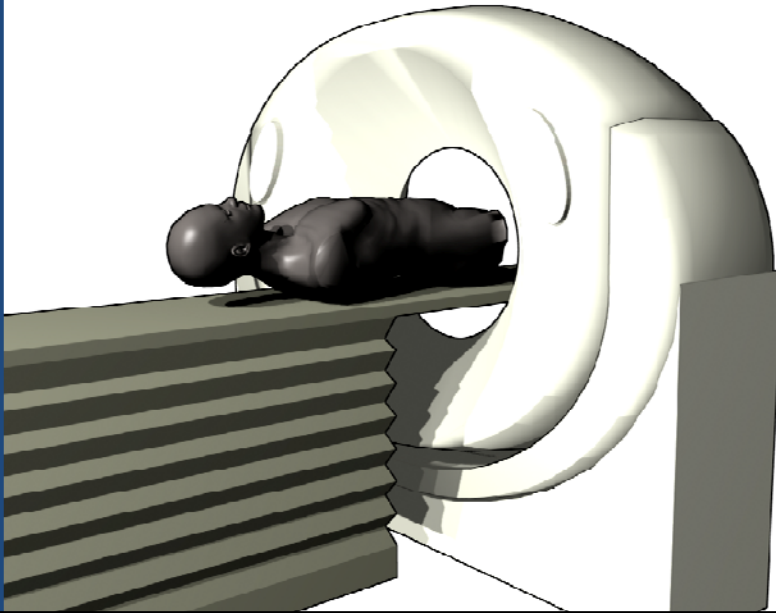


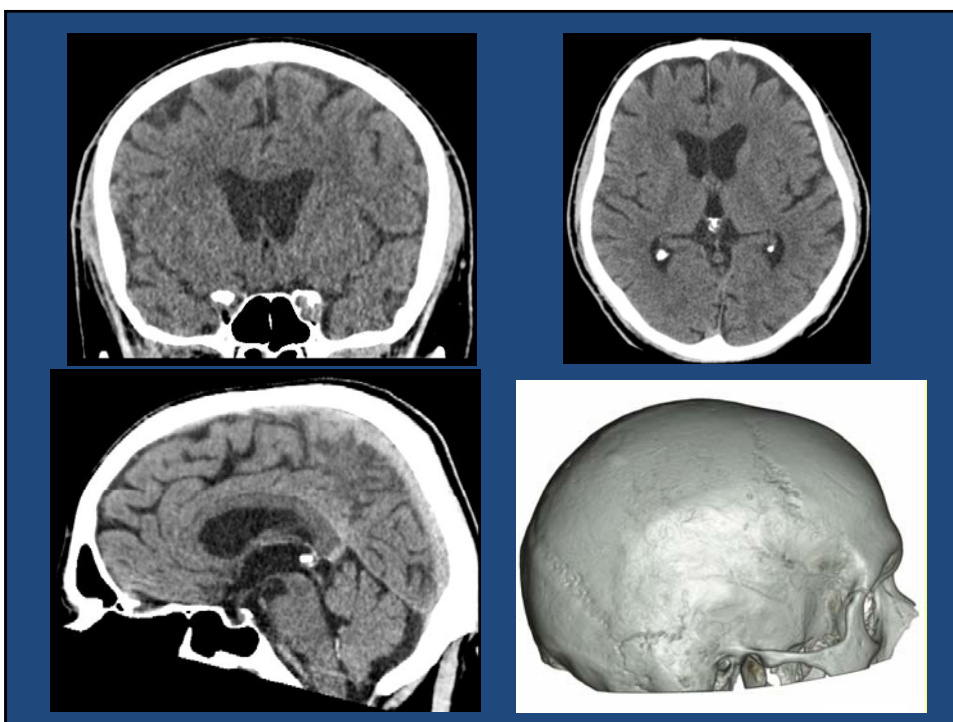
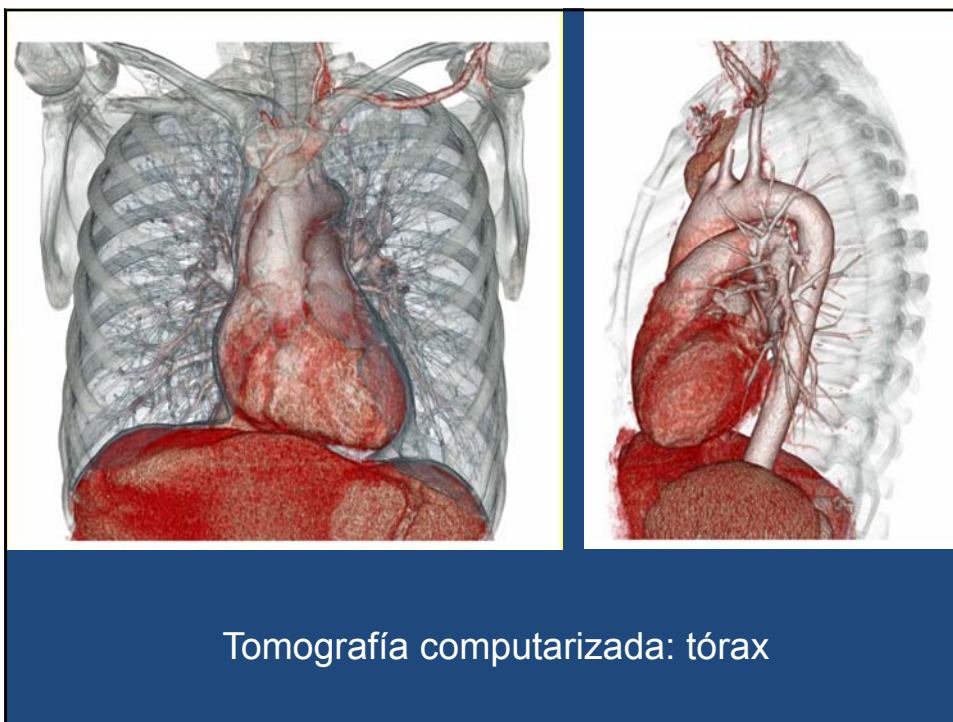
Universidad Complutense de Madrid

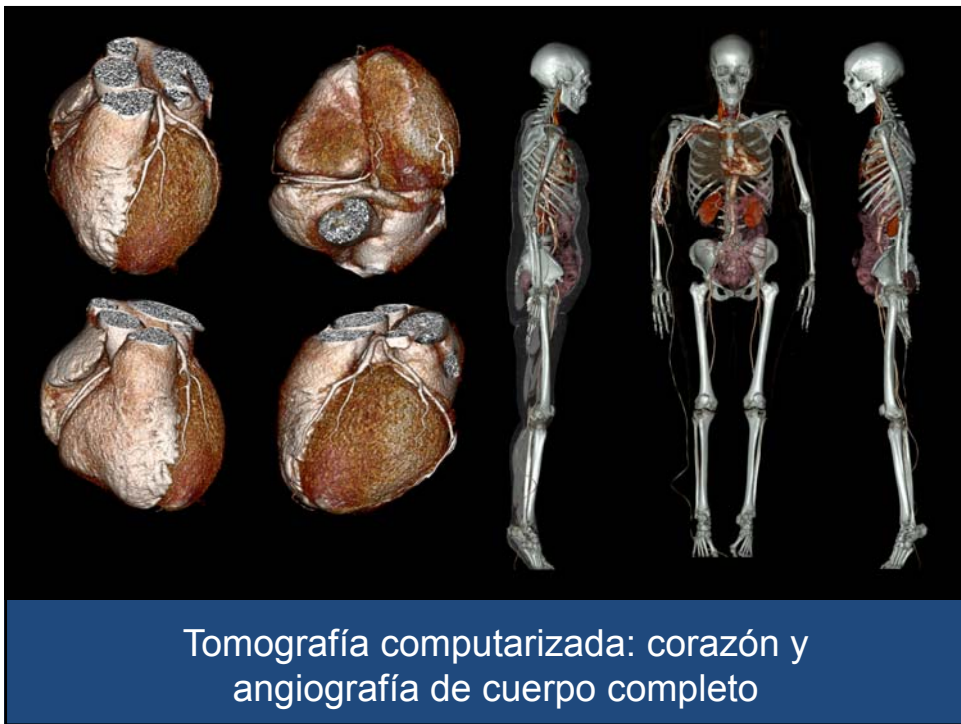
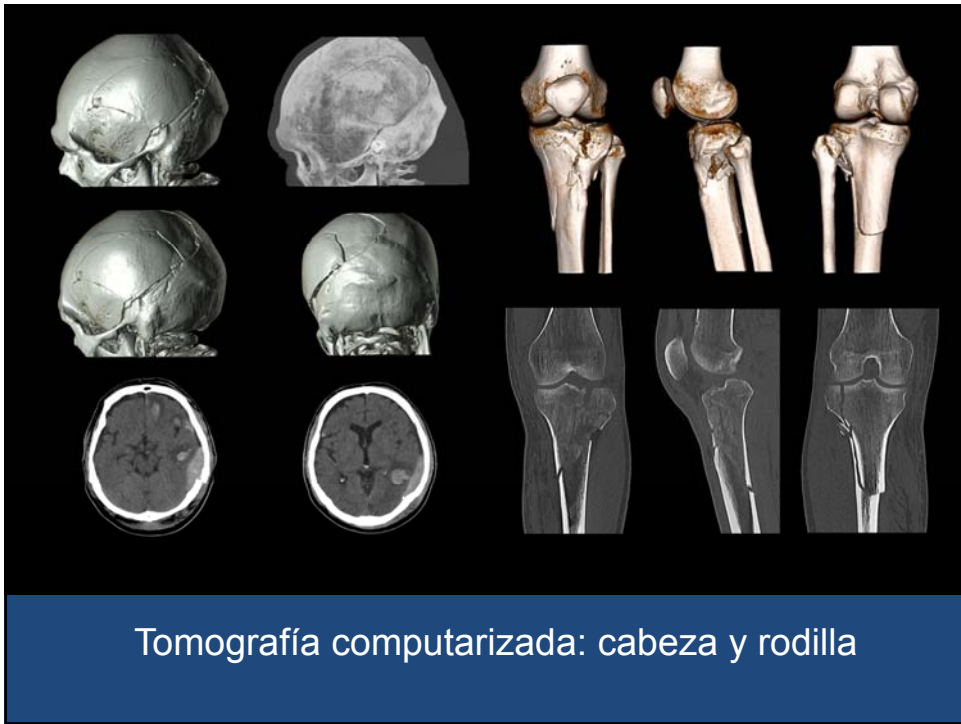
Tomografía Computarizada

- Introducción
- Evolución de la tecnología de TC
- Situación actual. Nuevas aplicaciones
- Riesgos
- Reducción de dosis

Tomografía computarizada

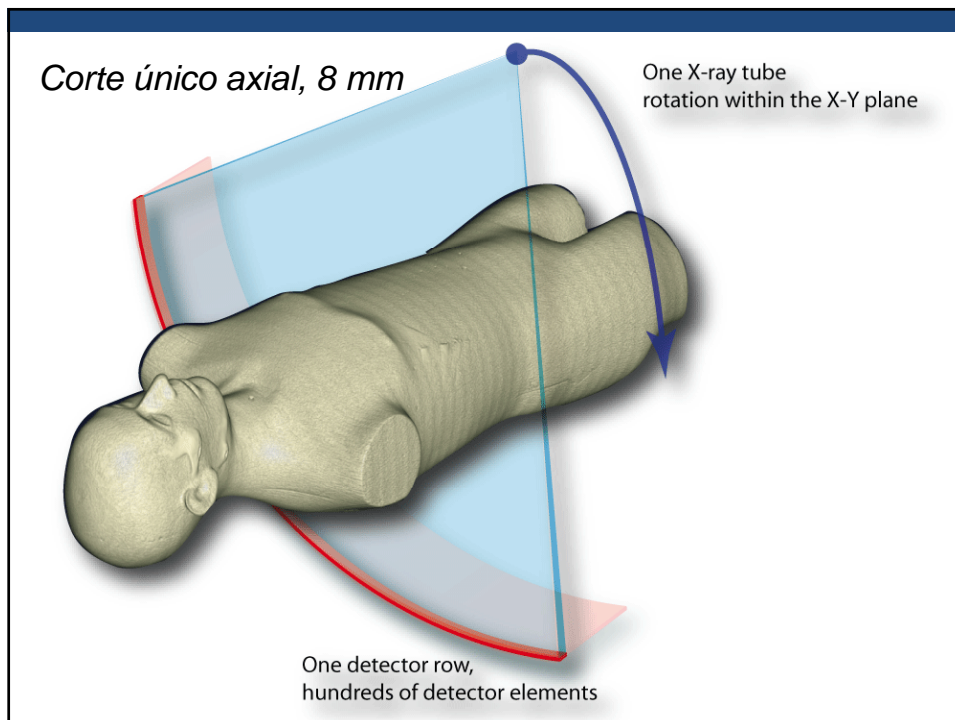




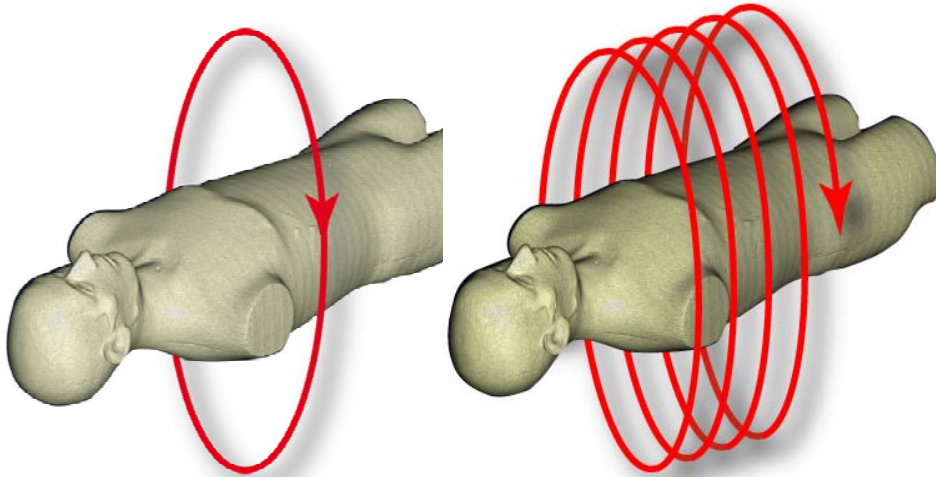


Tomografía Computarizada

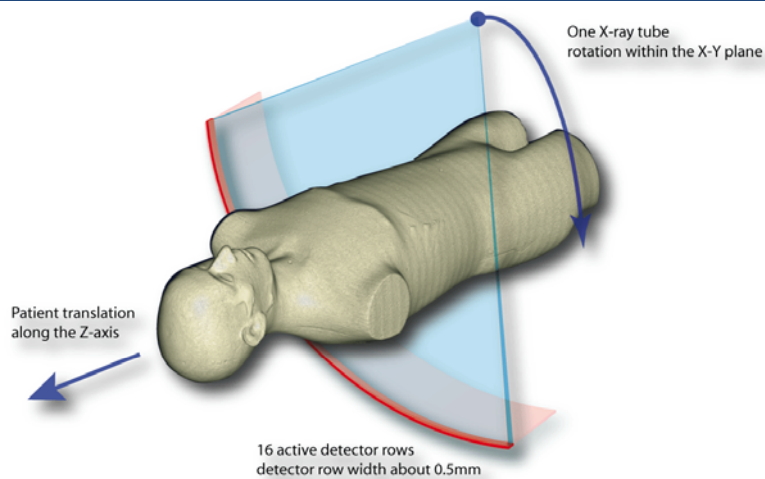
- Introducción
- Evolución de la tecnología de TC
- Situación actual. Nuevas aplicaciones
- Riesgos
- Reducción de dosis



1989: De la adquisición de TC en modo axial (*Step and Shoot*) a la espiral (*helicoidal*)

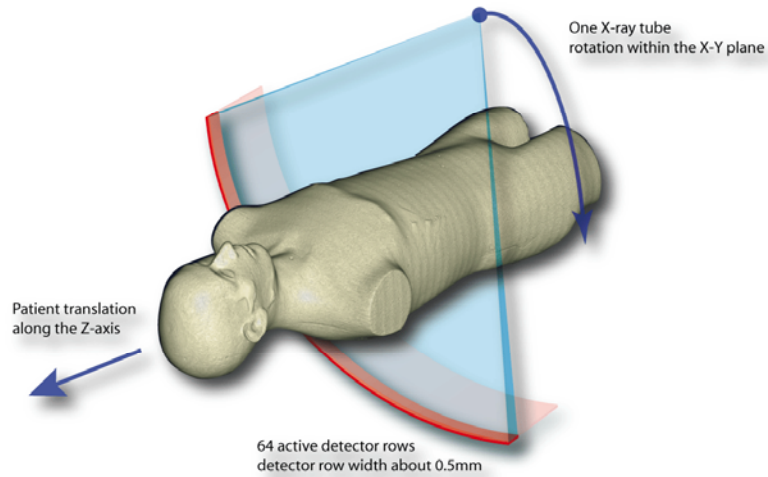


Adquisición espiral multicorte con traslación del paciente



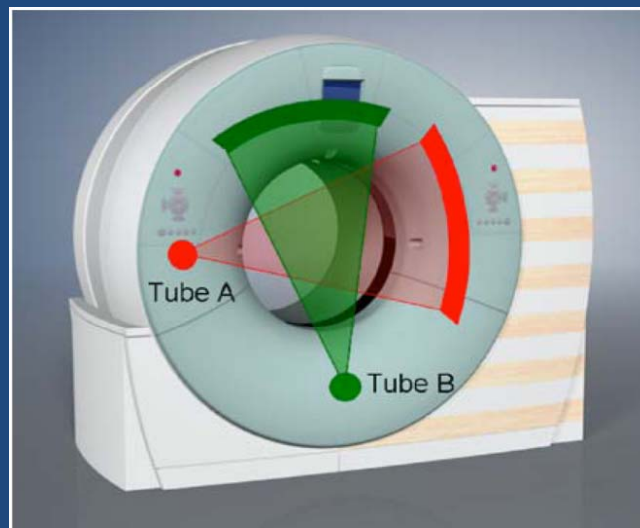
Los equipos de TC multicorte se introdujeron en **1998** (4 filas de detectores) seguidos por 16 filas de detectores en **2001** (Patente: abril de**1980**)

Adquisición espiral multicorte con traslación del paciente



Equipos de TC multicorte **2004**: escáner de 64-cortes : 64 filas de detectores.
(Patente: abril de **1980**)

Escáner helicoidal con doble fuente en **2005**: dos tubos de rayos x, dos conjuntos multidetector



Escáner de TC volumétrico. Cobertura: 160mm sin desplazamiento del paciente;

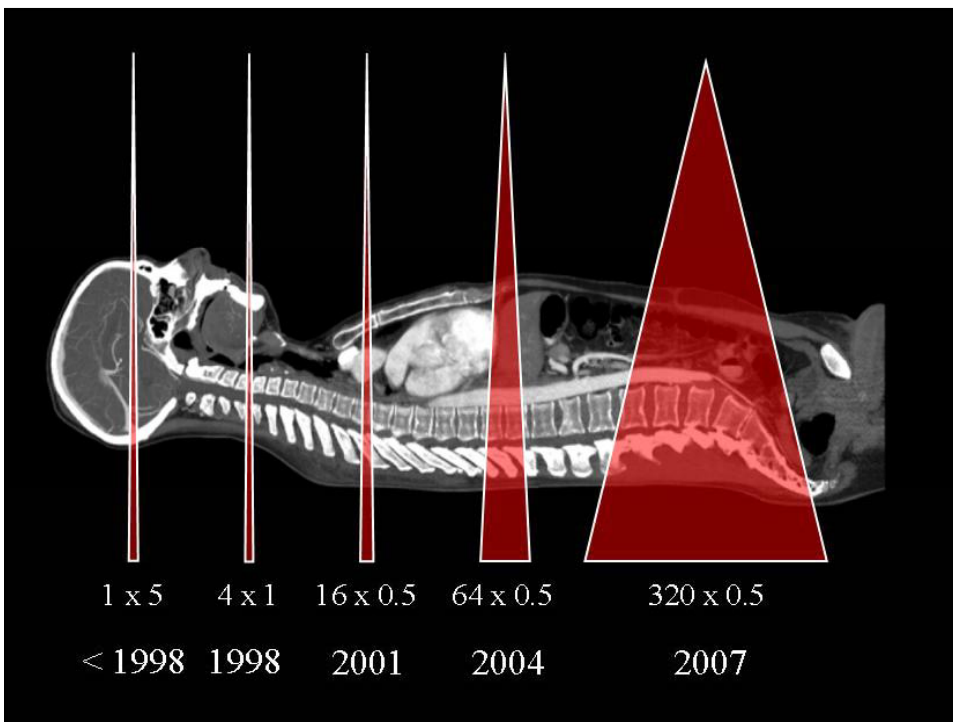
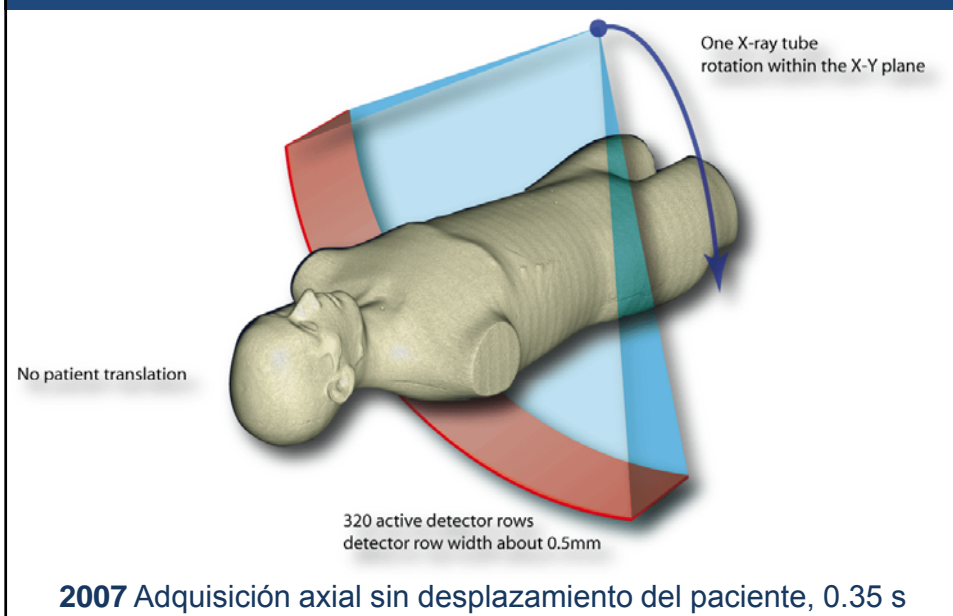


Tabla 1. Evolución de los diferentes tipos de tecnología de TC. Se muestran los cambios esenciales en la configuración del sistema detector, la cobertura del campo de visión axial, la configuración de adquisición axial, y la cobertura del campo longitudinal.

Tecnología TC	Configuración del detector	Cobertura del campo de visión axial	Adquisición angular de las proyecciones	Cobertura longitudinal
Primeros escáneres clínicos, 1974	Un único elemento detector	Haz estrecho, cobertura del FOV* con traslaciones del tubo y del elemento detector	Rotación de un tubo de rayos X y del detector (pequeños incrementos angulares)	Traslación de la camilla en pasos cortos
Escáneres de TC axial (<i>step-and-shoot</i>)	Fila única de detectores con cientos de elementos	Haz en abanico con cobertura completa del FOV	Una rotación completa (360°) de un tubo de rayos X y del detector	Traslación continua de la camilla
Escáneres de TC helicoidal			Rotación múltiple continua de un tubo de rayos X y del detector	
Escáneres de TC helicoidal con múltiples filas de detectores	Multidetector con 4, 16 y 64 canales activos	Dos haces en abanico, uno de ellos al menos con cobertura completa del FOV	Rotación múltiple continua de dos tubos de rayos X y de dos conjuntos detectores	Traslación continua de la camilla
Escáneres de TC helicoidal con múltiples filas de detectores y doble fuente	Dos conjuntos multi-detector, con 32 ó 64 canales activos			
Escáneres de TC volumétrico	Multidetector con hasta 320 canales activos	Haz cónico con cobertura completa del volumen de interés (FOV completo y 160 mm longitudinal)	Una única rotación continua de un tubo de rayos X y del detector	La cobertura de 160 mm del campo longitudinal es proporcionada por el haz cónico. Para cobertura longitudinal >160 mm: adquisiciones <i>step-and-shoot</i> + enlace de los volúmenes reconstruidos

* FOV: Campo de visión

(Calzado & Geleijns, RevFisMed, 2010)

ESCÁNERES DE TC DE ALTA DEFINICIÓN

Discovery CT750 HD (GE)



Brilliance iCT (PHILIPS)



SOMATOM Definition Flash (SIEMENS) Aquilion ONE (TOSHIBA)



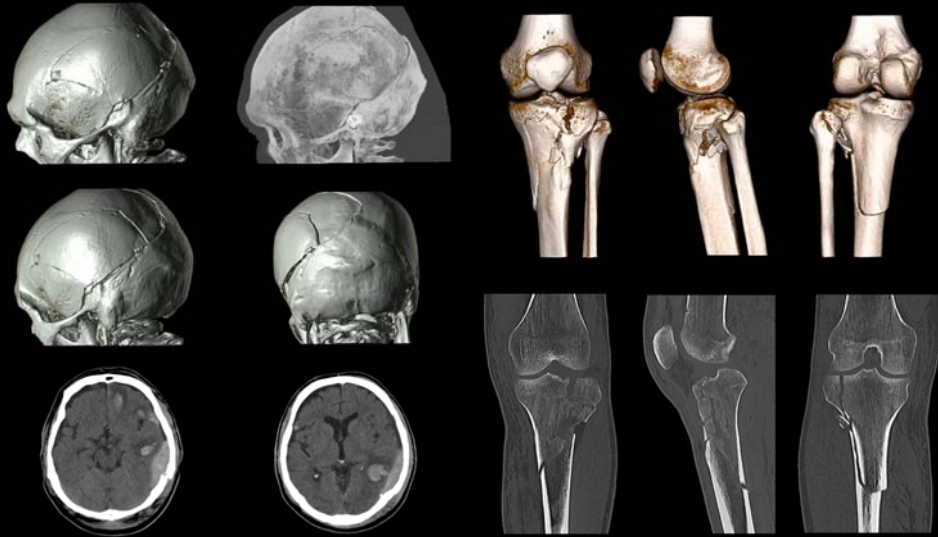
Tomografía Computarizada

- Introducción
- Evolución de la tecnología de TC
- Situación actual. Nuevas aplicaciones
- Riesgos
- Reducción de dosis

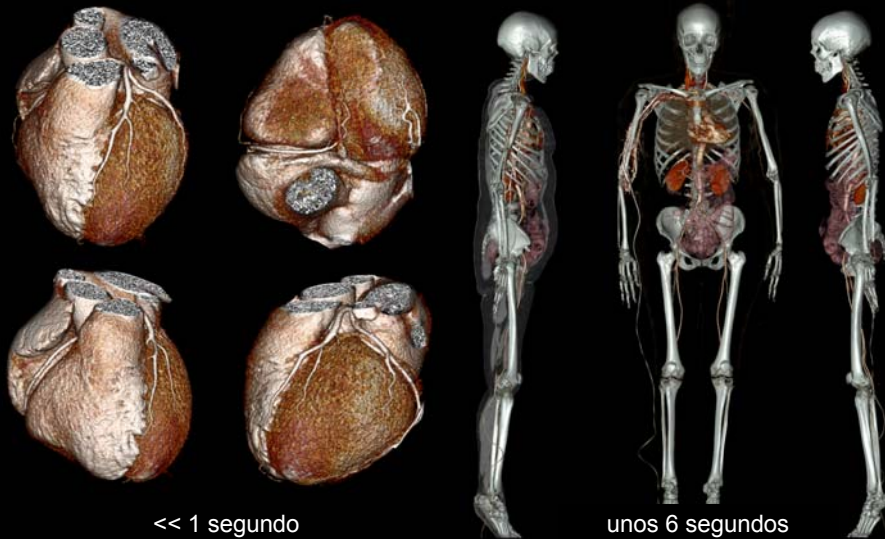
Situación actual: Excelente resolución espacial



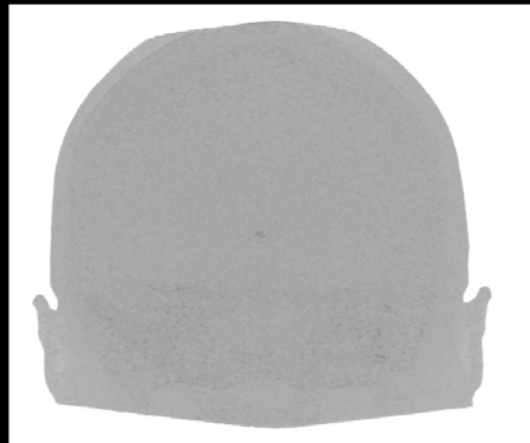
Situación actual: Excelentes imágenes en 3D



Situación actual: adquisiciones muy rápidas, resolución temporal excelente



*Situación actual: Calidad de imagen 4D
excelente*



(Toshiba)

4D dynamic DSA

Situación actual: Angiografía TC y perfusión TC

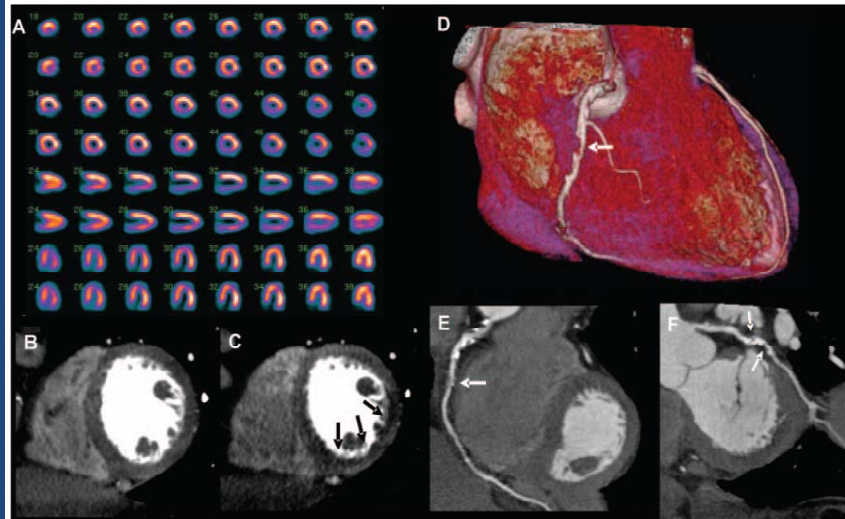
Original Articles

**Adenosine Stress 64- and 256-Row Detector Computed Tomography Angiography and Perfusion Imaging
A Pilot Study Evaluating the Transmural Extent of Perfusion Abnormalities to Predict Atherosclerosis Causing Myocardial Ischemia**

Richard T. George, MD; Armin Arbab-Zadeh, MD; Julie M. Miller, MD; Kakuya Kitagawa, MD; Hyuk-Jae Chang, MD; David A. Bluemke, MD, PhD; Lewis Becker, MD; Omair Yousuf, MD; John Texter, PA-C; Albert C. Lardo, PhD; João A.C. Lima, MD

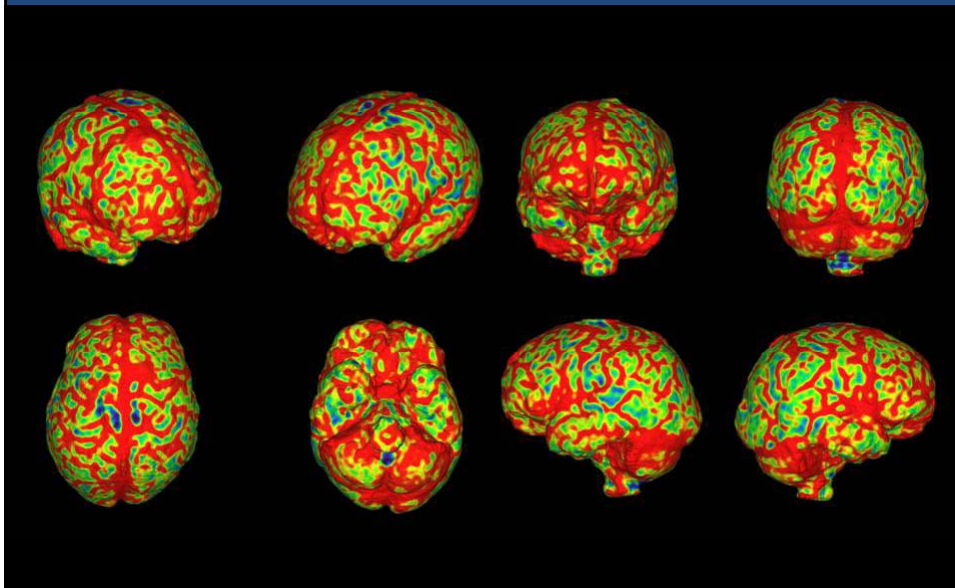
Conclusions—The combination of CTA and CTP can detect atherosclerosis causing perfusion abnormalities when compared with the combination of quantitative coronary angiography and SPECT. (*Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2:174-182.)

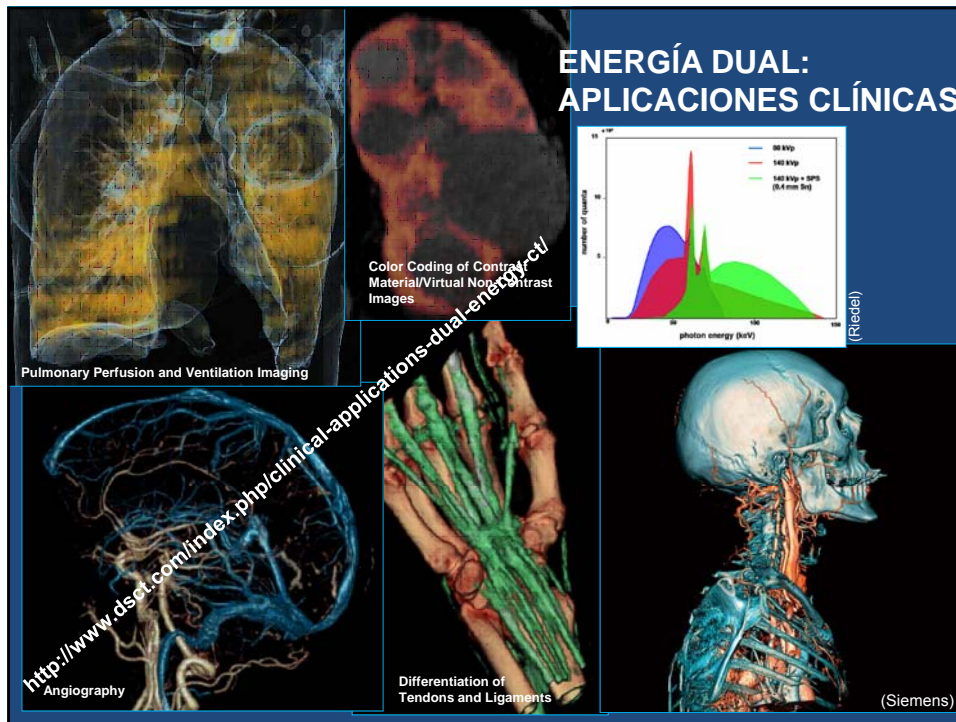
STATE OF THE ART: CARDIAC ANGIOGRAPHY AND PERFUSION IMAGING



Rest (B) and stress (C) CTP imaging shows a reversible subendocardial perfusion deficit in the inferior and inferolateral walls.

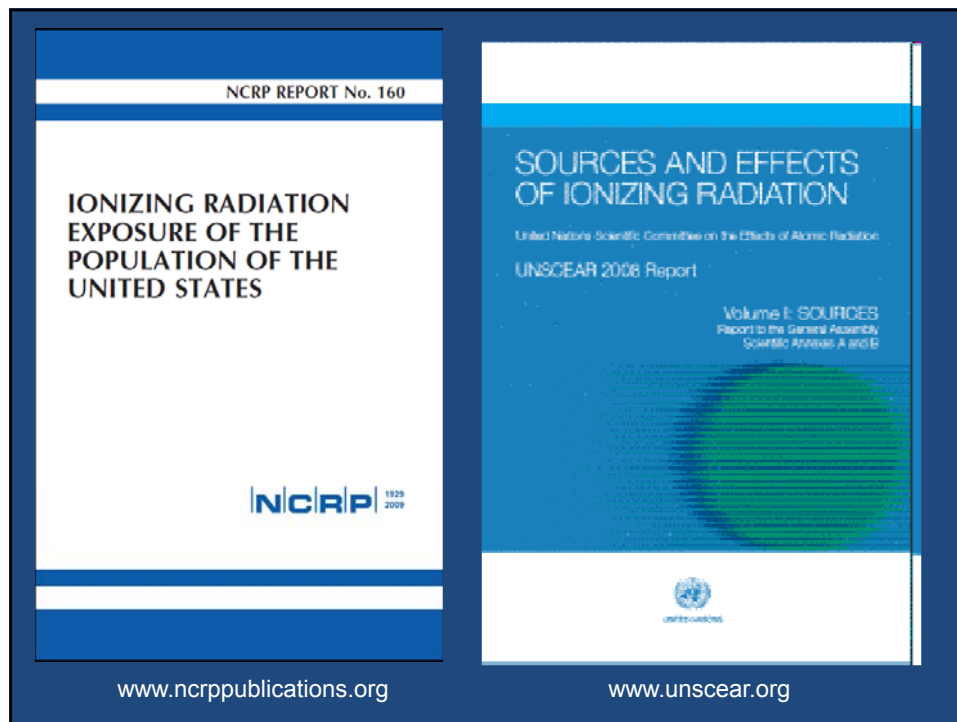
Perfusión TC 4D en volumen de órganos completos. Ejemplo: perfusión cerebral





Tomografía Computarizada

- Introducción
- Evolución de la tecnología de TC
- Situación actual. Nuevas aplicaciones
- Riesgos
- Reducción de dosis



Exposición a la radiación de la TC

- La dosis colectiva de la población va en aumento ...
 - Examen de TC - dosis relativamente altas
 - Mayor número de indicaciones
 - Mayor disponibilidad
 - Más fácil de efectuar
 - Más rápido
 - ...

Además...

- *B138. The development of **multimodality CT scanners** will inevitably lead to an increase in the number and annual frequency of CT scans. These machines allow the acquisition of nuclear medicine scans and CT scans using the same machine.*

(UNSCEAR Report, 2008)

Beneficios

La tecnología TCMD ha contribuido a un aumento sustancial de las aplicaciones de la tomografía computarizada en diagnóstico y de su precisión, tanto en adultos como en niños.

¿Cuáles son los riesgos?

Efectos estocásticos

El modelo *linear-no-threshold (LNT)* para rayos x ajusta datos relacionados con la inducción de **cáncer**, pero es extrapolado para dosis inferiores a

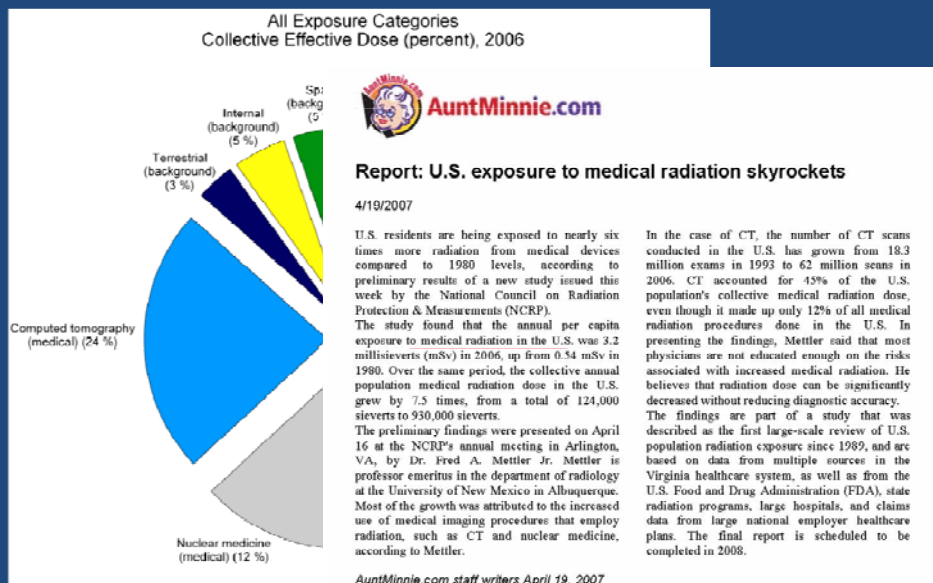
- 100 mSv (expos. adultos)
- 10-20 mGy (expos. fetal)

- La irradiación de las gónadas de los padres previa a la concepción **no ha evidenciado** incremento de riesgo de cáncer o malformaciones en los niños

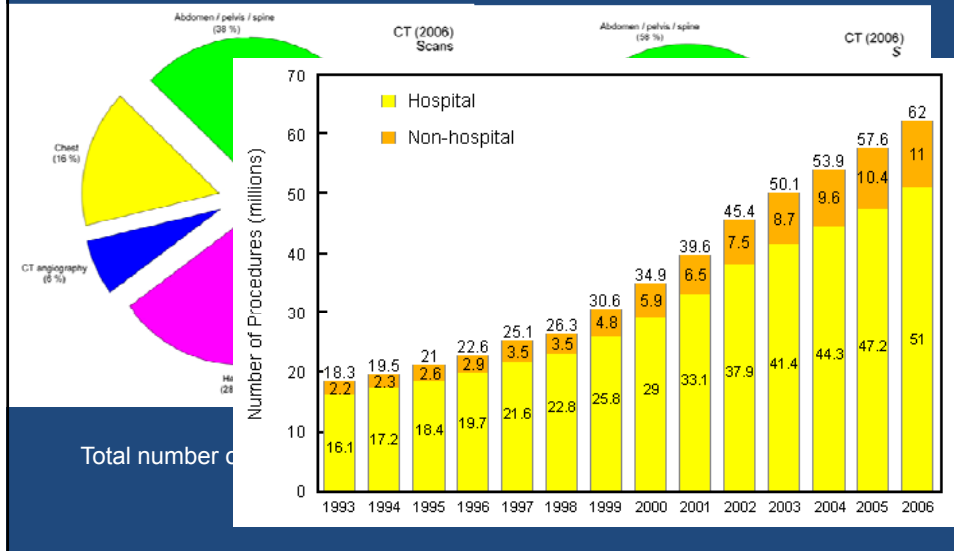
Efectos deterministas

- Umbral para:
 - Defectos de nacimiento por exposición *in-utero*
100-250 mSv
 - Cataratas
2 Gy
 - Eritema en la piel
2-5 Gy

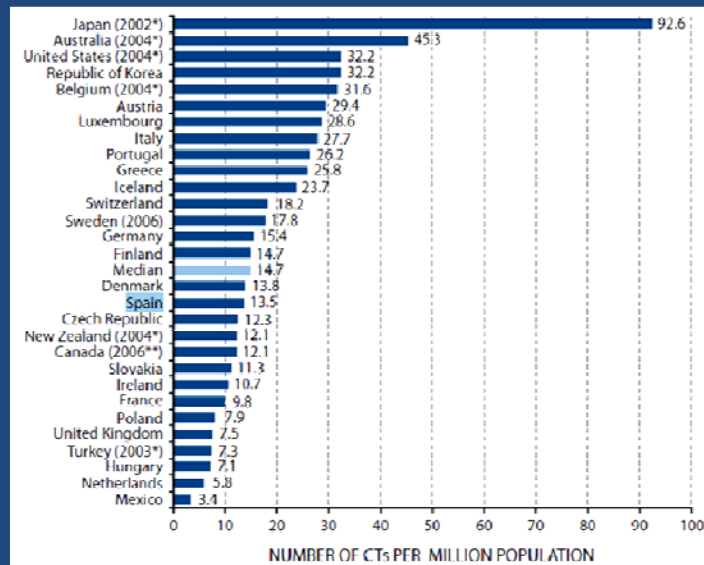
U.S. exposure to medical radiation skyrockets



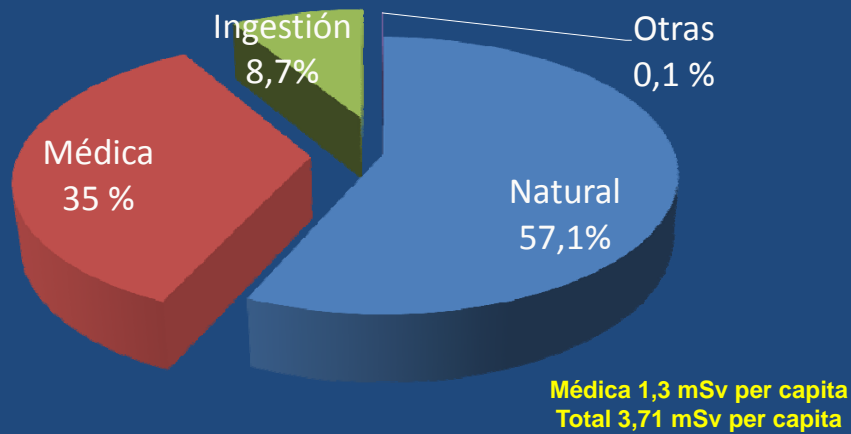
Exámenes de TC en EEUU. Frecuencia y contribución a la dosis colectiva. *NCRP Report 160*



Número de equipos de TC por millón de habitantes en países de la OCDE. Datos hasta 2006. **UNSCEAR Report 2008**

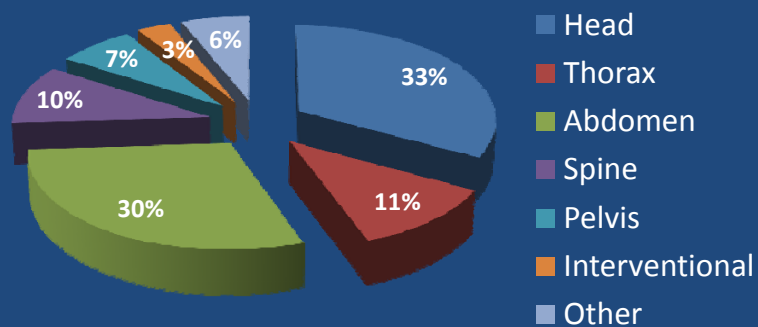


Exposición de la población española a las radiaciones ionizantes



Fuente: CSN, 2002

Exámenes de TC en España. Frecuencia y contribución a la dosis colectiva. *UNSCEAR Report 2008*

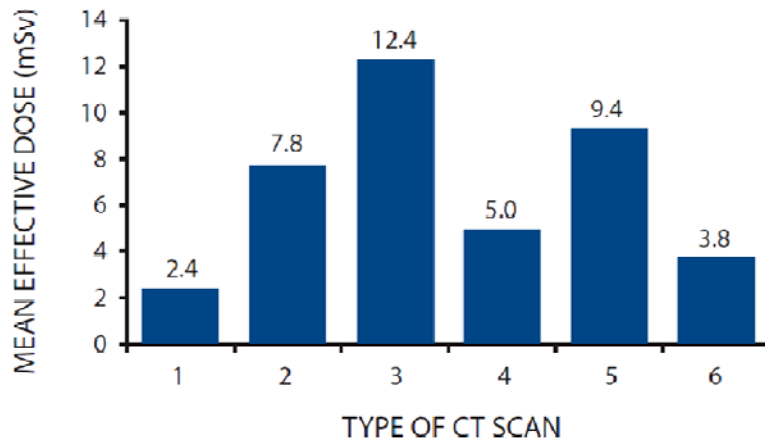


Nº total de exámenes: 4,8 millones/año

S (26 400 person-Sv)

Figure B-X. Mean effective doses for various CT examinations in health-care level I countries

1: head; 2: thorax; 3: abdomen; 4: spine; 5: pelvis; 6: other

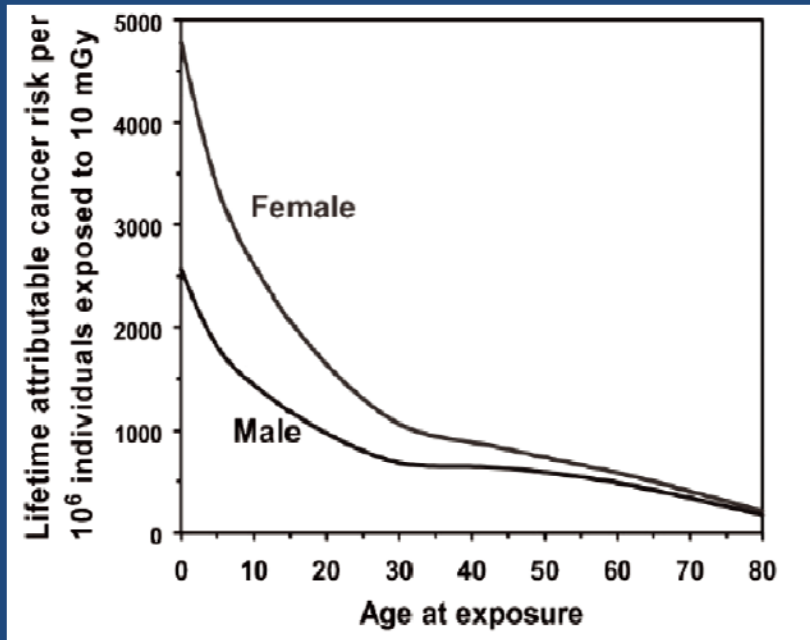


UNSCEAR Report 2008

Evaluación del riesgo

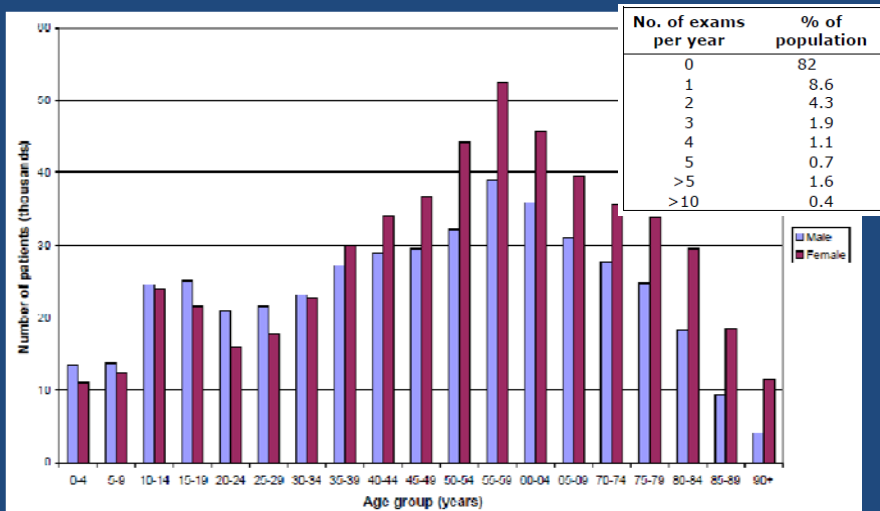
- La evaluación del riesgo para el diagnóstico médico y el tratamiento que emplea radiación ionizante se estima mejor utilizando **valores del riesgo apropiados para los tejidos individuales en riesgo y para la distribución de edad y sexo** de los individuos sujetos a los procedimientos médicos.
- La evaluación e interpretación de la dosis efectiva correspondiente a la exposición médica de pacientes **es problemática cuando los órganos y tejidos reciben sólo una exposición parcial o muy heterogénea**, como es sobre todo el caso en el diagnóstico y en los procedimientos intervencionistas guiados por radioscopia.

(ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann ICPR 2007;37:1-332.)

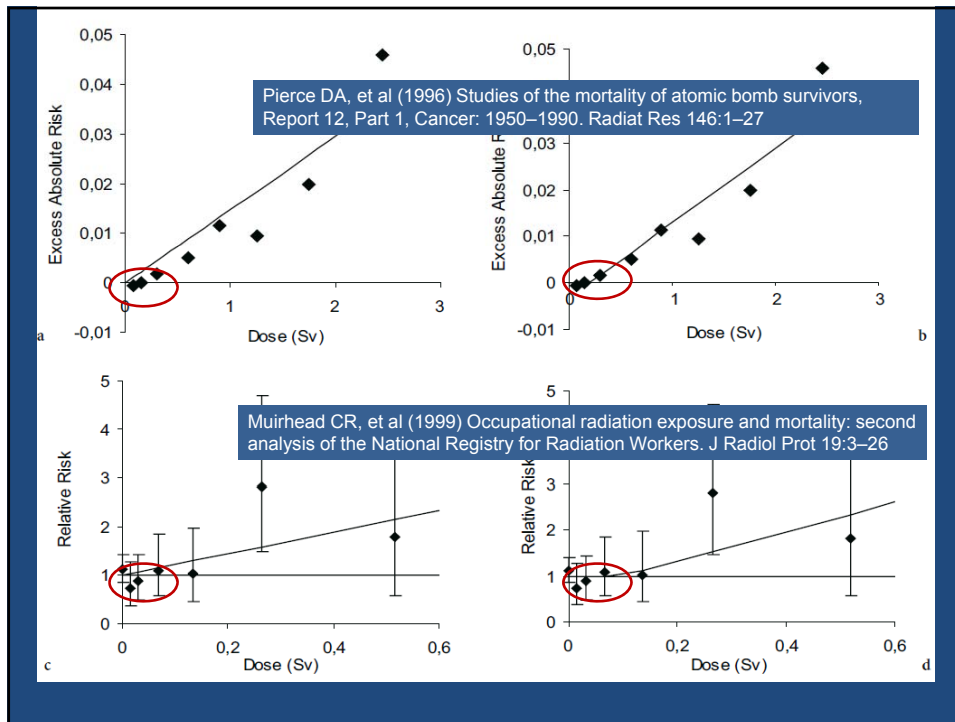


Preston DL et al, Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. Radi Res 2007;168:1-64. BEIR VII. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. 2006.

2004 fraction of the population receiving a medical X-ray exposure. Age distribution



European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. Radiation Protection 154. European Commission, 2008.



Modelo *Linear No-Threshold*

A LNT concept of radiation risk implies that each increment of dose carries a concomitant increase in radiation risk so the ALARA principle remains valid and the development of improvements in tomografía computarizada, which lead to a reduction of the dose to the patient, continues to be worthwhile.

(K. H. Chadwick and H. P. Leenhouts. *Risks from Ionising Radiation*. In Radiation Dose from Adult and Pediatric Multidetector tomografía computarizada .D. Tack · P. A. Gevenois (Eds.) pp

Inducción de cáncer. Diferencias en las proyecciones del riesgo ...

- UNSCEAR
- ICRP
- BEIR
- NCI
-

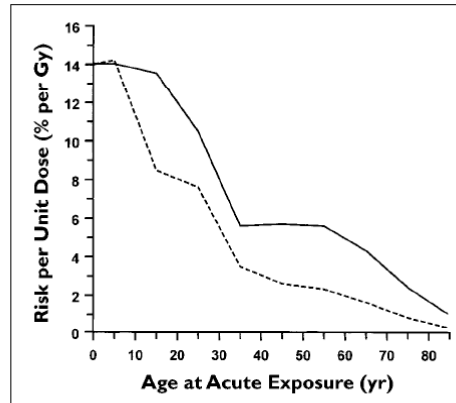


Fig. 3.—Graph shows lifetime attributable cancer mortality risks per unit dose as a function of age at a single acute exposure as estimated by National Academy of Sciences BEIR V (Biological Effects of Ionizing Radiations) committee (solid line) [12] and in ICRP (International Commission on Radiological Protection) report 60 (dotted line) [13]. Note rapid increase in lifetime risk with decreasing age at exposure.

Brenner et al. *Estimated Risks of Radiation-Induced Fatal Cancer from Pediatric CT.* AJR 2001;176:289–296

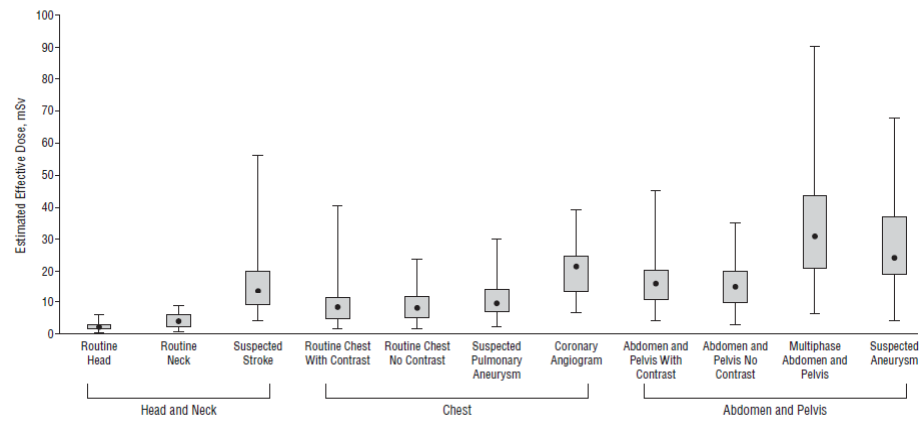
Inducción de cáncer. Efectos en pacientes pediátricos

Riesgo atribuible durante toda la vida (LAR) de incidencia de cáncer por órganos. Nº de casos por 100,000 persons expuestas a dosis única de 0,1 Gy.

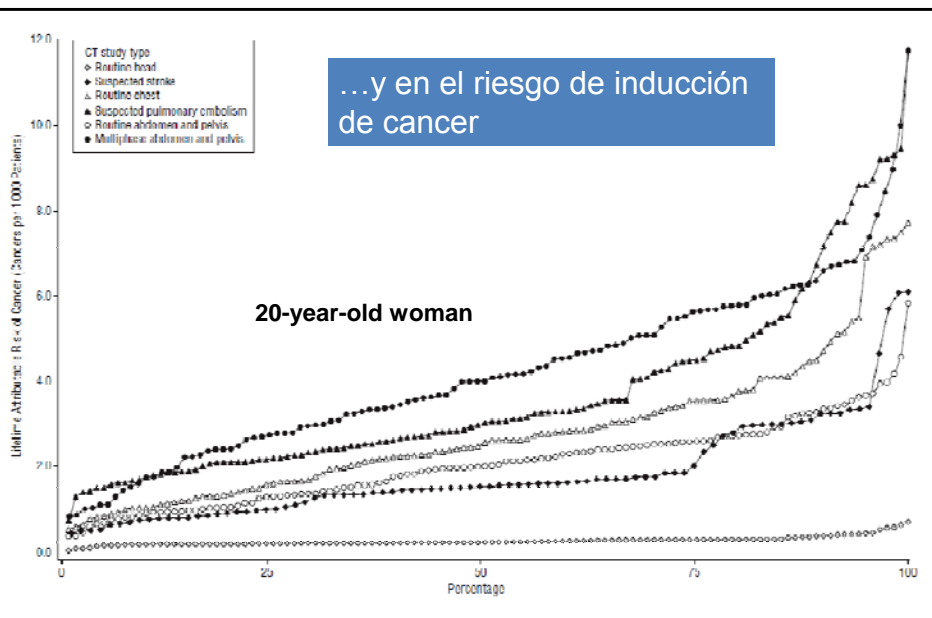
ORGAN	AGE AT THE EXPOSURE					
	5 años		10 años		40 años	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer
Estómago	65	85	55	72	27	35
Colon	285	187	241	158	122	79
Hígado	50	23	43	20	21	10
Pulmón	261	608	216	504	104	240
Mamas		914		712		141
Vejiga	177	180	150	152	79	78
Tiroides	76	419	50	275	3	14
Leucemia	149	112	120	86	84	62
Todos los cánceres	1816	3377	1445	2611	648	886

(adaptado de la TABLA 12 D-1 de BEIR VII)

Variaciones significativas en dosis de radiación..



(Smith-Bindman et al, Arch Intern Med. 2009;169:2078-2086)



(Smith-Bindman et al, Arch Intern Med. 2009;169:2078-2086)

Comparación de los riesgos de exposición a la radiación con otros de la vida diaria

	Average number of deaths per 1000 individuals
Imaging Examinations ^a (Effective Dose)	
Extremity, dental or bone mineral radiographs (<0.1 mSv)	<0.005
Chest radiographs, mammogram (≈0.1 mSv)	0.005
Head or barium scans (≈1 mSv)	0.05
Coronary CT angiogram, chest or abdomen-pelvis CT invasive coronary angiography, radionuclide myocardial perfusion study (≈10 mSv)	0.5

^a Estimated number of *potential* deaths resulting per 1000 individuals who have had one of these imaging exams.

Riesgo de efectos deterministas

...when the patient undergoes more than one radiological procedure **where the radiation beam remains for an extended time over the anatomic region** (e.g., perfusion or interventional CT), so that although such effects occur in very special cases, their possibility cannot be excluded..



(Cortesía de I. Wagner)



(Cortesía de J.T. Seabourn)

En conclusión:

En la inmensa mayoría de los casos, el beneficio diagnóstico de la tomografía computarizada es claramente superior al riesgo de inducción de cáncer

- Optimización (principio ALARA)
- Protocolos específicos en TC pediátrico
- Uso de los sistemas de modulación de dosis siempre que sea posible
- Consideración de los riesgos individuales en casos especiales
- Conocimiento de las dosis impartidas

Tomografía Computarizada

- Introducción
- Evolución de la tecnología de TC
- Situación actual. Nuevas aplicaciones
- Riesgos
- Reducción de dosis

Dos principios básicos de la reducción de dosis en TC

Utilización adecuada

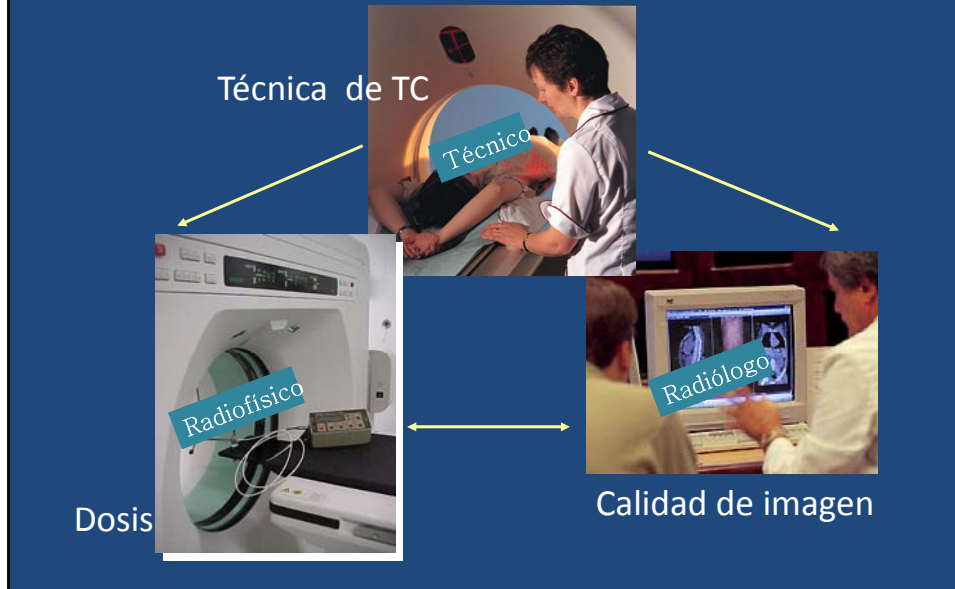


Optimización de los protocolos

Utilización adecuada

- El examen de TC debe estar justificado en todos los casos (criterios de remisión)
- El examen de TC se evitará si hay técnicas alternativas (US, RMI) con valor diagnóstico comparable
- En los protocolos de seguimiento de pacientes (por ejemplo, linfomas) se ajustarán la periodicidad de los controles de TC y los protocolos empleados para efectuar el examen

Utilización adecuada (Recomendaciones de diferentes organizaciones)



Council Directive 97/43 EURATOM. Health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposures.

Article 8

Equipment

6. If new radiodiagnosical equipment is used, it shall have, where practicable, a device informing the practitioner of the quantity of radiation produced by the equipment during the radiological procedure.

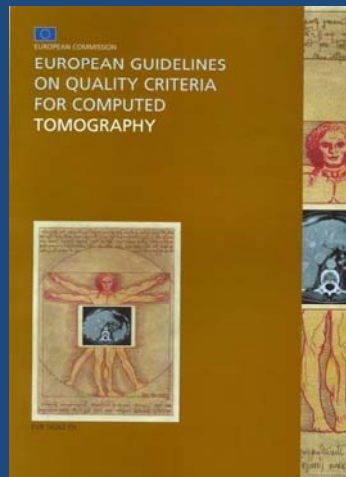
Computed Tomography Dose Index (CTDI, mGy)

Dose Length Product (DLP, mGy.cm)

DOSE		Reference Info.
Scan Total	CTDI vol.e	11.8 mGy
	DLP.e	545.3 mGy.cm
Dose Calculation Method: 22cm diameter		
Z-Axis Efficiency: - %		
Protocol Total	DLP.e	545.3 mGy.cm
Patient Total	DLP.e	545.3 mGy.cm

Computed Tomography user interface example

CT working group



- European guidelines
- Quality criteria for computed tomography

Revision of the CT Guidelines

The 2004 CT Quality Criteria

[Clinical and associated performance parameters for MSCT Quality Criteria](#)

[Clinical and performance parameters: MSCT in paediatric patients](#)

[2004 MSCT Quality Criteria](#)

[2004 MSCT Paediatric Quality Criteria](#)

Appendices to the 2004 CT Quality Criteria

[Appendix A - MSCT Dosimetry](#)

[Appendix B - European field survey on MSCT](#)

[Appendix C - Assessment of Patient Dose in Paediatric MSCT](#)

http://www.msct.eu/CT_Quality_Criteria.htm#Download the 2004 CT Quality Criteria

Publicaciones de la ICRP

Managing Patient Dose in Computed Tomography (CT)



ICRP

Publicaciones de la ICRP



ICRP Publication 102



Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT)

ICRP Publication 102

Approved by the Commission in March 2007

Abstract—Computed tomography (CT) technology has changed considerably in recent years with the introduction of increasing numbers of multiple detector arrays. There are several parameters specific to multi-detector computed tomography (MDCT) scanners that increase or decrease patient dose systematically compared to older single detector computed

VALORES DE NOTIFICACIÓN Y ALERTA. NORMA PARA EQUIPOS DE TC

NEMA Standards Publication XR 25-2010

“CT DOSE CHECK” (Computed Tomography Dose Check)

Draft v3.2

NOTIFICATION VALUE:

A dose value that is set by the operating institution to notify the operator that the scan dose as set might be outside the institution's accepted range.

ALERT VALUE:

A dose value that exceeds a value chosen by the operating institution that warrants more stringent review and consideration than that corresponding to exceeding the notification value, before proceeding

Draft European Basic Safety Standards Directive – Version 24 February 2010

Draft Euratom Basic Safety Standards Directive

Version 24 February 2010 (final)

Directives included in the recast:

- Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996, laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation (Official Journal L-159 of 29.06.1996, page 1),
- Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom (Official Journal L-180 of 09.07.1997, page 22),
- Council Directive 89/618/Euratom of 27 November 1989 on informing the general public about health protection measures to be applied and steps to be taken in the event of a radiological emergency (Official Journal L-357 of 07.12.1989, page 31),
- Council Directive 90/641/Euratom of 4 December 1990 on the operational protection of outside workers exposed to the risk of ionising radiation during their activities in controlled areas (Official Journal L-349 of 13.12.1990, page 21),
- Council Directive 2003/122/Euratom of 22 December 2003 on the control of high-activity sealed radioactive sources and orphan sources (Official Journal L346 of 31.12.2003, page 57)

Borrador Euratom Basic Safety Standards Directive

- a) Formación en Protección Radiológica
- b) Dispositivo que informe al profesional de los niveles de radiación producidos por el equipo durante el procedimiento radiológico en medicina (obligatorio para TC)
- c) Los estados miembros garantizaran la toma de todas las medidas razonables para reducir al mínimo la probabilidad y la magnitud de las exposiciones accidentales o no intencionales de los pacientes en todos los procedimientos radiológicos en medicina

The screenshot displays the HERCA website interface. At the top, the logo for HERCA (Heads of the European Radiological protection Competent Authorities) is shown. Below the logo, there are navigation links for RSS, sitemap, and glossary. A sidebar on the left contains a menu with items like HOME, ABOUT HERCA, WORKING GROUPS, and DOCUMENTS AND STATEMENTS. The main content area is titled 'WG MEDICAL APPLICATIONS' and contains text describing the group's focus on radiation protection issues, justification, and optimisation. A stylized human figure is visible in the background of the text area.

HERCA Heads of the European Radiological protection Competent Authorities

[RSS](#) | [sitemap](#) | [glossary](#)

WG MEDICAL APPLICATIONS

The HERCA WG Medical Applications will cover all radiation protection issues arising from **medical applications of ionizing radiation** for diagnosis and therapy. The focus of the WG MA is on harmonizing the implementation of radiation protection regulation in Europe, in particular with regard to new medical applications.

The HERCA WG MA shall enhance harmonizing the implementation of the radiation protection regulation on medical applications, focusing on justification and optimisation. The involvement of all relevant **stakeholders** on radiation protection issues is a declared objective of HERCA. National efforts are coordinated under the umbrella of HERCA to maximize the impact in stakeholder involvement.

Main current topics are

Justification

HERCA shall provide information in order to create awareness on dose and the connected risks of exposure (e.g. **diagnostic reference levels, effective dose**), check if a **justification** procedure is applied before each exposure in every ward, verify the justification of a sample of medical exposures by **Clinical Audits**, promote a multidisciplinary approach in justification for both diagnostic and therapeutic use of ionizing radiations. Since the justification process is essentially a **medical undertaking** and a part of "good medical practice" (GMP), working around these axes calls for the involvement of not only the radiation protection regulatory bodies, but also of other stakeholders such as health ministries, health technology assessment agencies, professional bodies, patient organisations, etc.

Optimisation

While many of the factors associated with optimisation are dependent upon the good professional practice of the medical

Justification	<ul style="list-style-type: none"> • Medical doctors, medical societies and associations • Patients, patient organizations • Legislator
Optimization	<ul style="list-style-type: none"> • Medical doctors, medical physicists, technicians, other medical staff • Manufacturers and suppliers, staff undertaking installation and maintenance • Hospital directors
General	<ul style="list-style-type: none"> • Patients and their relatives • Patient ombudsman • members of the public • Insurance • Legislator and authorities

The screenshot shows the IAEA website's 'Radiation Protection of Patients' section. At the top, there's a navigation bar with links like 'About Us', 'Our Work', 'News Centre', 'Publications', and 'Nucleus'. Below this is a search bar and a main heading 'Radiation Protection of Patients'. A prominent banner image shows a medical professional with a patient, overlaid with the text 'Safe Use of Ionizing Radiation in Medicine'. Underneath, there are several content blocks: 'Read and Review' with a news item 'Not a Beam More, Not a Beam Less', 'Watch and Listen' with a video player showing a man in a suit, and 'Further Resources' with a list of related topics and organizations.



image gently

The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging

Iniciativa OIEA

Smart Protection
by Madan M. Rehani
A 'smart card' that contains patients' information including radiation dose data would help protect them from radiation effects.



Iniciativa Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging

¡Tomemos imágenes con delicadeza cuando cuidamos a los niños! La campaña *Image gently* es una iniciativa de la *Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging* (Alianza para la seguridad radiológica en la obtención de imágenes pediátricas). El objetivo de la campaña es cambiar la práctica a través del aumento de la conciencia y oportunidades para disminuir la dosis en la obtención de imágenes de niños.

Este sitio ofrece información para todos los públicos interesados en la seguridad radiológica en la obtención de imágenes pediátricas:

- Comunidad radiológica
- Padres
- Pediatras
- Técnicos radiólogos
- Médicos médicos
- Medios de comunidad

• Protocolo de orientación para TC pediátrica y hoja de trabajo

• Pinche aquí para realizar la promesa de tomar imágenes con cuidado.

¡Únase a nosotros: Pinche la promesa de tomar imágenes con cuidado. Hoy.

No hay duda: ¡La TC nos ayuda a salvar las vidas de los niños!

Pero, cuando obtenemos las imágenes, la radiación importa:

- Los niños son más sensibles a la radiación
- Lo que hacemos hoy, dura toda la vida de ellos

Por eso, cuando obtenemos imágenes, hagámoslo con delicadeza:

- Más, no es frecuentemente mejor
- Cuando la TC es lo que hay que hacer:
- Ajustar el kVp y el mAs al tamaño del niño
- Una exploración (única fase) es suficiente generalmente
- Explorar sólo el área indicada

¡Tomemos imágenes con delicadeza, o tomemos imágenes cuidadosas!

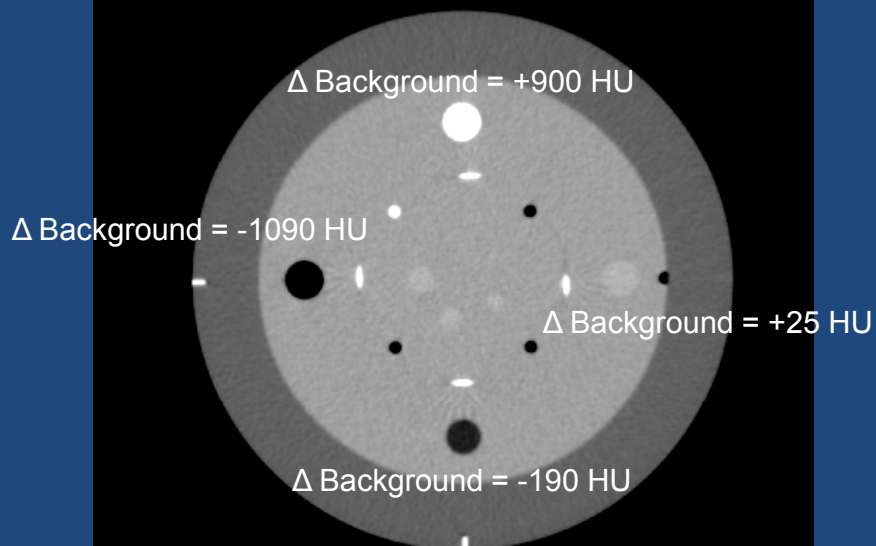
Optimización de los protocolos

- La técnica empleada debe adaptarse a las características del paciente
 - Uso de protocolos específicos de imagen para pediatría (Campaña “Image Gently”)
 - Reducción del kVp: reducciones relativas de dosis en órganos de 30-55%
 - Utilización de los sistemas de control automático de mA
 - Control de las técnicas en pacientes obesos, para los que los sistemas de modulación pueden producir imágenes “ruidosas”

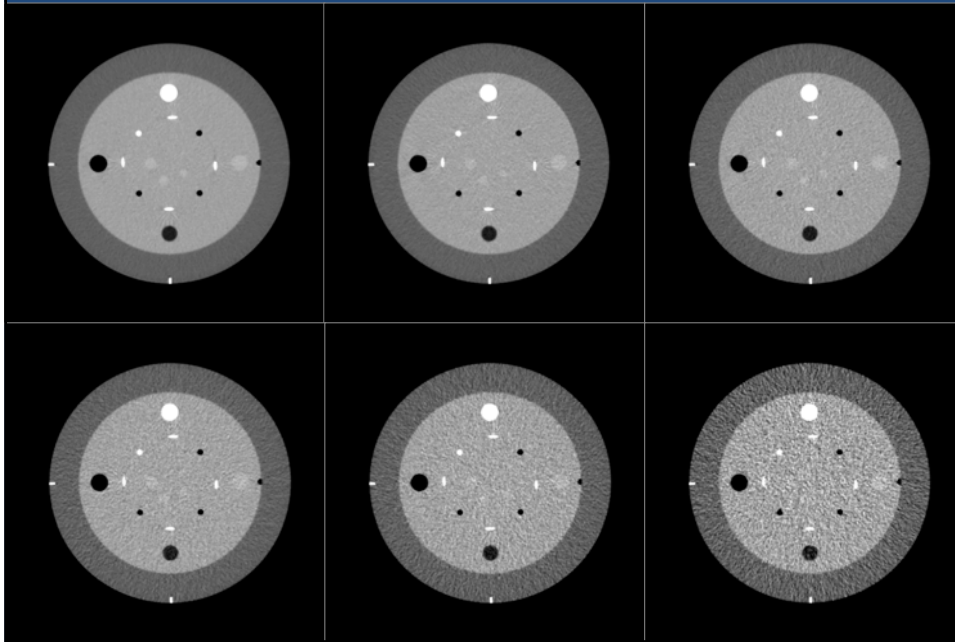
Optimización de los protocolos

- Ajuste de la técnica para minimizar las dosis y garantizar la validez diagnóstica (criterio ALARA):
 - Optimización del kVp
 - Ajuste de la corriente o de los mAs: *AEC software*
 - Ajuste del *pitch*
 - Desarrollo y utilización de tablas de referencia en relación con los diámetros o el IMC por regiones anatómicas
 - Reducción del nº de fases con contraste
 - Ajuste de la extensión corporal explorada a las necesidades de diagnóstico

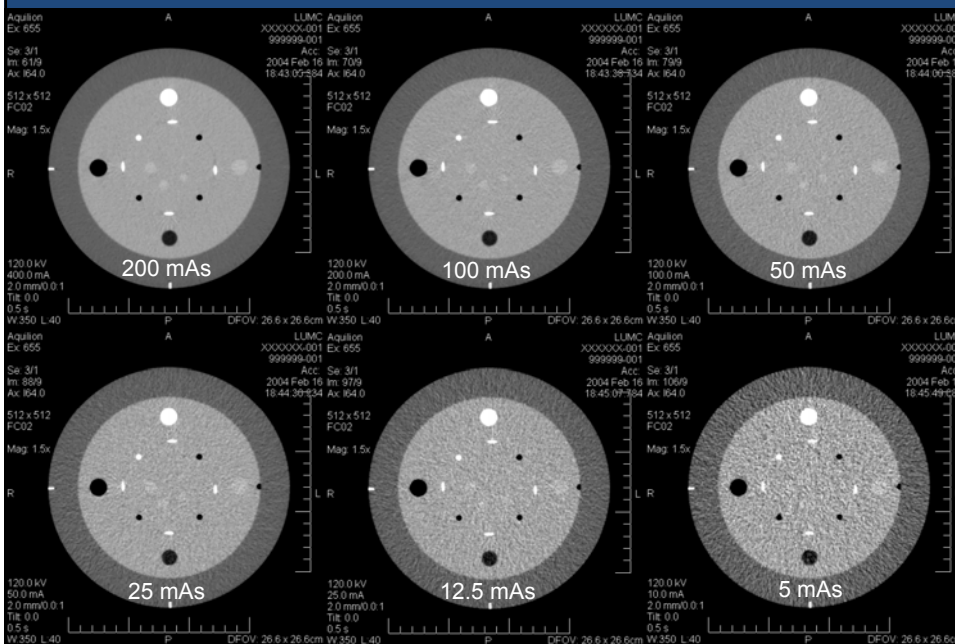
Optimización de la corriente de tubo

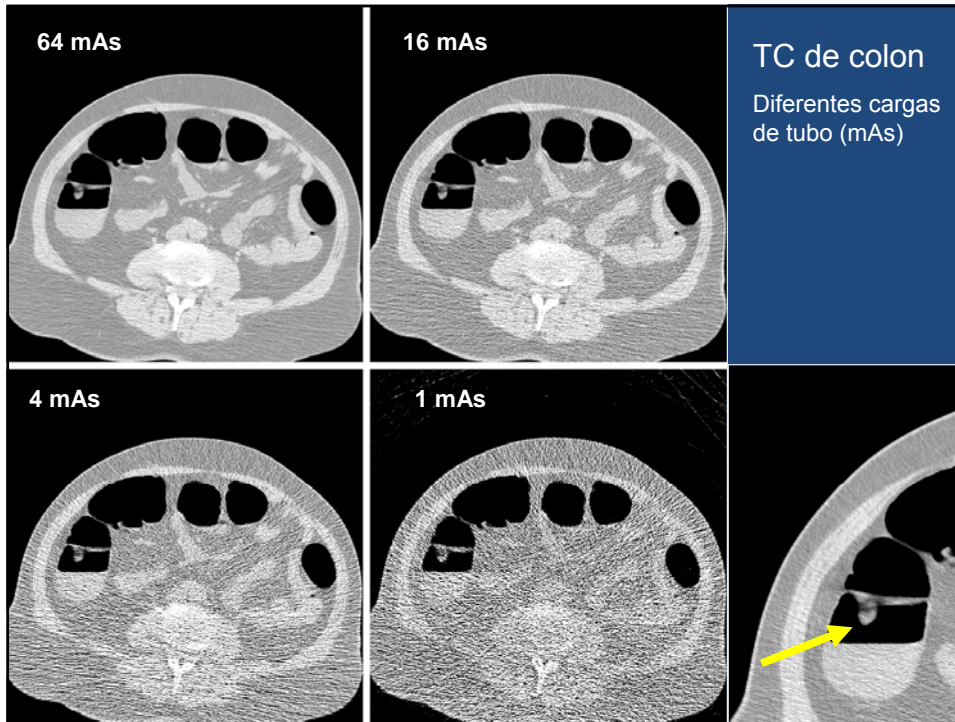


Optimización de la corriente de tubo



Optimización de la corriente de tubo





MODULACIÓN DE INTENSIDAD.
Simulación con los datos brutos de un paciente

Standard CT

rel. tube current

rel. image noise

z

C 40/W 500

AEC

rel. tube current

rel. image noise

z

C 40/W 500

AEC: reducción del 34% en mAs con calidad de imagen constante
(Leidecker C, Kachelrieß M, Kalender WA. ECR 2004, paper no. B-546)

MODULACIÓN DE INTENSIDAD. REDUCCIONES DE DOSIS

•En el eje-z o en el plano x-y exclusivamente. La dosis se reduce en:

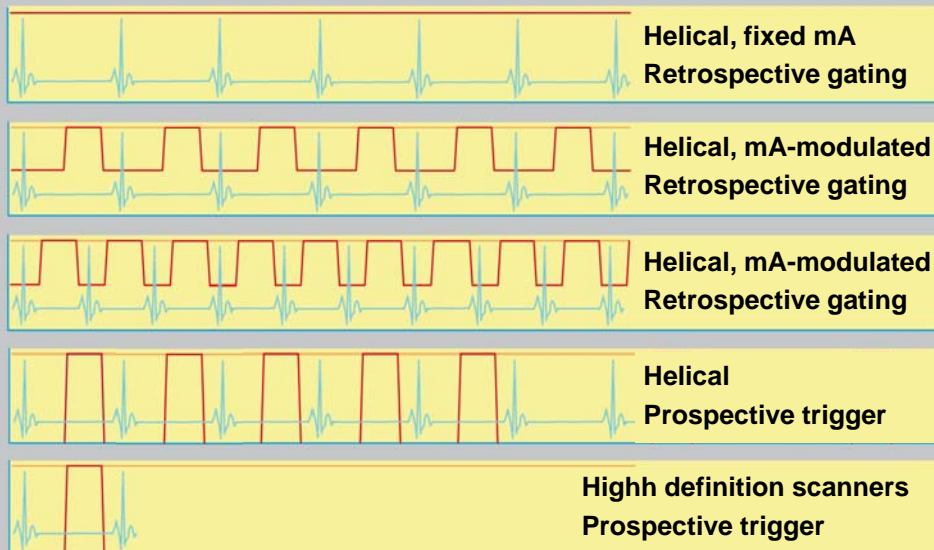
- Hasta un 35% a la altura de los hombros
- Un 10% en las bases pulmonares
- No más de un 20% en promedio en el tronco
- Se seleccionan valores de mA previamente

•En las tres direcciones (x, y, z)

- Reducciones de dosis del 30-40% en el tronco (10-70%)
- Proporciona una calidad de imagen aprox. constante
- Se selecciona la "calidad" apropiada para la indicación

Remy-Jardin M et al. Radiology 2004;230:116-124
Tack D et al. AJR 2003;18:331-334 *
Mulken TH et al. Radiology 2005; 237:213-223

Tube current cardiac CT scan



(Adaptada de Dr K. Geleijns)

Tube current cardiac CT scan



(Adaptada de Dr K. Geleijns)

Reducción de dosis. Fabricantes

- Mejoras en hardware por parte de los fabricantes
 - Colimadores móviles para minimizar el *overranging*
 - Energía dual (*Dual energy*)
 - Detectores más eficientes
- Software: técnicas de reconstrucción iterativa
 - Disminución de las dosis hasta sub-mSv

Resumen de las recomendaciones

- Buen conocimiento de los equipos
- Utilización de las guías para la remisión de pacientes
- Comparación con los valores de dosis de referencia
 - Diferentes niveles (hospital, región, país,...)
- Formación continuada de todos los profesionales implicados
- Cooperación con los fabricantes

Agradecimientos

- A los cuatro fabricantes (General Electric, Philips, Siemens, Toshiba) por su apoyo e información.
- Al Dr K. Geleijns por la cesión de imágenes para la presentación.