

Accidentes y prevention de riesgos

Cordoba 2018

Jean-Marc Cosset
Co-Autor de las Recomendaciones
CIPR 86 y CIPR 112

Advertencias elementales

- Punto 1 : los accidentes de radioterapia son (afortunadamente) extraordinariamente raros
- Punto 2 : esta no es una razón por la cual ocultarlos o descuidarlos
- Punto 3 : en tanto que su análisis sistemático debe poder reducir aun mas su frecuencia... (Ver : seguridad en aeronáutica o en las centrales nucleares)

Advertencias elementales

- Punto 4 :

El termino « accidente » en radioterapia evoca en general la sobre-dosificación accidental de uno o de varios pacientes

La realidad es mas compleja:

- Posible implicación de profesionales sanitarios o del publico
- En radioterapia , una **sub-dosis** accidental puede generar consecuencias graves!

Advertencias elementales

- Punto 5 :
- El accidente de Epinal en Francia no es el primero ...
- Tampoco es « *el accidente mas grave de radioterapia a nivel mundial* » ...

Fundación Marie Curie

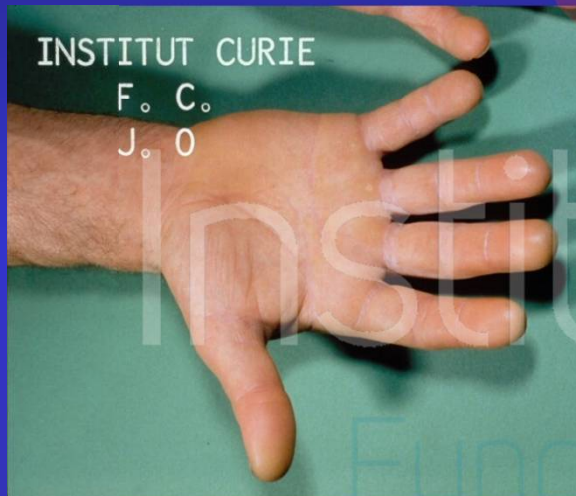
Antes de la llamada « epidemia » de accidentes:

- Los **datos** de la literatura:
- Accidentes que implican a profesionales
- Accidentes que implican al público
- Accidentes que implican a los pacientes

Accidentes que implican a profesionales

- Son muy raros y en general poco severos
- Problemas de « bloqueo » de fuentes de Cobalto ...
- Los accidentes mas graves han sido señalados a partir de un *cambio* de las fuentes de Cobalto o de Cesio

Accidente de Saintes (1981)



Amputación de las dos manos ...

Accidentes que implican al publico

- Por lejos los mas graves entre los « accidentes de radioterapia » !
- Personas del publico puestas en contacto con fuentes medicas (radioactivas) de alta actividad, totalmente perdidas ...
- Tres ejemplos ; México (1984), Brasil-Goïana (1988), Estambul (1998) ...

Accidentes que implican al publico

- Mexico 1984 :
- Compra ilegal e importación a México de un equipo de telecobalto con su fuente
- El equipo queda 6 años en un hangar
- Es entonces vendido (con su fuente puesta todavía!) a un charratero...

Accidentes que implican al publico

- México 1984 (cont.):
- Desmantelamiento del equipo
- Ruptura del cilindro conteniendo 6000 « granos » de Cobalto 60
- Fundición de los granos con otros metales de reciclaje
- Fabricación de 30 000 pies de mesa y 6000 toneladas de hierro para hormigón armado con los metales contaminados...
- Se descubre el accidente por casualidad.....

Accidentes que implican al publico

- México (cont. y final)
- 17 636 edificios controlados
- 814 edificios contaminados destruidos
- 4 000 personas expuestas
- 80 habiendo recibido mas de 0,25 Gy
- 5 habiendo recibido de 3 a 7 Gy

Accidentes que implican al publico

- Brasil - Goiânia – 1988 :
- Un centro de radioterapia se muda dejando en su antiguo edificio un equipo de tele-cesio no asegurado y sin advertir a las autoridades de radio-protección (!)
- El equipo es parcialmente desarmado por los okupas y la fuente es destruida
- Gran contaminación por el polvo de Cesio ...

Accidentes que implican al publico

- Brasil –Goiânia- 1988 :
- 112 000 personas controladas
- 249 contaminadas
- 4 decesos (habiendo recibido una dosis total de mas de 4 Gy)
- Evacuación de 3500 metros cúbicos de terreno contaminado

Accidentes que implican al publico

- Estambul 1998 :
- Fuente de Cobalto 60 descargada en 1993 y colocada en un container
- El total fue revendido en 1998 a un chatarrero
- Desmantelamiento parcial del container
- Irradiación de 10 personas , 5 de ellas a niveles de 3 a 5 Gy

Accidentes que implican a los pacientes

- Reino-Unido (Exeter), 1982-1991 ;
- Duplicación manual de una corrección de la distancia ya efectuada por el TPS
- **Sub-dosaje** de aproximadamente 20-30 %
- 1045 pacientes implicados de 1982 a 1991
- 492 recidivas locales
- 189 probablemente ligadas al sub-dosaje

Accidentes que implican a pacientes

- Canadá / USA , 1985 – 1987 ;
- Falla de un programa en ciertas condiciones; en «modo electrones», el debito de dosis queda en «modo fotones» (10 a 20 veces mas elevado!)
- + Mala circulación (retención?) de la información :
- 6 accidentes consecutivos en 6 centros en Canadá y en EEUU.
- 3 decesos

Accidentes que implican a pacientes

- Zaragoza, 1990;
- Avería de un acelerador justo antes de un «fin de semana largo»
- Un ingeniero consigue (con dificultad) restablecer el haz
- El lunes, los técnicos veían en modo electrones, el mensaje «36 MeV» en el cuadrante luminoso, cualquiera fuese la energía que pidieran a la tabla de comandos...

Accidentes que implican a pacientes

- Zaragoza, 1990;
- Interrogado, el ingeniero implicado en la reparación responde que el cuadrante luminoso esta bloqueado mecánicamente en «36 MeV» y que se puede tratar sin riesgos...
- De hecho, era **la energía de los electrones** la que estaba «bloqueada» en 36 MeV !

Accidentes que implican a pacientes

- Zaragoza, 1990;
- El error fue descubierto por los físicos del servicio 10 días mas tarde (estos no habían sido puestos al tanto !...)
- 27 pacientes tratados con electrones de 36 MeV
- Al menos 15 decesos directamente ligados a este error

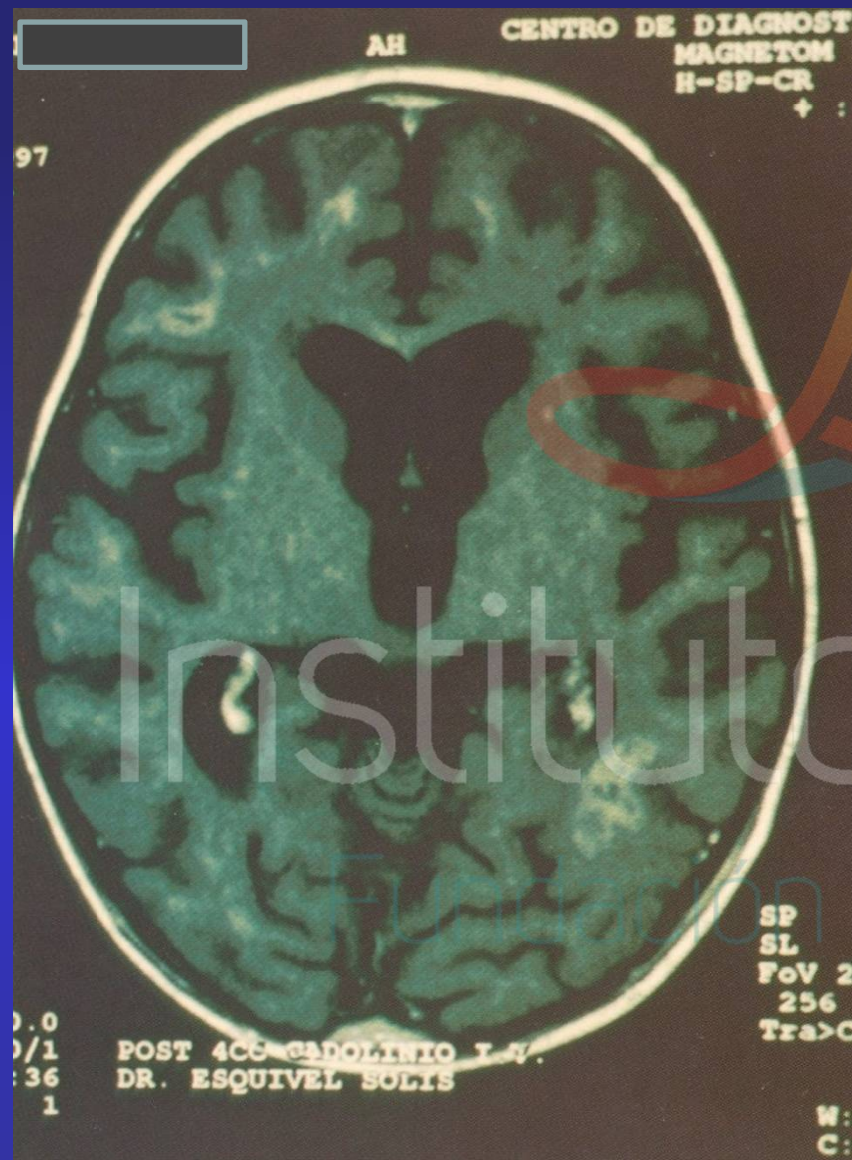
Accidentes que implican a pacientes

- Costa-Rica, 1996;
- Mala calibración de una fuente de Cobalto-60 (utilización de «30 sec» en lugar de «0,3 min»)
- Sobredosificación de los pacientes
- No se toman en cuenta los síntomas no habituales en curso del tratamiento

Accidentes que implican a pacientes

Costa-Rica, 1996;

- 114 pacientes sobredosificados
- A dos años; 51 decesos
- Al menos 17 decesos ligados a la sobredosis
- En los pacientes sobrevivientes; 12 complicaciones severas y 4 catastróficas...



Accidentes que implican a pacientes

- Panamá, 2000;
- Uso inadecuado de un TPS para la delimitación de protecciones:
- 28 pacientes que recibieron una sobredosis de aproximadamente el 50%
- Al menos 15 decesos ...

Radionecrosis de la pared pelviana anterior



**Hemorragia de la mucosa
rectal – 2 días antes del
deceso**

8-85-969

M 64

12/01/1936

05/17/2001

11:23:28

CVP: A4/4

D.F:

Et:3 G:N

Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

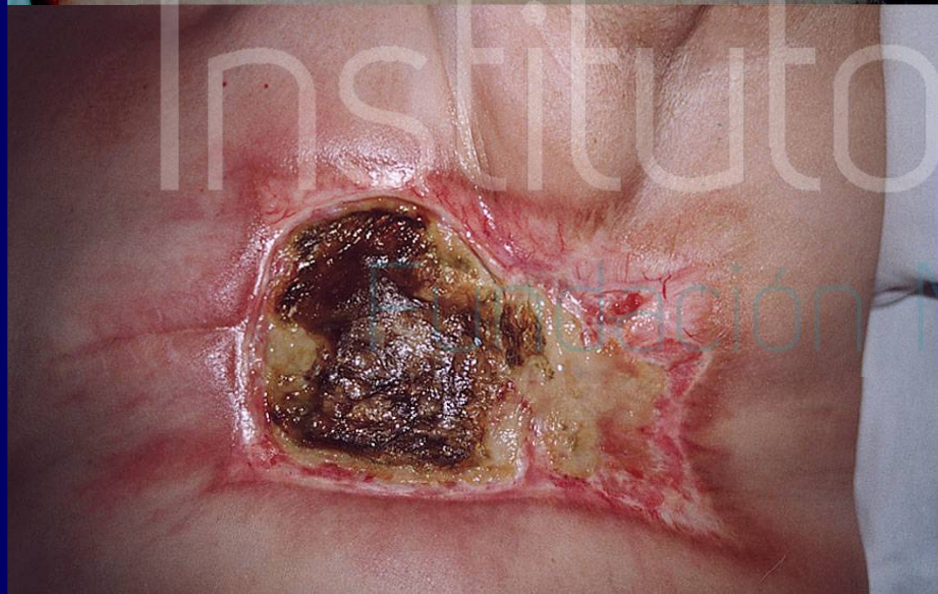
KITO YOUNG
DILATACION DE COLON

Accidentes implicando a pacientes

- Bialystock (Polonia), 2001;
- Corte de corriente
- Reinicio de un acelerador *sin re-calibración ni control dosimétrico*
- 5 pacientes tratados con electrones
- Se quejaban de dolor a la salida de la sesión!

Accidentes que implican a pacientes

- Bialystock (Polonia), 2000;
- Control del debito de dosis:
- Se encontró aumentada de un factor de 50!



Referido a estos antecedentes;
publicación en el 2000 de la «CIPR 86»

- « Prevencion de las exposiciones accidentales en pacientes que reciben una radioterapia »
- Publicado en principio en versión original Inglesa
- Versión Francesa publicada por la IRSN (EDP Ciencias) en 2003.
- Redactores : P. ORTIZ-LOPEZ (Presidente), P. ANDREO, J.M COSSET, A. DUTREIX, T. LANDBERG

CIPR 86; Sumario

- **Prefacio**
- **Resumen**
- 1. Introducción**
- 2. Casos mayores de exposición accidental en radioterapia**
- 3. Consecuencias clínicas de los accidentes en radioterapia**
- 4. Causas y factores que contribuyen a las exposiciones accidentales en radioterapia**

- **5. Recomendaciones para la prevención de exposiciones accidentales en radioterapia**

- **Anexo A. Incertitud en radioterapia**

A.1 Influencia de la incertitud sobre la dosis en los tratamientos de radioterapia

A.2 Incertitud en radioterapia externa

- **Anexo B. Auditoria de calidad en calibración de haces de radioterapia**

Los puntos importantes:

- **5. Recomendaciones para la prevención de las exposiciones accidentales en radioterapia**

5.1 Organización estructural

5.2 Enseñanza y formación

5.3 Ensayos de recepción y puesta en servicio del equipamiento

5.4 Seguimiento de fayas del equipamiento

5.5 Comunicación

5.6 Identificación y ficha del tratamiento del paciente

5.7 Radioterapia externa

5.8 Curieterapia (Braquiterapia)

5.9 Riesgo de exposiciones accidentales en el futuro

Los autores de la CIPR 86 habían anticipado los posibles cambios en los riesgos de accidentes en radioterapia:

- *5.9 : Riesgo de exposiciones accidentales en el futuro*
- « ...Las recomendaciones de este capítulo estan basadas en un **análisis retrospectivo** de las exposiciones accidentales ocurridas en radioterapia con el tipo de equipamiento antiguo y actual. Sin embargo, un cierto numero de factores pueden entrañar una **modificación** de este aspecto en el futuro ... »

*“con la expansión de la radioterapia a nivel mundial, un gran número de accidentes podrían estar ligados a una **formación inadecuada** del personal, principalmente en los países donde los programas de enseñanza no están todavía ampliamente puestos en marcha...”*

Fundación Marie Curie

*“... una percepción general errónea...
es que el equipamiento moderno es
mas seguro y que necesitara menos
Control de Calidad ...”*

Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

Capítulo «Futuro» del «Resumen largo »

« ... Si estos problemas no son correctamente abordados y tratados, las exposiciones accidentales podrían sobrevenir en mayor cantidad, dado el desarrollo y la diseminación de las nuevas tecnologías»

Datos tambien publicados en :

ESTRO Breur Gold Medal Award

Lectura 2001:

Irradiation accidents; lessons for oncology ?

Jean-Marc Cosset

Radiotherapy and Oncology 63 (2002) 1-10

Nuevas tecnologías: nuevos riesgos. La respuesta y documento 112 de la ICRP

Jean-Marc Cosset

Instituto Curie

Vice-presidente del Comité 3 de la CIPR

Co-Autor de las Recomendaciones

CIPR 86 y CIPR 112

De hecho ;

- Nuevas tecnologías,
- Nuevos beneficios,
- Pero nuevos riesgos

Instituto Zupino

Fundación Marie Curie

Dos (lamentables) ejemplos recientes de estos nuevos riesgos

- Epinal
- Nueva-York

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

El accidente de Epinal

- «Efecto mariposa?»
- O graves problemas de organización?

Instituto Zuno

Fundación Marie Curie

El accidente de Epinal (Francia)

- Mayo 2004 : Centro Hospitalario Jean Monnet
 - Decisión de pasar de cuñas “físicas” a cuñas “dinámicas” para la irradiación del cáncer de próstata
 - Un solo físico repartiendo su actividad entre dos centros



El accidente de Epinal

- Ausencia de manual explicativo en idioma francés
- Breve demostración por parte del físico a una técnica/dosimetrista, demostración interrumpida por una intervención en una maquina ...

La confusión:

Además de una formación
insuficiente,
mala interpretación de los
casos del programa

☐ 15

☐ 30

☐ 45

☐ DW

Selección de la casilla
«cuñas mecánicas» a 30°,
cuando se había decidido
cuñas «dinámicas»
equivalentes a 30°
(«Dynamic wedges»:DW)

☐

15

☒

30

☐

45

☐

DW

Lo que se debería haber hecho :

1/ Seleccionar «DW»; dynamic wedges

2/ Aparición de la segunda ventana: seleccionar «30°» en «dynamic wedges»

☐	15
☐	30
☐	45

☒ V	DW
---------------------------------------	----

15

30

45

- El numero de unidades monitor , calculada por error por las cuñas «físicas», ha sido entonces transferida *manualmente* a la maquina.
- Implicando una sobre-dosis de 20-30 %...

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

- 24 pacientes sobredosificados
- Al día de hoy, 5 decesos
- Además, varios problemas adicionales, con casos de sobredosis de 3 à 8 %, habiendo llevado a la prensa (y al Ministro!) a hablar de mas de 5 000 víctimas....

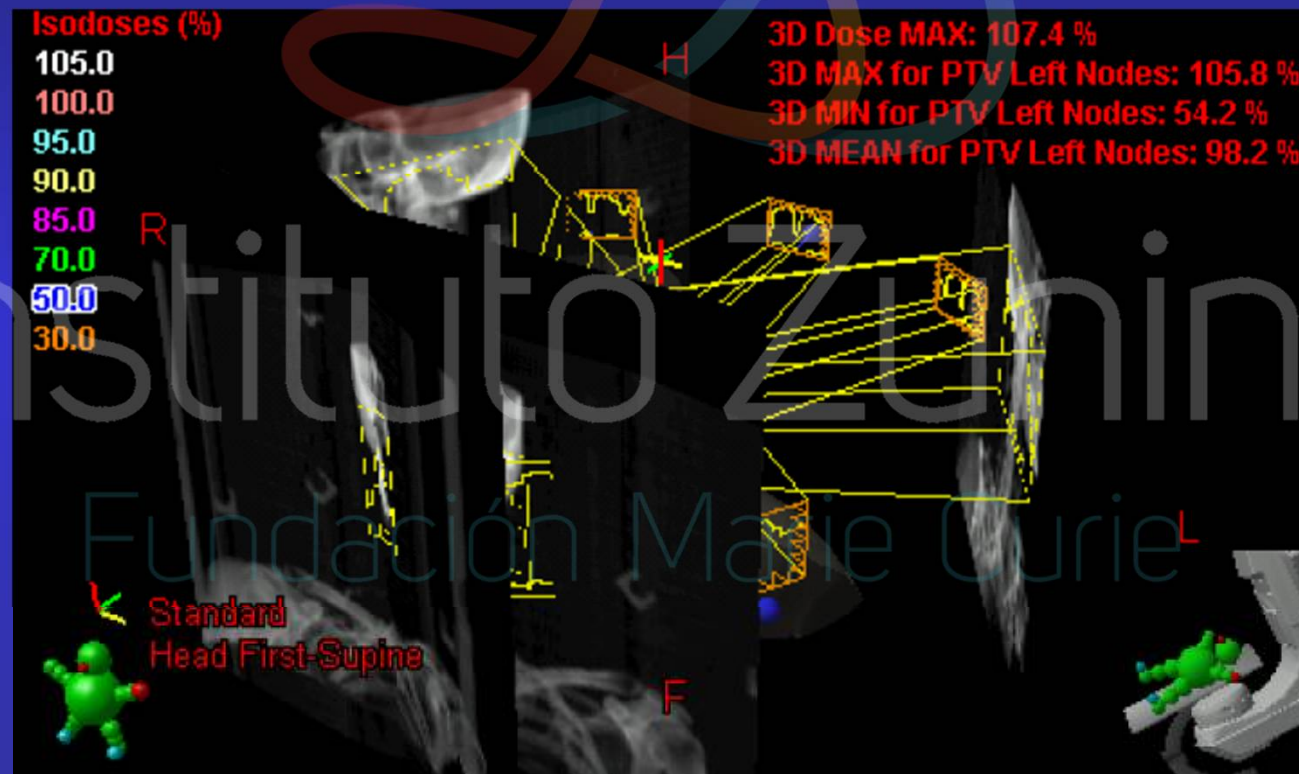
Nueva York, Marzo 2005: con un papel en el “New York Times” en 2010 !!

Preparación de una **IMRT** :

“1 Oro-faringe”. Verificación por TPS : control por dosimetría portal (EPID): correcto

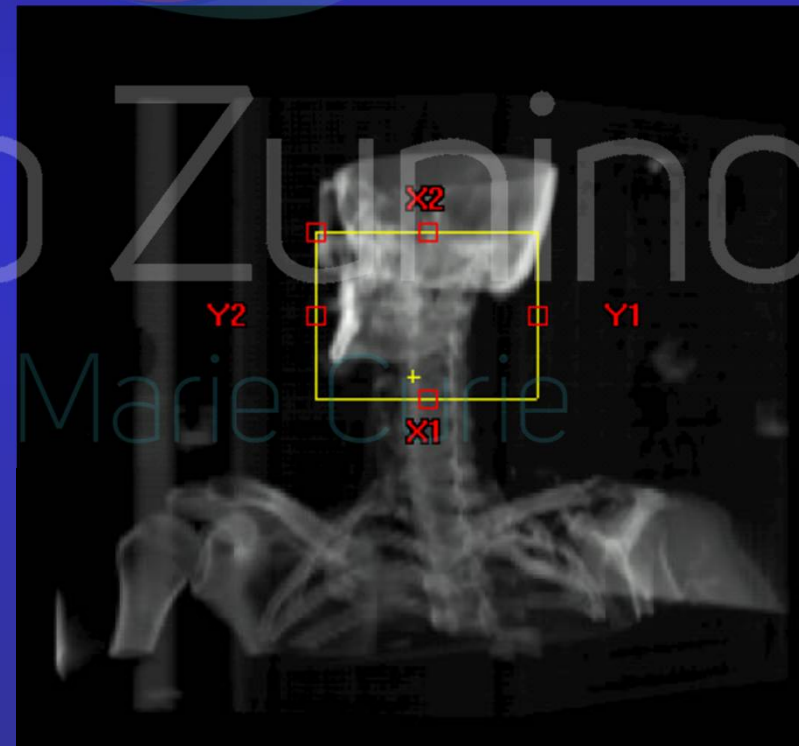


- 8 Marzo, 2005
 - El paciente comienza su tratamiento normalmente con el plan “1 Oro-faringe”.

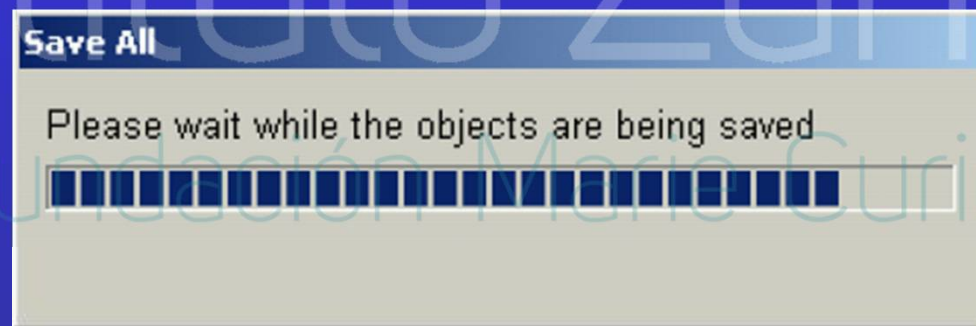


- 11 de Marzo: El radioterapeuta pide una modificación (para proteger mejor los dientes)
- 14 de Marzo: establecimiento de un nuevo plan IMRT
 - “Save all”.
 - Datos enviados a un “**holding area**” del servidor y no grabados de manera permanente hasta la recepción de todos los datos
 - **En este caso los datos a registrar eran: (1) actual fluence data, (2) a DRR and (3) the MLC control points**

- La "actual fuente" es guardada normalmente
- Pero la grabación de los DRR no se termina (not completed)
- La grabación del movimiento de laminas ("MLC control point data") ni siquiera se inicia ...



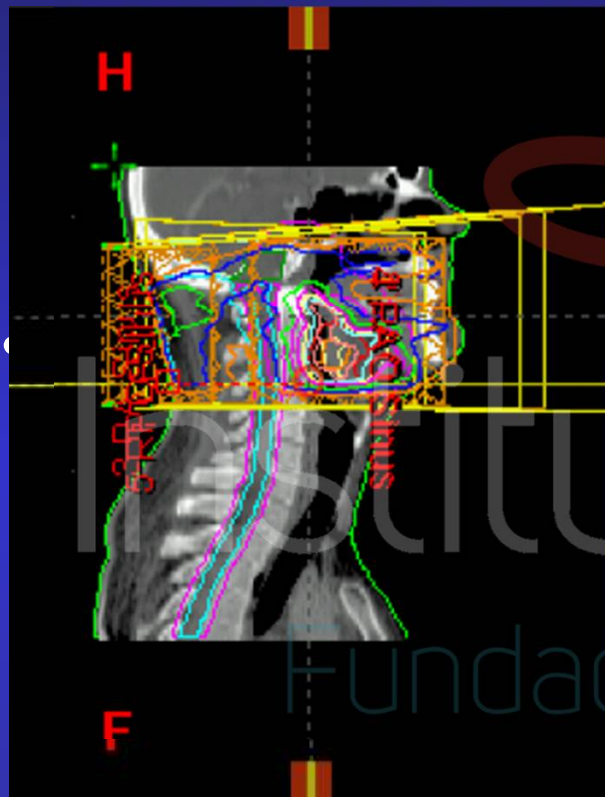
- La grabación de los DRR permanece bloqueada
- Tentativa de una segunda “save all”; mensaje de error
- A priori, la pantalla aparece “congelada” en:



El utilizador sale manualmente del TPS, probablemente mediante “Ctrl-Alt-Del” o Windows Task Manager

- Con esta “salida” manual, la base de datos integra los últimos datos validos en el sistema: es decir :
 - (1) “actual fluence data”; **correcto**
 - (2) “DRR”; **incompletos** ...
 - (3) “MLC control point data” : **nada**: ningún registro de movimientos de laminas !!

- El plan de tratamiento es preparado en otra estación de trabajo
- Se ve:

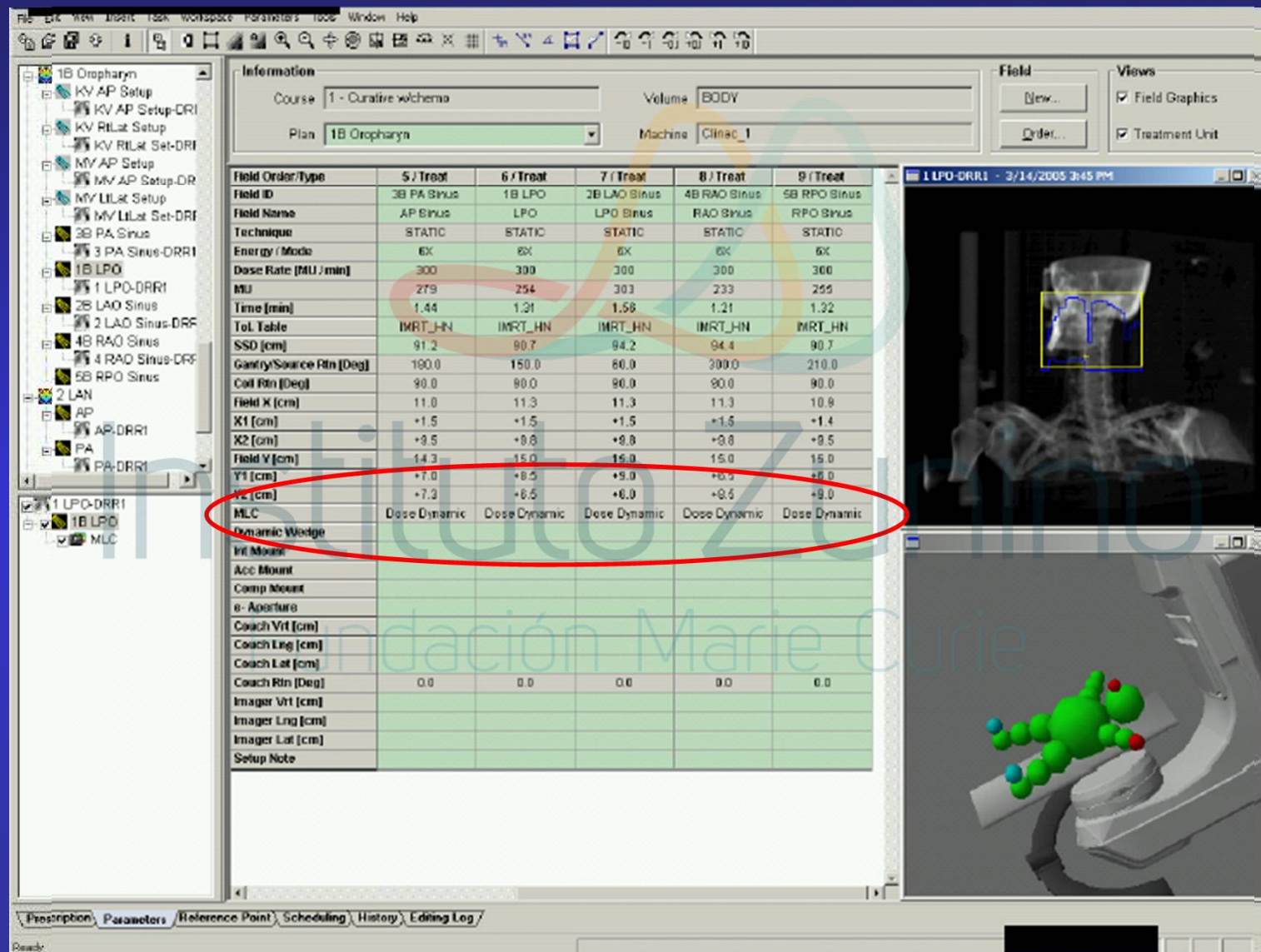


en lugar de:



- Pero la anomalía no es remarcada ...

Igualmente , sobre la pantalla del aparato ,
se debería haber visto esto:

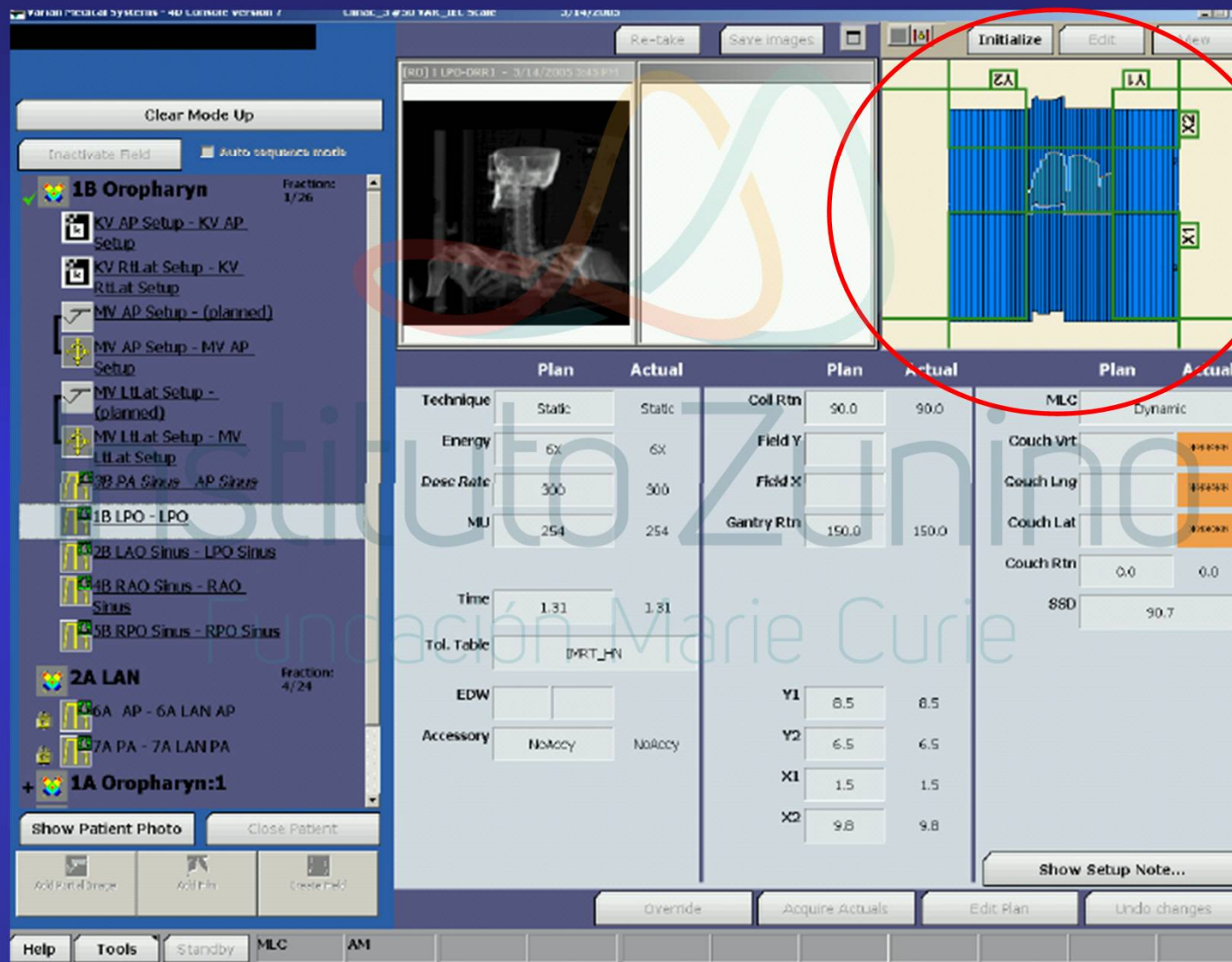


Cuando es esto lo que aparece:
la anomalía no es remarcada

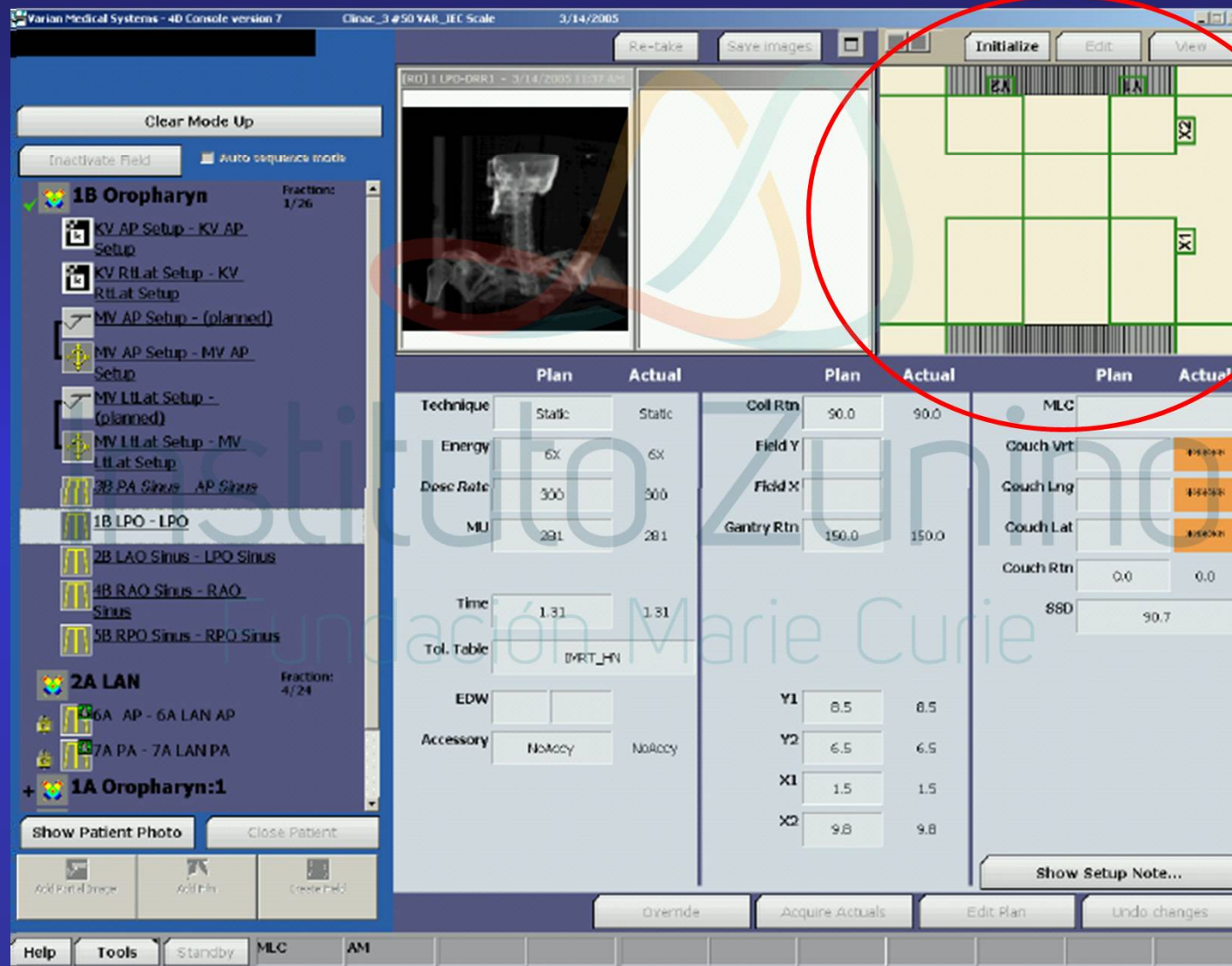
The screenshot displays a medical treatment planning software interface. The main window is titled '1B Oropharyn' and shows a table of treatment parameters for five different treatment fields. The table includes columns for Field ID, Field Name, Technique, Energy / Mode, Dose Rate [MU / min], MU, Time [min], ToL Table, SSD [cm], Gantry/Source Rtn [Deg], Coll Rtn [Deg], Field X [cm], X1 [cm], X2 [cm], Field Y [cm], Y1 [cm], Y2 [cm], MLC, Dynamic Wedge, and various couch and imager parameters. A red circle highlights the 'MLC' row, which shows 'NONE' for all five fields. To the right of the table, there is a 3D anatomical model of a head and neck, showing the treatment fields and the MLC (Multi-Leaf Collimator) position. The interface also includes a menu bar at the top, a toolbar, and a status bar at the bottom.

Field Order/Type	5 / Treat	6 / Treat	7 / Treat	8 / Treat	9 / Treat
Field ID	3B PA Sinus	1B LPO	2B LPO Sinus	4B RAO Sinus	5B RPO Sinus
Field Name	AP Sinus	LPO	LPO Sinus	RAO Sinus	RPO Sinus
Technique	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC
Energy / Mode	6X	6X	6X	6X	6X
Dose Rate [MU / min]	300	300	300	300	300
MU	309	291	334	258	262
Time [min]	1.44	1.31	1.56	1.21	1.32
ToL Table	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN
SSD [cm]	91.2	90.7	94.2	94.4	90.7
Gantry/Source Rtn [Deg]	180.0	150.0	60.0	300.0	210.0
Coll Rtn [Deg]	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Field X [cm]	11.0	11.3	11.3	11.3	10.9
X1 [cm]	+1.5	+1.5	+1.5	+1.5	+1.4
X2 [cm]	+9.5	+9.8	+9.8	+9.8	+9.5
Field Y [cm]	14.3	15.0	15.0	15.0	15.0
Y1 [cm]	+7.0	+8.5	+8.0	+8.5	+8.0
Y2 [cm]	+7.3	+6.5	+6.0	+8.5	+9.0
MLC	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE
Dynamic Wedge					
Int Mount					
Acc Mount					
Comp Mount					
e-Aperture					
Couch Vrt [cm]					
Couch Lng [cm]					
Couch Lat [cm]					
Couch Rtn [Deg]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Imager Vrt [cm]					
Imager Lng [cm]					
Imager Lat [cm]					
Setup Note					

Mas grave aun: la pantalla de tratamiento en IMRT debe anunciar esto:



Cuando es esto lo que se anuncia:
la anomalía no esta señalada...



- El paciente recibe tres sesiones de esta manera (colimador grande abierto sin movimiento de laminas) antes de que un técnico se de cuenta de la ausencia de movimiento del MLC
- El enfermo recibe entonces 3 sesiones de 13 Gy, siendo 39 Gy en 3 fracciones y 3 días ...

Fallecimiento del paciente, despues de una paralisis total, in 2007 (New York Times, January 23, 2010)

- Estos dos ejemplos caricaturescos ilustran algunos «nuevos riesgos» ligados a la evolución de la tecnología de la radioterapia

Instituto Zunino

Fundación Marie Curie

La evolución de los riesgos: algunos ejemplos

- Radioterapia convencional: expuesta a riesgos de errores no negligentes dado muy a menudo sobre una sola (o varias) sesión(es)
- La CIPR 86 recuerda que cada una de las fracciones de la radioterapia clásica, necesita la regulación de aproximadamente 15 parámetros para el primer haz y aproximadamente la mitad para los siguientes; una regulación total de aproximadamente *1000 parámetros* para un tratamiento completo(!)...

- La Radioterapia convencional
- Expuesta entonces a errores aleatorios (relativamente) *frecuentes*,
- Pero el impacto sanitario es frecuentemente *menor*, incluso nulo (puesto que la mayoría de las veces estos errores son «recuperables» en las sesiones siguientes...)

- En la Radioterapia «moderna», la mayoría de los parámetros son informatizados y utilizados sin «re-entrada» de datos en cada sesión
- Dado casi la desaparición de errores aleatorios a este nivel, pero con posibilidades (débiles) de errores «sistemáticos», transferidos entonces sobre la totalidad del tratamiento
- Entonces, errores *mucho menos frecuentes,*
- pero potencialmente *mucho mas graves(!).*

- En Radioterapia convencional, las duraciones (o «tops») de sesiones estaban relativamente estandarizadas ;
- Toda desviación significativa del tiempo (o numero de tops) llamaba inmediatamente la atención de los técnicos

En la Radioterapia «moderna», existen grandes variaciones de números de «tops» según la técnica utilizada, aunque un error no llamará la atención automáticamente...

Este dispositivo «natural» de control es menos eficaz que antes

Fundación Marie Curie

- En la Radioterapia convencional,

la simulación luminosa permite limitar los errores groseros de posicionamiento (por ejemplo, el uso de un punto tatuado inadecuado para el centro del campo).

Fundación Marie Curie

En IMRT, no hay mas «proyección de seguridad» del haz a la piel...

De nuevo: casi desaparición de un procedimiento «natural» de control !

Fundación Marie Curie

Los sistemas informáticos

- En Radioterapia convencional, los procedimientos informáticos eran simples y de utilización limitada
- En la Radioterapia «moderna», *la informática ha infiltrado todas las etapas de irradiación* ; Si bien ella ha mejorado de manera evidente la fiabilidad cotidiana, a introducido nuevos riesgos ligados al posible mal entendimiento de los nuevos programas, a los errores de transferencias de datos, a la insuficiente formación del personal, etc....

- *Como prevenir estos accidentes?*
- El riesgo principal:
- Una **dosis errónea** al punto de prescripción (recordar que en radioterapia, una **sub-dosis** es también un accidente! Ver accidente de Exeter).
- Entonces un error sobre el numero de Unidades Monitor
- Sea por error de calculo de TPS.
- Sea por error de transmisión al equipo de tratamiento

- Los factores que influyen sobre el numero de Unidades monitores son esencialmente :
- La distancia
- Los «accesorios» (esencialmente los cuñas compensadoras)
- Profundidad y tamaño del campo jugando un rol menor

- ***Dificultades:***

- Ciertos parámetros son « constructor – dependiente »

Ejemplos de filtros dinámicos ;

Impacto +++ para VARIAN

Impacto + para SIEMENS...

- Los diversos TPS no trabajan de la misma manera y pueden entrañar confusiones.
- Ciertos TPS pueden aceptar calcular una dosis prescripta por error debajo de una protección o en la penumbra, incluyendo entonces una sobredosificación mayor !...
- (Lista lejos de ser limitativa...)

- Mientras que procedimientos de control mas o menos drásticos son puestos al día en Francia,
- la ICRP, como lo había previsto, se ha sumado a una puesta al día de las recomendaciones ICRP 86, teniendo en cuenta particularmente la generalización de los sistemas informáticos

Fin 2007

Claire Cousins , Presidenta del Comité 3 de la CIPR, reforma un « task group » para reactualizar la ICRP 86 ;

- Pedro Ortiz-Lopez, coordinador de la CIPR 86, acepta retomar el servicio como Presidente del nuevo grupo

Fundación Marie Curie

2010

- La nueva recomendación esta finalizada (ICRP 112)
- Solo revelaremos aquí, de manera resumida, los principales puntos puestos en epígrafe

Instituto Zuminio
Fundación Marie Curie

“MAIN POINTS”

- 1/ Confirmación de una de las conclusiones de la CIPR 86 ;
- *“La puesta en marcha de una nueva tecnología sin el esfuerzo concomitante entre la educación, la formación y el programa control de calidad, es peligroso”*

Fundación Marie Curie

2/ La complejidad de las técnicas actuales implica la puesta en marcha de una estrategia combinando:

- a/ El “diseño” por los constructores de sistemas de seguridad, de alerta y de auto-control, la utilización convival y en un idioma comprensible por el utilizador.**

- b/ Un programa de educación y formación implicando en sentido estricto a los constructores, focalizando en particular **sobre la comprensión de los sistemas de seguridad** puestos en marcha.
- c/ Acercamientos “pro-activos” de la evaluación de riesgos, todavía en estricta colaboración con los constructores

3/ Los administrativos hospitalarios y los jefes de departamento de Radioterapia deben ofrecer un ámbito propicio de trabajo “sereno”, permitiendo la concentración y evitando toda “distracción” durante los tratamientos, con la puesta en marcha de un programa estricto de control de calidad.

4/ La responsabilidad completa de la determinación correcta de la dosis y de la aplicación correcta del tratamiento corresponde al personal del hospital.

Esto incluye los controles de dosis antes del inicio de las irradiaciones

- Sin embargo, los constructores y los vendedores tienen por su parte la responsabilidad de proporcionar los equipamientos adecuados, correctamente calibrados y con documentos explicativos adaptados. Deben igualmente proporcionar consejo e información, como así también respuestas precisas a todas las preguntas de los utilizadores.

5/ La escalada de dosis a los tumores, sin aumento de la frecuencia y de la gravedad de las complicaciones tardías, implica una reducción de márgenes.

Esto es solamente posible con una radioterapia conformacional precisa, guiada por la imagen y con sistemas sofisticados de posicionamiento e inmovilización.

6/ Los programas de compra y de puesta en servicio de las maquinas (“commissioning”) no deben dirigirse solo a los mismo aparatos, sino también al TPS, a los sistemas “record and verify”, a los equipos de imagenologia , al “software”, y también al conjunto de procedimientos de utilización

Fundación Marie Curie

7/ La colaboración efectiva y regular (de la experiencia) entre los centros de radioterapia es crítica en la fase de puesta en obra de una nueva tecnología

- **Esta participación es particularmente importante para las anomalías que suceden de manera excepcional, pues este tipo de problema escapa a menudo a los controles de rutina habituales.**

8/ Los procedimientos deberían ser previstos para evitar las situaciones ligadas a los “computer crashes”, los cuales pueden ocasionar la pérdida de datos.

Estos procesos deberían incluir la verificación sistemática de la integridad de datos después de este tipo de “crash”.

Fundación Marie Curie

9/ Una vez introducidos los nuevos sistemas de imágenes en la práctica radioterapéutica, una evaluación de la dosis librada por estos sistemas de imagen, es necesaria;

estas dosis deberían estar planificadas, registradas e integradas en el plan de tratamiento y en el informe del final de la irradiación.

9/(cont.) Un sistema de control de coordenadas y de orientación de las imágenes debe ser puesto en marcha .

La elección de las imágenes TAC deben considerar los artefactos posibles de distorsión geométrica y de las densidades.

10/ En los casos donde los métodos convencionales y los métodos habituales de verificación sean inaplicables o ineficaces para ciertas tecnologías nuevas (ejemplo; la dosimetría *in vivo* en ciertos casos de figura),
conviene investigar nuevas alternativas o modificar (o revalidar) los antiguos métodos.

10/ (cont.) En ciertos casos, la validación del plan de irradiación sobre un fantoma puede revelarse como el único método posible para ciertas tecnologías.

Conviene no retroceder frente a estas verificaciones, a pesar de las dificultades de puesta en marcha, hasta que alternativas de performance hayan sido encontradas.

Este punto es capital para asegurar un nivel de seguridad óptimo.

En conclusión:

La introducción de nuevas técnicas

(*Conformacional 3D, IMRT, generalización de sistemas informáticos...*) **ha cambiado el paisaje de la radioterapia**

- Por un lado, las nuevas tecnologías han reforzado la calidad, la performance y la seguridad de los tratamientos
- Por otra parte, ellas han introducido nuevos tipos de riesgos ...
- Pero las medidas puestas en marcha en Francia y en el extranjero deberían, esperamos, volver obsoleta este tipo de presentación...

Accidentes ; desgraciadamente à un possibles ...

- El trabajo de la « ASN » francesa :
- « Bilan trimestriel des événements en radiothérapie déclarés à l'ASN, classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO, entre le 1er juillet et le 30 septembre 2015
- 18/11/2015 09:00 Note d'information
- Entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre 2015, 21 événements significatifs de radioprotection en radiothérapie ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO (19 événements en radiothérapie externe ^[1] et 2 événements en curiethérapie). »

Con dos accidentes recientes en Paris !

- « Erreur de contourage lors d'une radiothérapie »
- 23/12/2015
- « Erreur de latéralité sur la prescription lors d'une radiothérapie »
- 14/01/2016

Muchas gracias

