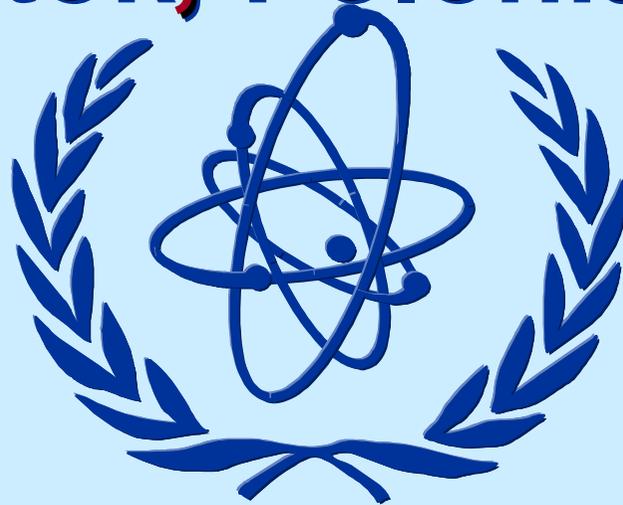


# **Sobreeexposición accidental de pacientes de radioterapia en Bialystok, Polonia, 2001**



**3h Fallo de enclavamiento de acelerador**



# Índice

- **Breve historia**
- **Características del acelerador relacionadas con el caso**
- **Estimaciones de dosis**
- **Lecciones y recomendaciones**

# **Breve historia**



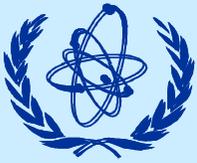
# Información sobre acelerador

- **El NEPTUNE fue diseñado en los años 70, fabricado por CGR-MeV e instalados por todo el mundo**
- **El NEPTUN 10P se fabricaba en Polonia con licencia de CGR-MeV**
- **Haces de electrones de 6, 8 y 10 MeV y de fotones de 9 MV**
- **El diseño de los circuitos involucrados en esta exposición accidental no se habían modificado en el diseño del NEPTUN 10P**



# Breve historia

- **27 Febrero de 2001**
- **Se interrumpió la alimentación eléctrica mientras se trataba una paciente**
- **Se volvió a conectar el acelerador**
- **Tras el periodo de calentamiento, se reanudaron los tratamientos**



# Resumen

- **Se observó que la indicación analógica de tasa de dosis fluctuaba en torno a 150 MU/min, en lugar de los 300 MU/min seleccionados**
- **A la vista de ello, el físico seleccionó un tiempo más largo en el temporizador**
- **También observó una ligera asimetría de haz, que procedió a corregir**



# POWER SUPPLY UNIT

E1	D1	D2	CHD	CVD	LOCAL ↑ EXTERNAL	SH	SV
----	----	----	-----	-----	------------------------	----	----



A digital display showing the value 0.065 in red LEDs. To the right of the main display is a smaller red LED indicator.

300V/0.1A	300V/2A/5	300V/2A/T	220V/0.5A	220V/2A				
-24V 6.3A	24V 6.3A	-24V 2A/3	-19V 6.3A	+24V	-24V	+15V	-15V	+300V

EXTERNAL MEASUREMENT MAX 40VDC	+300V	0	E1
	-15V		OH
	+15V		OV
	-24V		D1
	+24V		D2
	-24V 6.3A		CHD
	+24V 2A A3		CVD
	-24V 6.3A		SH
	EXT.		SV





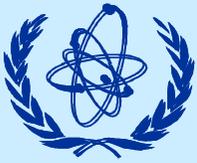
# Breve historia

- **Se trataron cinco pacientes (mama), con haces de electrones**
- **Los pacientes nrs. 3, 4 and 5 advirtieron de reacciones anómalas en piel**
- **El paciente 5 regresó al servicio de radioterapia quejándose de picores y sensación ardor**
- **Se interrumpieron todos los tratamientos**



# Aclaración del problema

- **Tras detener los tratamientos, los físicos midieron el haz del acelerador y ...**
- **... el indicador del instrumento se salió de escala**
- **La tasa de dosis, sin corregir por recombinación, era:**
  - **37 veces superior a lo normal (con electrones de 8 MeV)**
  - **17 veces superior a lo normal (con electrones de 10 MeV)**
  - **3.5 veces superior a lo normal (con fotones de 9 MV)**
- **El físico observó que la intensidad de corriente en el filamento del “cañón de electrones” había aumentado (de 1.20 a 1.46 con 8 MeV)**



# Después de descubrirlo ...

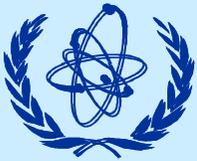
- **El 28 de Febrero, los ingenieros de mantenimiento locales descubrieron:**
  - **Fusible fundido, lo cual interrumpía la alimentación eléctrica al sistema de vigilancia del haz (cámaras de ionización)**
  - **Diodo 29, del circuito impreso de enclavamientos, interrumpido; el enclavamiento debería interrumpir la irradiación si el sistema de vigilancia del haz no funciona**
- **El doble fallo hizo posible la irradiación accidental**
- **Se informó a la Autoridad Reguladora**

# **Explicación del fallo del acelerador**



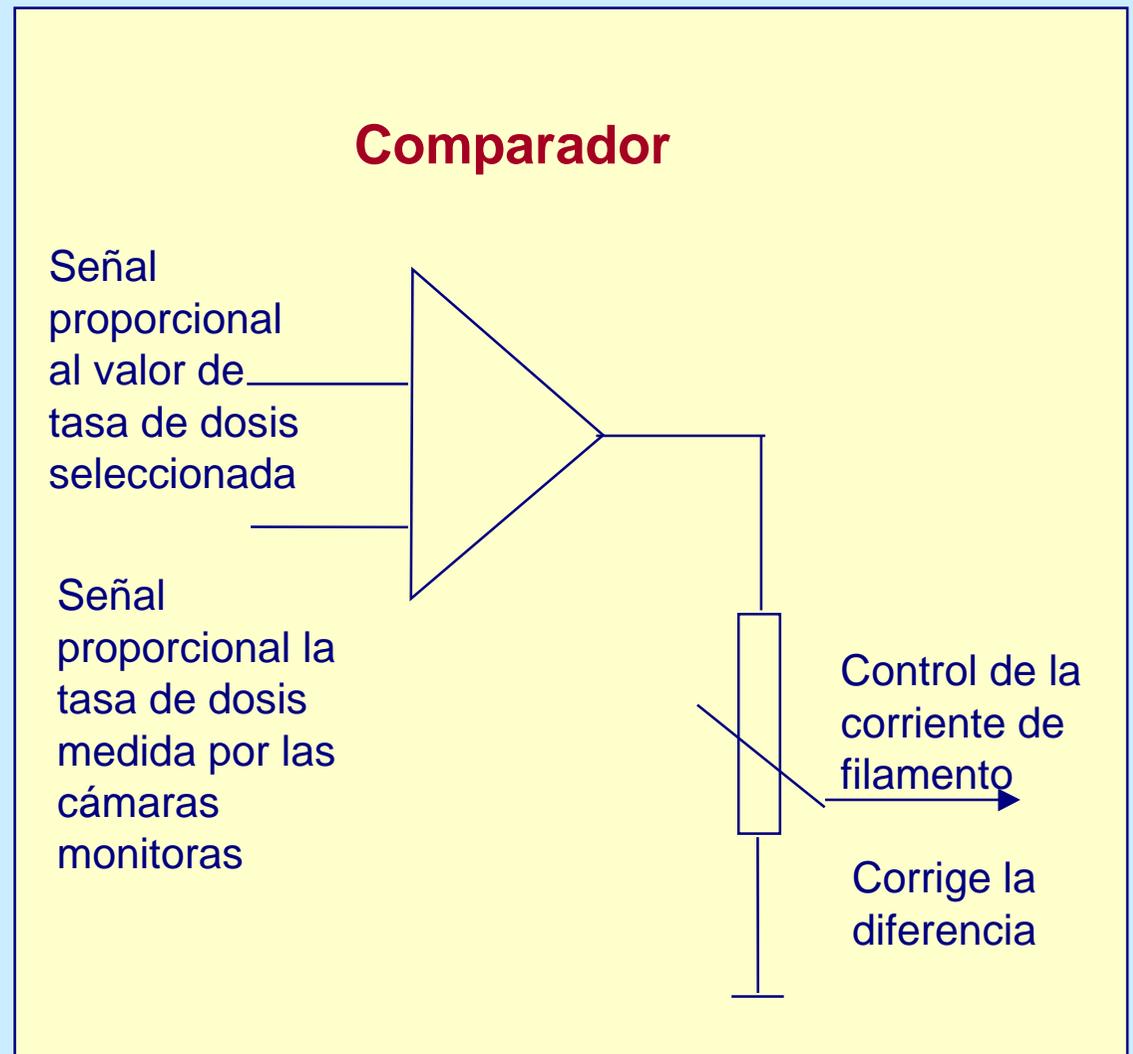
# **Circuitos y enclavamientos relacionados con el caso**

- **El circuito de control de la intensidad de corriente en el cañón de electrones”**
- **La alimentación eléctrica de las cámaras monitoras del haz**
- **Las barreras de seguridad: el enclavamiento por la ausencia de alimentación a las cámaras**
- **El resultado del fallo del enclavamiento**



# Explicación del fallo

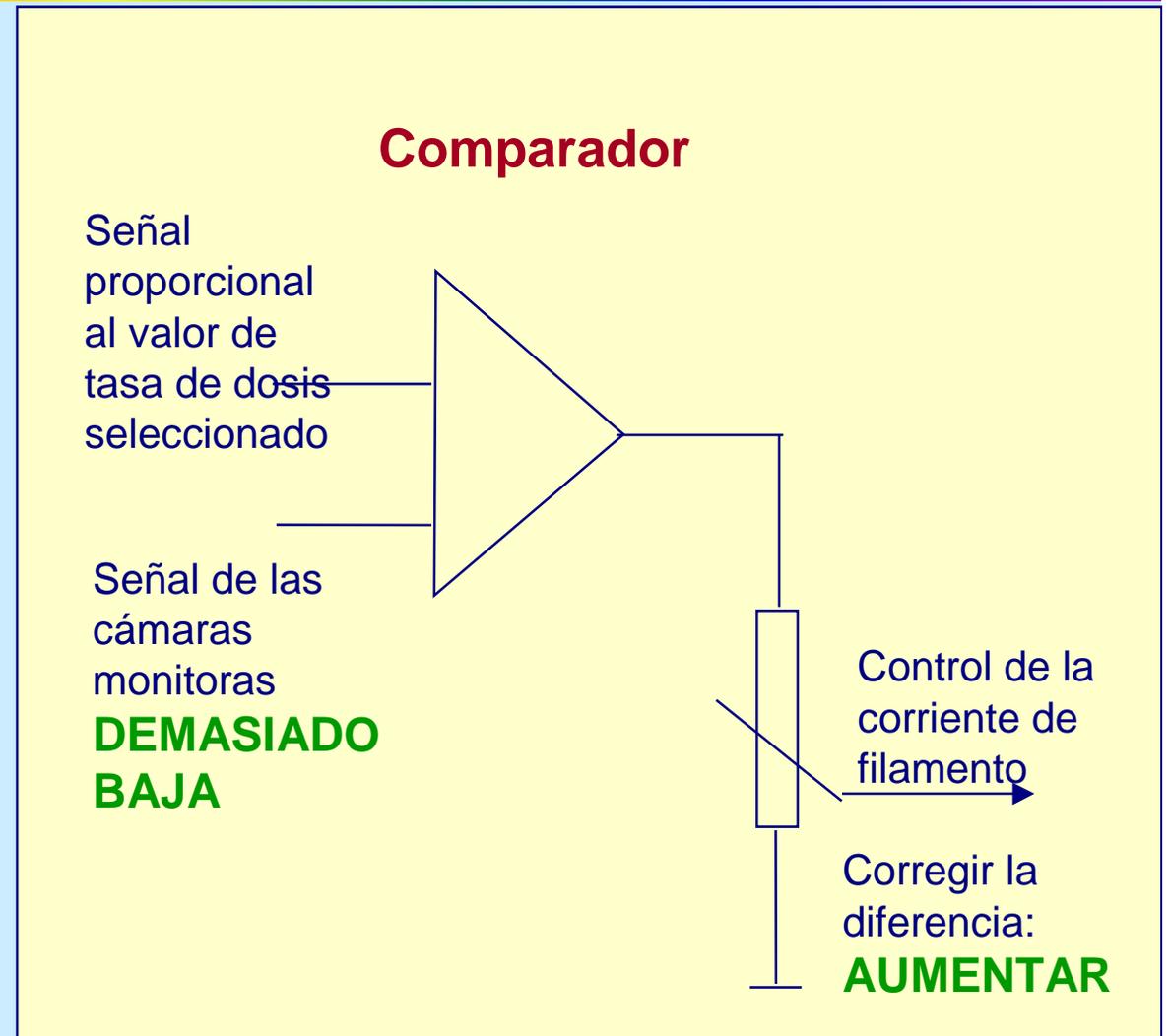
- El circuito de control compara
  - El valor de la tasa de dosis seleccionada, con ...
  - El valor medido por el sistema de vigilancia
- En caso de diferencia ...
- El circuito de control hace aumentar o disminuir la corriente de filamento hasta que se igualan ambos valores

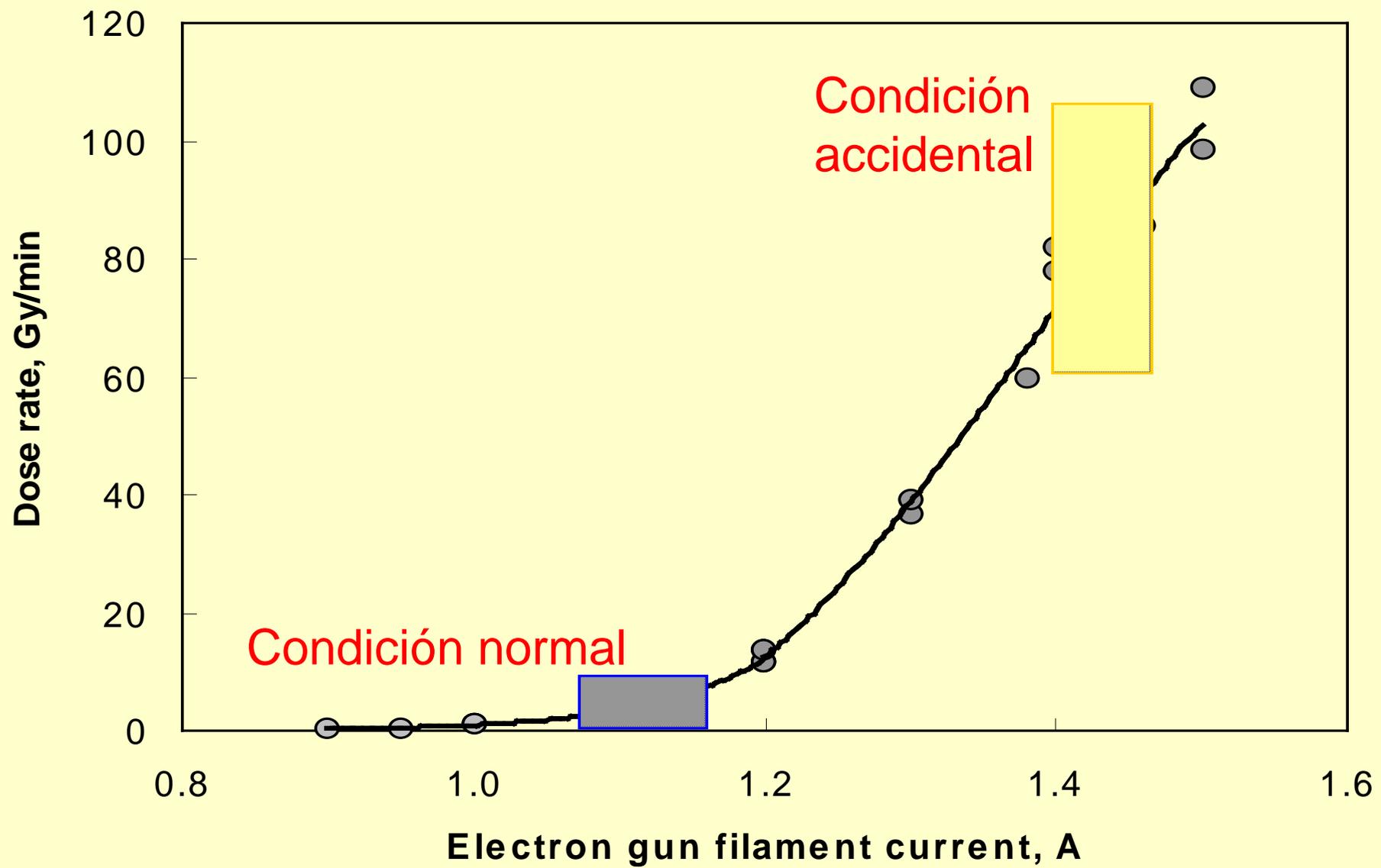




# Explicación del fallo

- A causa del fusible fundido
- El sistema de vigilancia del haz no funcionaba correctamente
- La señal de “tasa de dosis” es demasiado baja, por lo cual ...
- El comprador “cree” que la tasa de dosis es baja
- Y pide que aumente la corriente de filamento

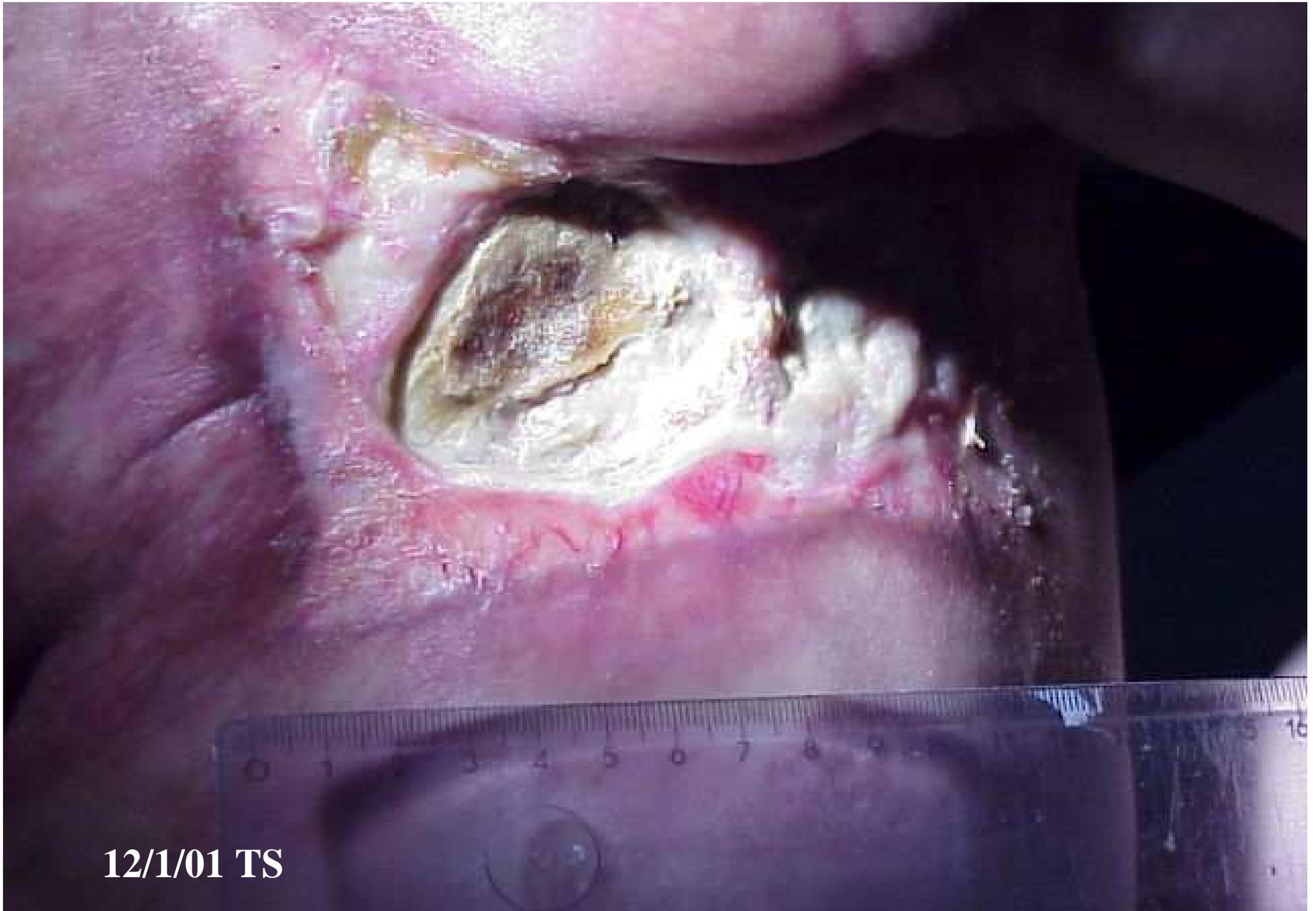




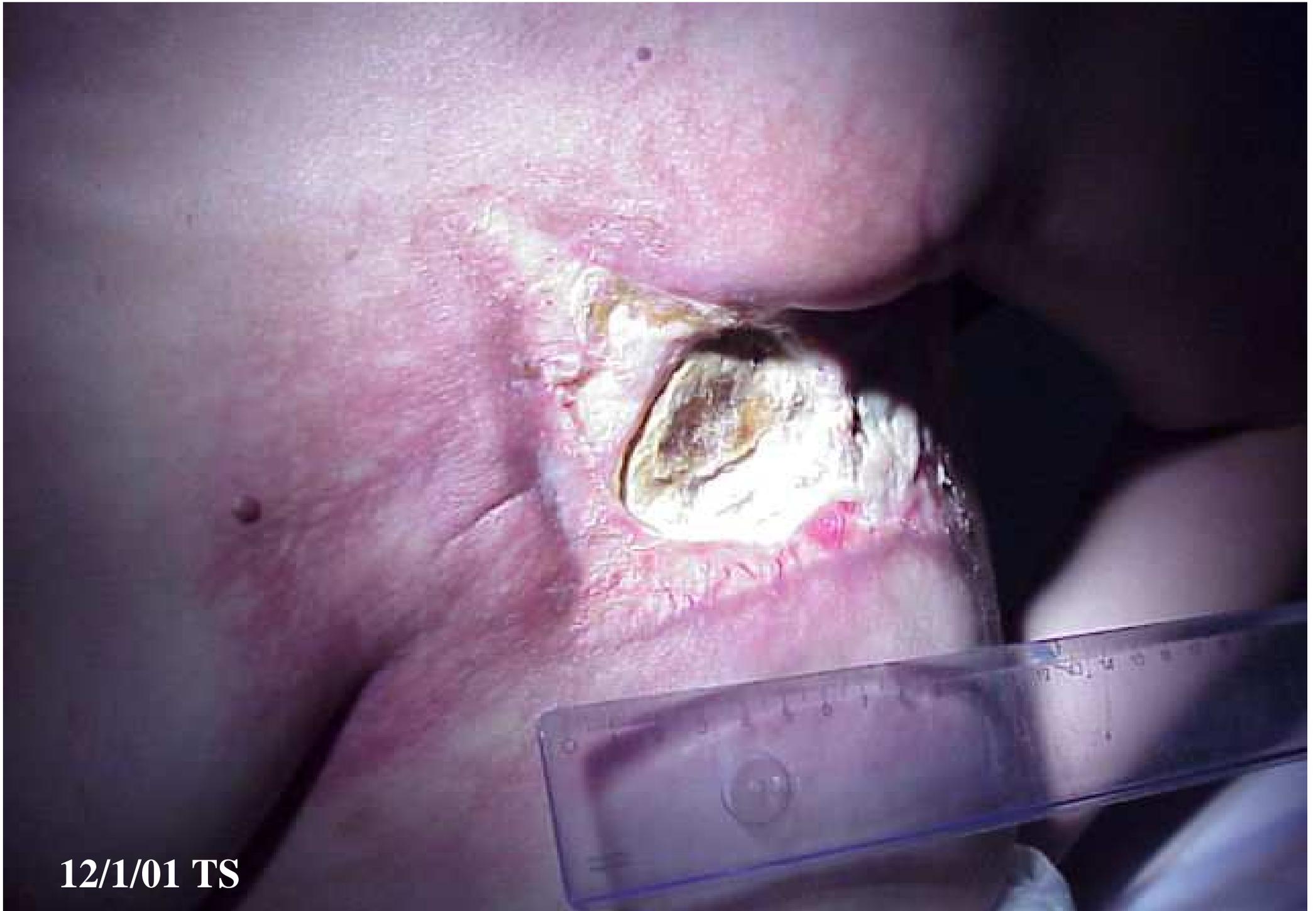
# **Ejemplo de los efectos de la sobreexposición**



12/1/01 TS



12/1/01 TS

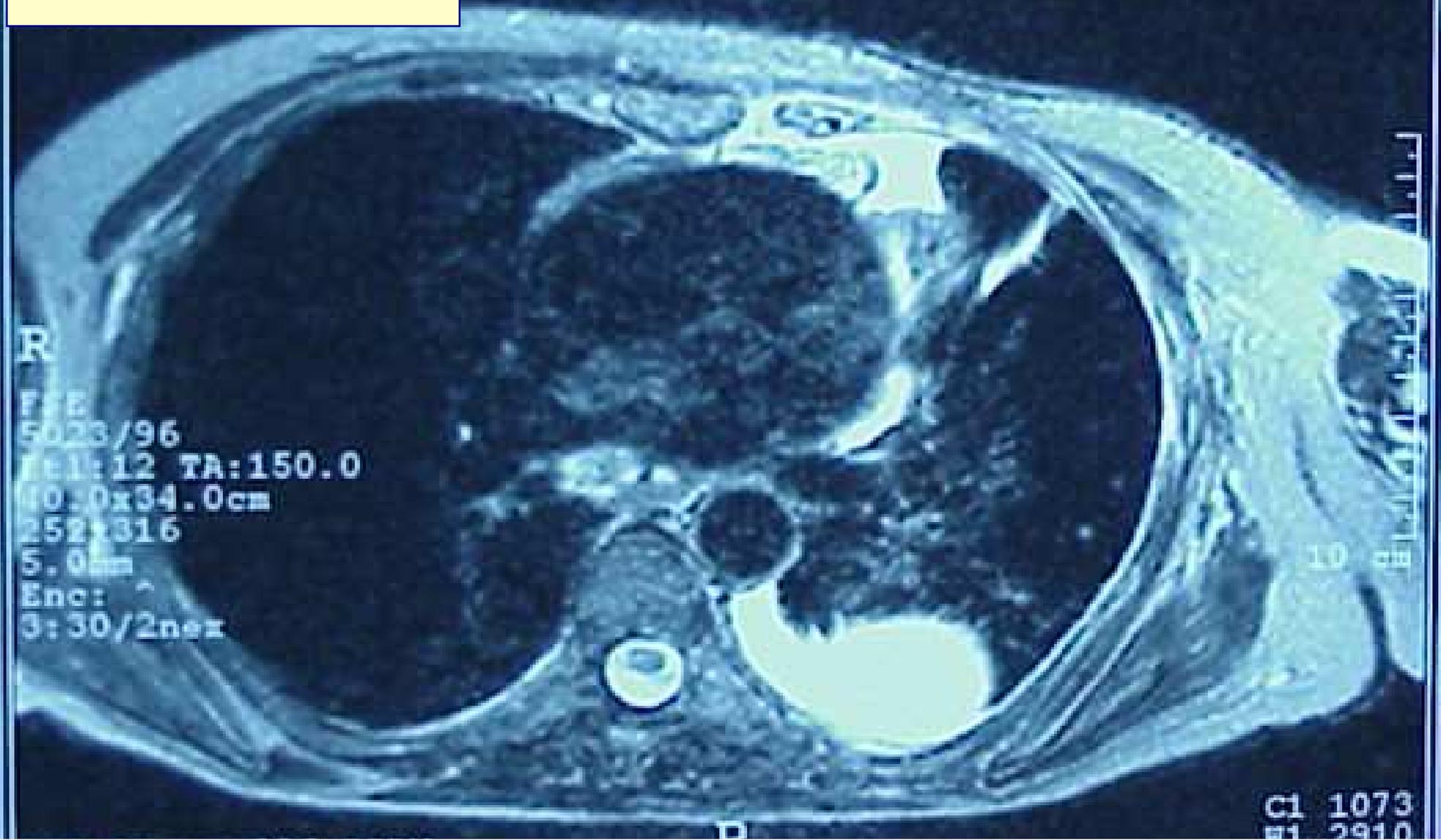


12/1/01 TS

Elscint Prestige  
30 Nov 2001 16:19:31  
Z 1.31

R  
5023/96  
T1:12 TA:150.0  
40.0x34.0cm  
252x316  
5.0mm  
Enc:  
3:30/2noz

C1 1073  
R1 2910



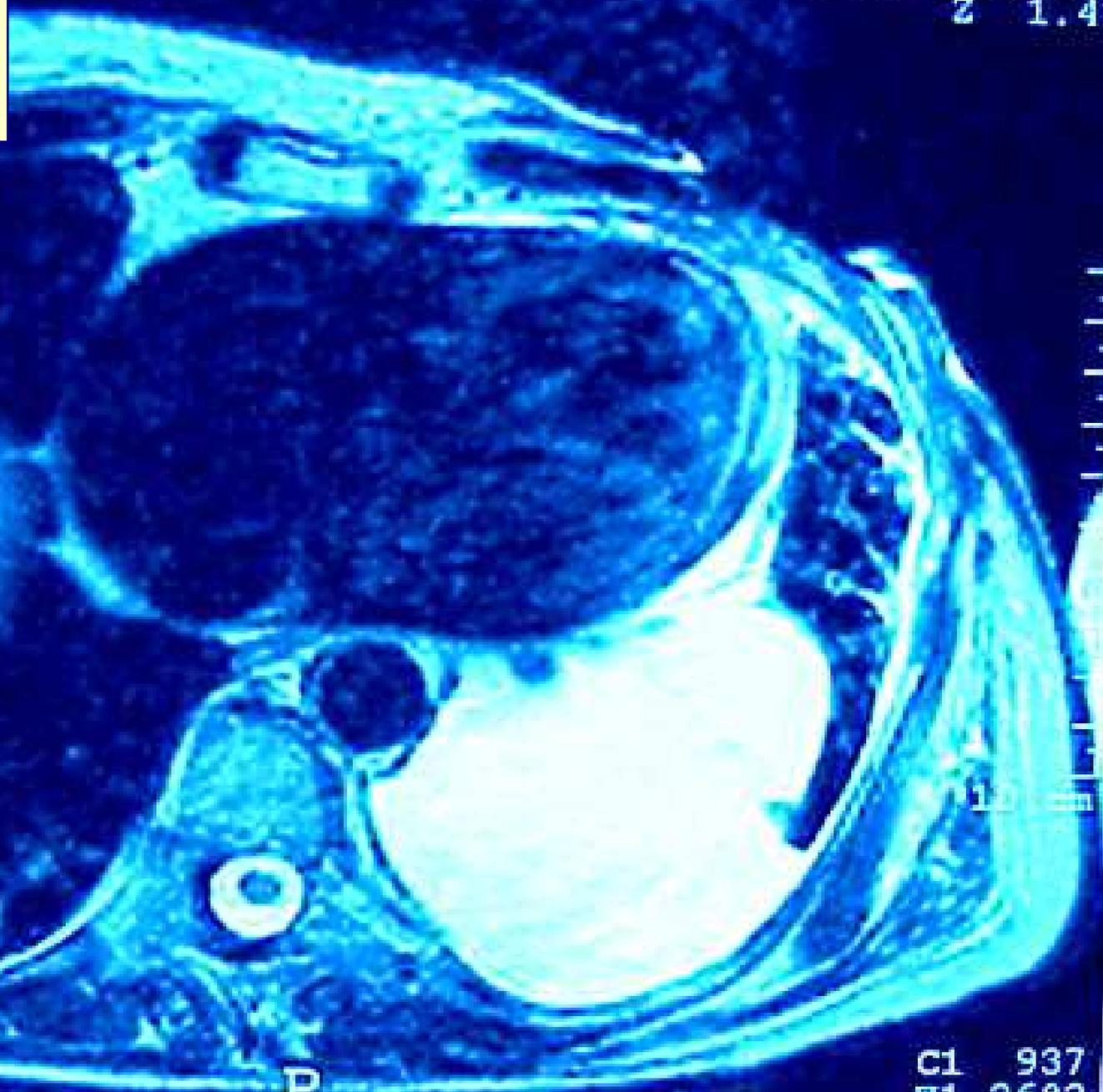
Elscint Prestige  
30 Nov 2001 16:19:33  
Z 1.42

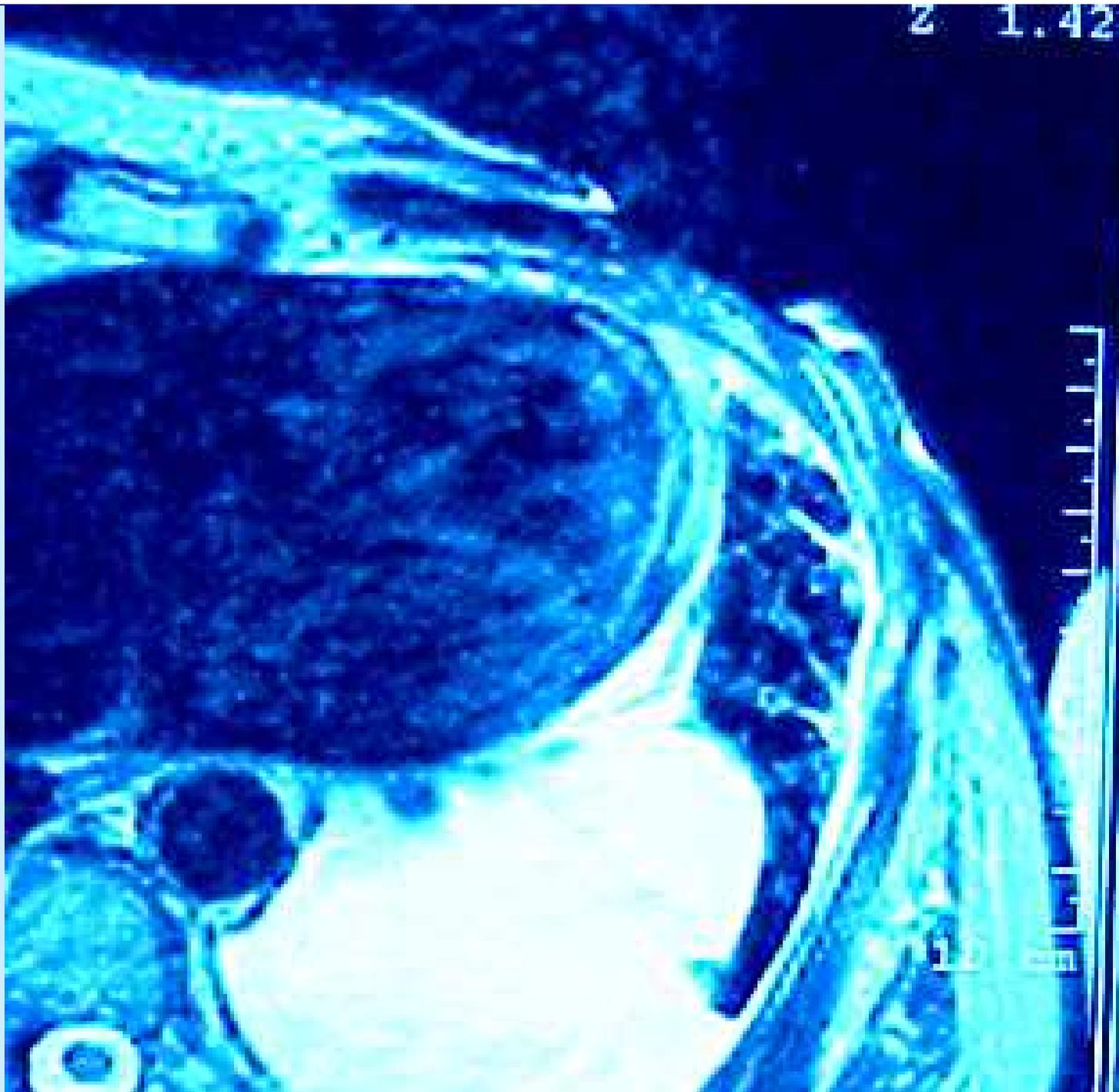
0023/96  
Pb1:12 TA:150.0  
40.0x34.0cm  
52x316  
Enc ^  
3:30/2nex

ESP Det=096 BODY

C1 937  
R1 2682

P





# **Lecciones y recomendaciones**

# Lecciones

- **Un fallo que afectaba al sistema de vigilancia del haz hizo elevar la tasa de dosis, mientras el instrumento indicador de la misma daba un valor muy bajo**
- **Al mismo tiempo, falló el enclavamiento de seguridad**
- **La limitación de la corriente de filamento estaba ajustada en un valor elevado**

# Lecciones

- **Aumentó la probabilidad de un doble fallo porque ...**
- **... el primer fallo pasó inadvertido (que el enclavamiento de seguridad estaba inoperable) ...**
- **Por tanto, el equipo estaba “listo para el segundo fallo”**

# **Lecciones para fabricantes y empresas de mantenimiento**

- **Cumplir con las normas de seguridad IEC**
- **Revisar las características de seguridad cuando se publican unas nuevas normas**
- **Dar recomendaciones a los usuarios para el caso de fallos de la alimentación eléctrica (verificaciones a efectuar antes de reanudar los tratamientos)**
- **Incluir en la capacitación de los ingenieros de mantenimiento, las lecciones de las exposiciones accidentales**

# **Lecciones para fabricantes y empresas de mantenimiento**

- **Notas de advertencia sobre ajuste de los límites de corriente de filamento u otros componentes críticos para la seguridad**
- **Acceso a dichas partes críticas restringido a aquellos técnicos de mantenimiento capacitados específicamente para ello**
- **El fabricante debe emitir certificados especificando restricciones, según el nivel de capacitación recibido**

# **Lecciones para los servicios de radioterapia**

- **Verificación inmediata en caso de:**
  - **interrupciones del suministro eléctrico**
  - **Cualquier indicación anormal de la tasa de dosis, de asimetría del haz o ...**
- **Procedimientos escritos que aseguren que se harán dichas verificaciones**
- **Si existe un técnico de mantenimiento perteneciente al hospital**
  - **Ser conscientes de restricciones, según el entrenamiento certificado por el fabricante**



# Otras recomendaciones ... de la audiencia?

