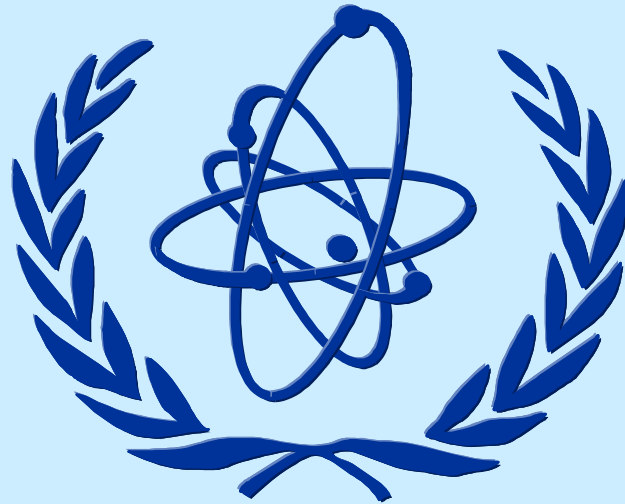


Lecciones de los casos ...



...agrupados por etapas en el proceso de la radioterapia



Una recopilación de otras exposiciones accidentales

Historia de casos

- Las conferencias anteriores presentaron detalles sobre algunas exposiciones accidentales importantes
- Esta conferencia presenta otras exposiciones accidentales, recopiladas en la Publicación ICRP 86 y en Reporte de Seguridad No 17 del OIEA (Safety Report Series No.17)
- Hay lecciones que aprender para la mayoría de las etapas en el proceso de la radioterapia

Table 3. Classes and frequencies of accidental exposure in radiotherapy

<i>Accidental exposures in external beam therapy</i>	No. of cases	Percentage of cases (rounded)
Equipment problems	3	6.5
Maintenance	3	6.5
Calibration of the beams	14	30
Treatment planning and dose calculation	13	28
Simulation	4	9
Treatment set-up and delivery	9	20 (**)
Total	46 (*)	100
<i>Accidental exposures in brachytherapy</i>	No. of cases	
Equipment and source problems	5	15
Source order and delivery, calibration, and acceptance	3	9
Source storage and preparation for the treatment	5	15
Treatment planning and dose calculation	6	18
Treatment delivery	11	34
Source removal and return	3	9
Total	33 (*)	100

*The number of accidents in the table are fewer in number than in the source publications, since the source publications include events with unsealed sources and accidents involving the public.

**It is likely that errors in the treatment set-up are more frequent than tabulated, since many instances probably remain unreported, especially if the consequences are moderate, i.e., affecting one or a few fractions.

Annals of the ICRP 30:38, 2000.



Contenido

1. Clasificación de las exposiciones accidentales

Los casos se agrupan por etapas del proceso de la radioterapia

2. Casos seleccionados de exposiciones accidentales

13 historias de casos y lecciones específicas aprendidas para radioterapia externa

6 historias de casos y lecciones específicas aprendidas para braquiterapia

3. Lecciones generales aprendidas

Hay temas recurrentes en las lecciones aprendidas ?



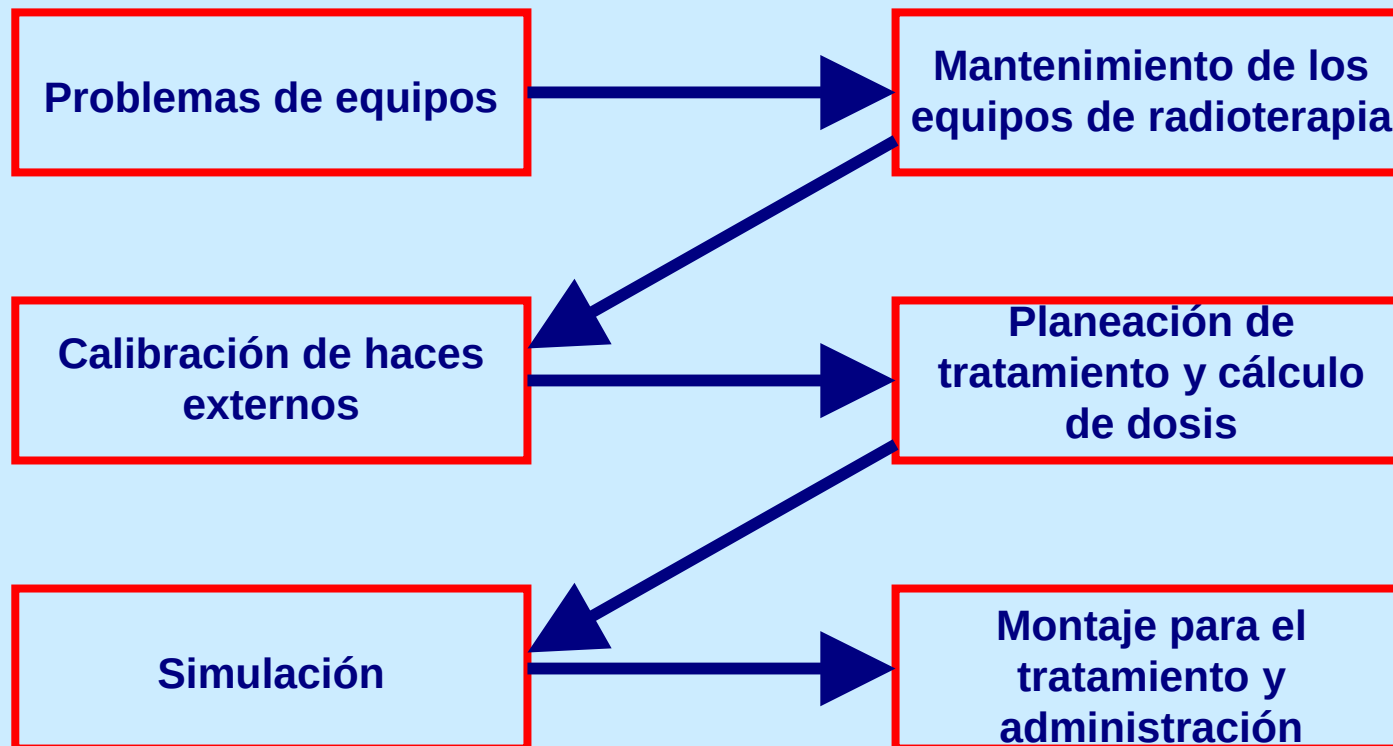
Cómo se presentarán los casos de exposiciones accidentales ?

- Se presentarán exposiciones accidentales seleccionadas, con una pequeña historia del caso y un breve resumen del evento inicial, las consecuencias y las lecciones aprendidas
- **Cómo se presenta el “evento inicial”?**
Como alguna acción que ocurre en algún moment, la cual eventualmente lleva a una exposición accidental de los pacientes
- **Cómo son presentadas las “consecuencias”?**
Como un breve resumen de cómo los pacientes fueron afectados por la exposición accidental (en términos de la desviación de la dosis de la dosis prescrita)
- **Cómo son presentadas las “lecciones aprendidas”?**
Como acciones específicas o niveles de seguridad que pudieron haber evitado que el evento inicial se convirtiera en una exposición accidental para los pacientes



Clasificación de las exposiciones accidentales (radioterapia externa)

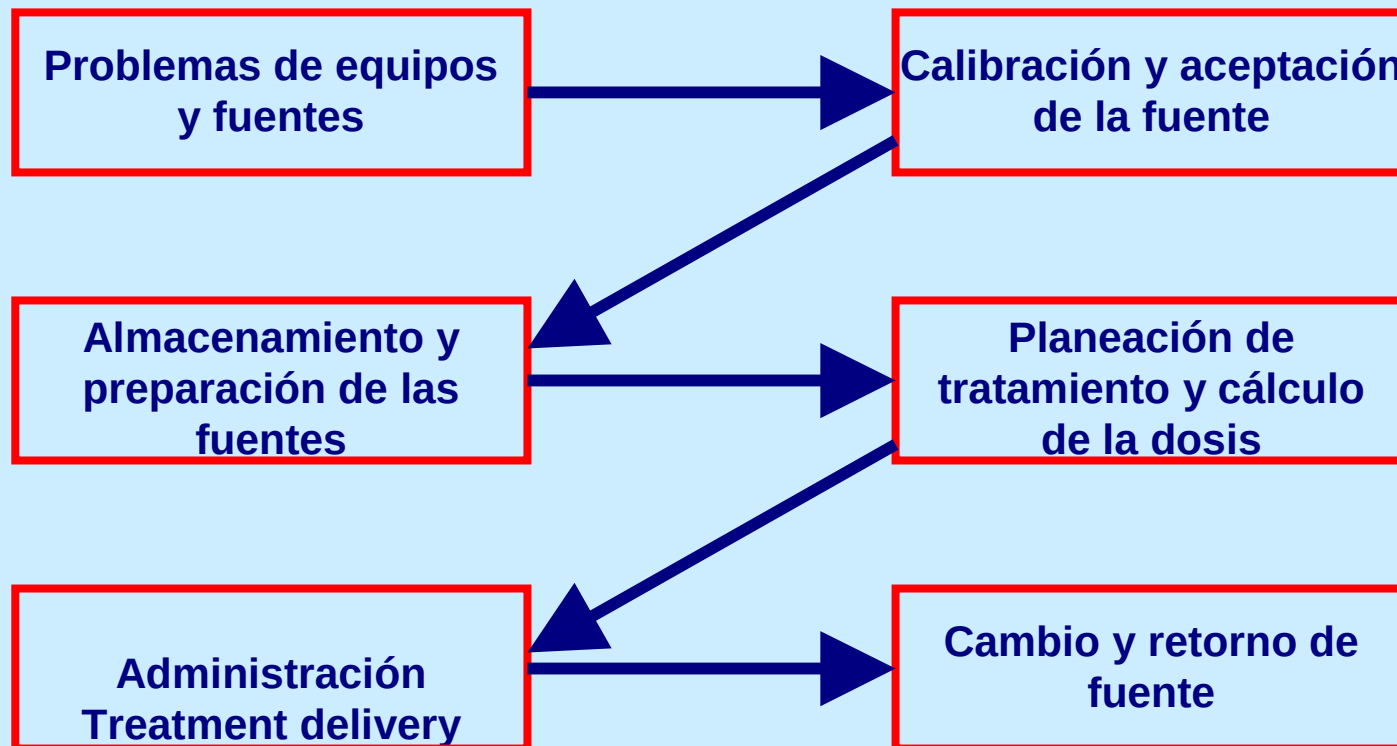
Habr  ejemplos de exposiciones accidentales de varias clases





Clasificación de las exposiciones accidentales (braquiterapia)

Habrán ejemplos de exposiciones accidentales de varias clases

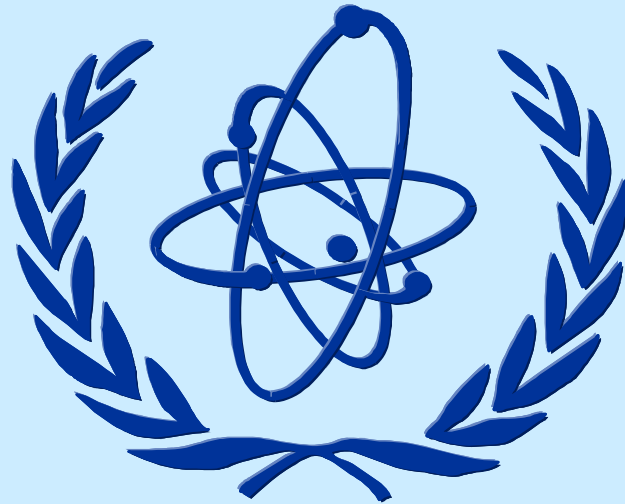




Radioterapia externa

Casos 1 - 13

Problemas de equipos



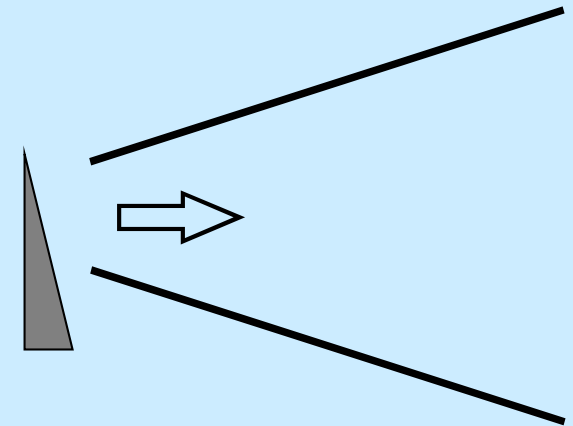
Caso 1



Problemas de equipos

1. Mecanismo de soporte de cuñas suelto

- Los factores de transmisión de cuña fueron medidos durante el comisionamiento de la unidad de cobalto, usando el haz en dirección vertical
- Cuando el brazo (gantry) se rotaba 90° para los tratamientos con un haz horizontal, el mecanismo suelto de soporte de la cuña permitía un desplazamiento de los filtros en cuña
- Como resultado, la distribución de dosis y el factor de cuña sobre el haz eran incorrectos, con la dosis en el paciente muy alta a través del haz para una posición horizontal del equipo y muy baja para la otra





Problemas de equipo

1. Mecanismo de soporte de cuñas suelto

Evento inicial :

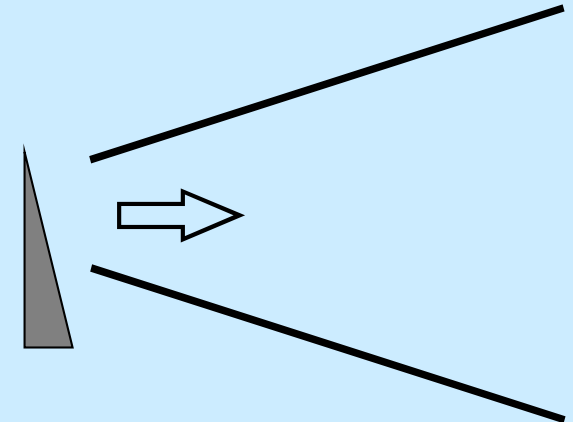
Deficiencia mecánica del soporte de cuña

Consecuencias:

Los pacientes tuvieron desviaciones de la dosis hasta de 8% de las dosis prescritas

Lecciones aprendidas :

Cuando se acepta y pone en marcha (commissioning) una unidad de tratamiento, tome medidas en otras posiciones de la unidad, diferentes a la vertical





Problemas de equipo

También recuerde conferencias sobre:

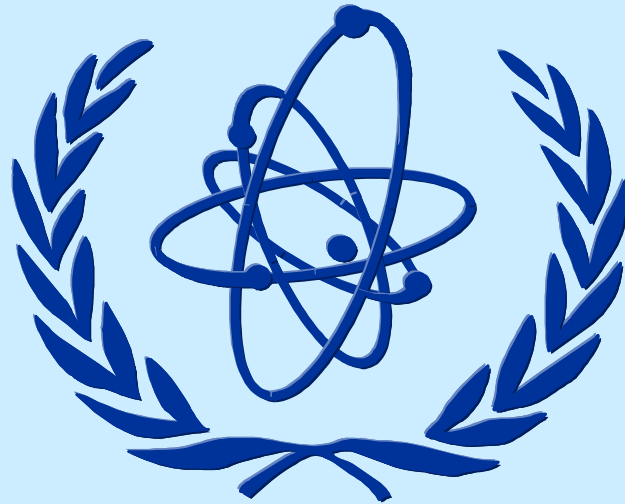
Canada y USA, 1985-1987

(Seis exposiciones accidentales que involucraban problemas de software en varios aceleradores del mismo tipo)

Polonia, 2001

(Mal funcionamiento de un acelerador)

Mantenimiento de los equipos de radioterapia





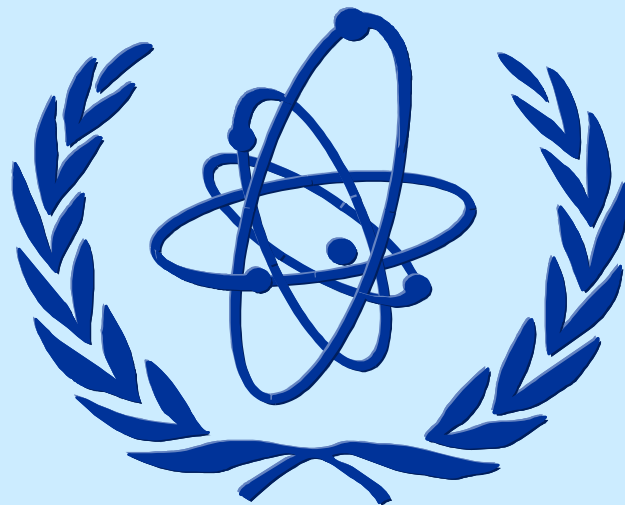
Mantenimiento de los equipos de radioterapia

Recuerde la conferencia sobre:

España, 1990

(Reparación incorrecta seguida de comunicación insuficiente)

Calibration de haces externos



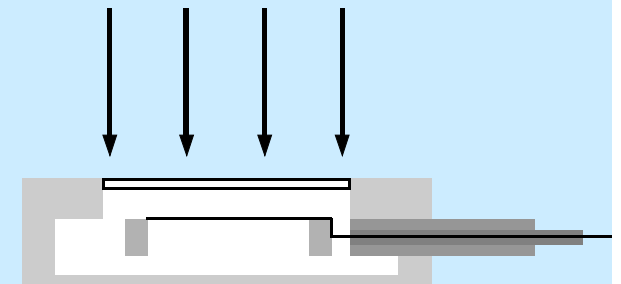
Casos 2 - 5



Calibración de haces externos

2. Uso incorrecto de una cámara plano-paralela

- Un físico nuevo en un hospital usó una cámara plano paralela para calibrar varios haces de electrones
- Una etiqueta sobre la cámara, colocada por el físico anterior, indicaba el lado de incidencia del haz. Aunque el físico anterior usaba la cámara correctamente, su etiqueta estaba equivocada y el nuevo físico usaba la cámara invertida en el haz
- Esto tuvo como consecuencia una calibración errónea, progresivamente peor para haces de electrones de baja energía. Las discrepancias fueron descubiertas eventualmente por la dosimetría postal por TLD



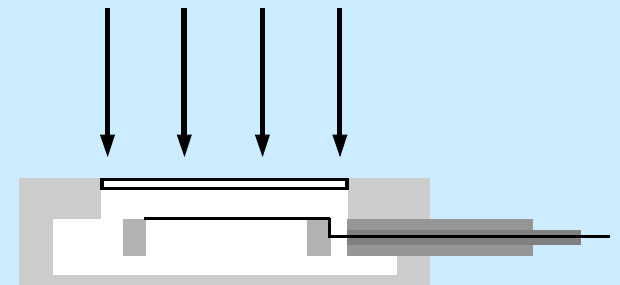


Calibración de haces externos

2. Uso incorrecto de una cámara plano-paralela

Evento inicial:

Uso incorrecto de una cámara para calibración



Consecuencias:

Algunos pacientes recibieron dosis equivocadas por fracción (hasta 20% de sobredosis) antes de que el error fuera corregido

Lecciones aprendidas:

Asegúrese de que los instrumentos usados se conocen bien, en términos de su composición y funcionamiento

El físico debe tomar la responsabilidad por todos los aspectos relacionados con la dosimetría



Calibración de haces externos

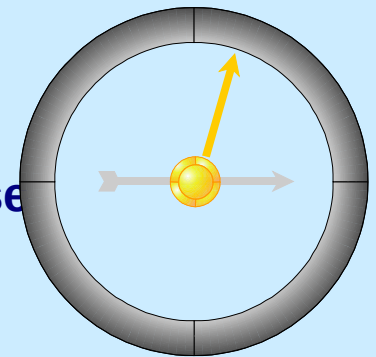
3. Error en la corrección por presión atmosférica

La presión atmosférica es usada en las medidas de dosis cuando se usan cámaras abiertas

Cuatro instituciones usaban datos de presión atmosférica de las estaciones meteorológicas más cercanas

Los físicos involucrados no se dieron cuenta de que estos datos estaban corregidos con relación al nivel del mar, y por tanto no reflejaban el verdadero valor de la presión atmosférica

Como resultado, los factores de corrección por presión eran incorrectos, llevando a calibraciones incorrectas





Calibración de haces externos

3. Error en la corrección por presión atmosférica

Evento inicial:

Valores incorrectos de presión fueron usados para corrección de las medidas

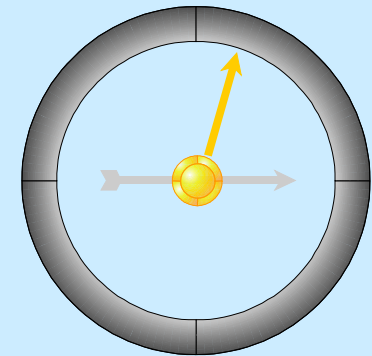
Consecuencias:

Los pacientes de esas instituciones recibieron sobredosis entre 13% y 21%, en un caso durante diez meses

Lecciones aprendidas:

Tenga un barómetro funcionando en su institución, y conozca cómo usarlo

Si se solicitan los valores de la presión a otra fuente, asegúrese de se conoce aqué el dato está referido



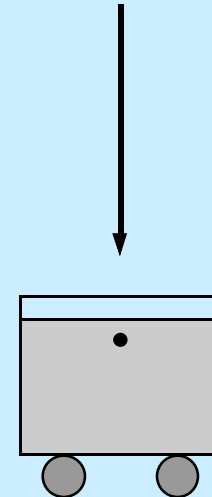


Calibración de haces externos

4. El reporte de calibración del dosímetro fue usado de forma incorrecta

Una institución tenía su cámara de ionización y electrómetro calibrados para Cobalt-60 en un laboratorio de estándares dosimétricos

El certificado de calibración estaba en términos de dosis en agua, pero fue interpretado por el físico de la institución como especificado en dosis en aire





Calibración de haces externos

4. El reporte de calibración del dosímetro fue usado de forma incorrecta

Evento inicial:

El certificado fue usado de forma incorrecta

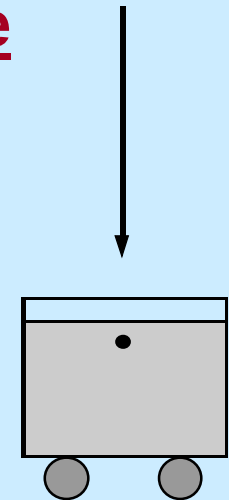
Consecuencias:

Los pacientes recibieron ~ 11% de sobredosis durante por lo menos un año

Lección aprendida:

Asegúrese de que usted entiende el certificado de calibración

Haga que otro físico calibre el haz independientemente



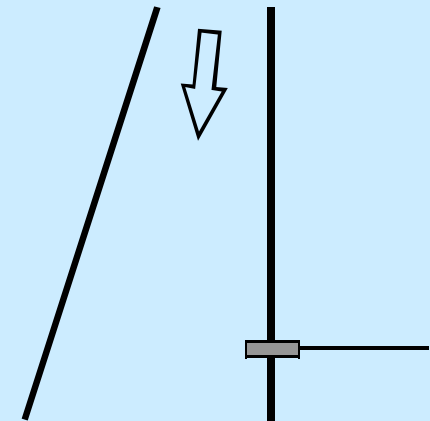


Calibración de haces externos

5. Calibración incorrecta de una máquina con colimadores asimétricos

Un acelerador lineal con colimadores asimétricos fue calibrado con el detector colocado en la región de penumbra

El valor medido a esta posición no representa la dosis en el centro del campo





Calibración de haces externos

5. Calibración incorrecta de una máquina con colimadores asimétricos

Evento inicial:

La calibración del haz fue realizada en la zona de penumbra

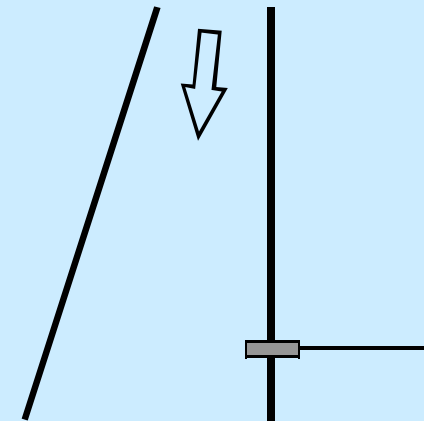
Consecuencias:

Los pacientes recibieron una sobredosis de 27%.

Lecciones aprendidas:

Asegúrese de comprender las características de una haz asimétrico

Haga que otro físico calibre el haz de forma independiente





Calibración de haces externos

También recuerde las conferencias sobre :

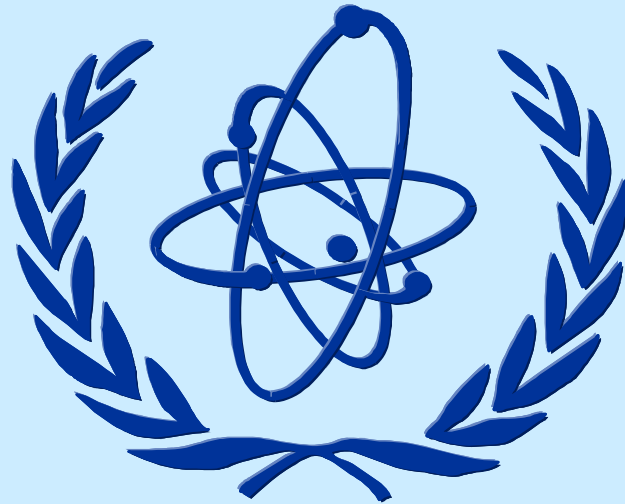
USA, 1974-76

(Esquema de decaimiento de Co-60 incorrecto y falta de verificación)

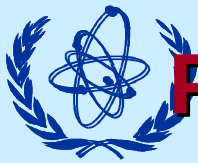
Costa Rica, 1996

(Calibración errónea del haz después de un cambio de fuente de Co-60)

Planeación de tratamiento y cálculo de dosis



Casos 6 - 10



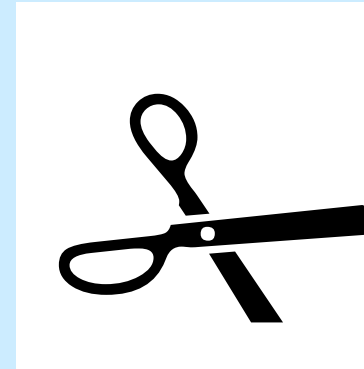
Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

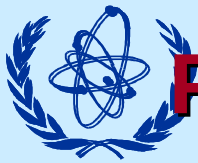
6. Datos básicos incorrectos en el TPS

Los datos básicos usados en el TPS fueron introducidos en el computador por un físico. Los datos introducidos diferían de los medidos para el acelerador lineal

La inconsistencia no fue detectada durante el comisionamiento del TPS

Un nuevo físico fue nombrado cuando el anterior se fue. Las razones del error no se conocen





Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

6. Datos básicos incorrectos en el TPS

Evento inicial:

Datos básicos incorrectos introducidos en el TPS

Consecuencias:

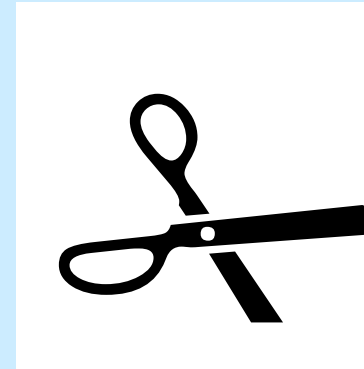
Los pacientes recibieron un 15% de sobredosis

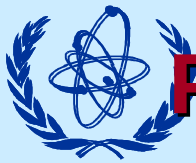
Lecciones aprendidas:

Asegúrese de que el TPS es comisionado completamente

Controle los planes de tratamiento independientemente

Mida los datos básicos de la unidad de tratamiento y compare con el sistema de planeación de tratamiento ocasionalmente





Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

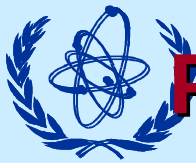
7. Datos de dosis en profundidad (%DD o TMR) incorrectos

Un fabricante fue contratado para medir los datos de dosis en profundidad durante la instalación de un acelerador lineal

El físico local posteriormente evaluó los datos y encontró un 8% de discrepancia para algunos tamaños de campo y profundidades. El concluyó que los datos del fabricante eran correctos y los usó clínicamente.

Un físico asesor externo encontró más tarde que las medidas del físico local eran correctas. Esto fue varios meses después.

depth (cm)	field size (cm)					
	5	6	7	8	9	10
0.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	98.1	98.1	98.1	98.2	98.2	98.3
2	92.7	93.0	93.2	93.3	93.6	93.9
3	87.1	87.6	88.0	88.3	88.6	88.8
4	81.4	82.0	82.5	83.1	83.5	83.9
5	75.7	76.6	77.3	77.9	78.5	78.9
6	70.3	71.4	72.1	72.8	73.6	74.2
7	65.1	66.3	67.2	68.0	68.8	69.5
8	60.4	61.6	62.5	63.4	64.3	64.9
9	55.8	57.0	58.0	59.0	59.9	60.8
10	51.6	52.8	53.9	54.9	55.8	56.6



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

7. Datos de dosis en profundidad

Evento inicial:

Se crearon tablas incorrectas de datos básicos para el cálculo de la dosis

Consecuencias:

Algunos pacientes (por varios meses) recibieron una dosis 8% inferior a la prescrita

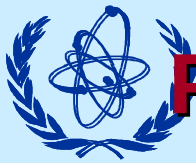
depth (cm)	field size (cm)					
	5	6	7	8	9	10
0.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	98.1	98.1	98.1	98.2	98.2	98.3
2	92.7	93.0	93.2	93.3	93.6	93.9
3	87.1	87.6	88.0	88.3	88.6	88.8
4	81.4	82.0	82.5	83.1	83.5	83.9
5	75.7	76.6	77.3	77.9	78.5	78.9
6	70.3	71.4	72.1	72.8	73.6	74.2
7	65.1	66.3	67.2	68.0	68.8	69.5
8	60.4	61.6	62.5	63.4	64.3	64.9
9	55.8	57.0	58.0	59.0	59.9	60.8
10	51.6	52.8	53.9	54.9	55.8	56.6

Lecciones aprendidas:

Comisione las tables exhaustivamente antes de aceptarlas para uso en la planeación de tratamiento.

Comprenda por qué hay discrepancias en los datos.

El físico debe tomar la responsabilidad de todos los aspectos de dosimetría.



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

8. Juego inconsistente de datos básicos

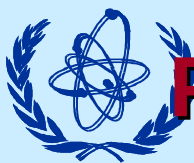
Una institución tenía dos juegos de datos básicos disponibles para el uso clínico, para unidad de tratamiento en particular (factores de campo, %DD, etc).

Los dos juegos de datos diferían en 10%, siendo uno de ellos correcto.

Estos juegos de datos fueron intercambiados para su uso por un periodo de tiempo.

Field Size (cm)	Output Factor
5x5	0.955
6x6	0.957
7x7	0.970
8x8	0.980
9x9	0.990
10x10	1.000
11x11	1.009
12x12	1.018
14x14	1.027
16x16	1.035
18x18	1.042
20x20	1.048
25x25	1.060
30x30	1.073
35x35	1.087
40x40	1.100
45x45	1.115

Field Size (cm)	Output Factor
5x5	0.945
6x6	0.947
7x7	0.960
8x8	0.970
9x9	0.980
10x10	0.990
11x11	1.000
12x12	1.009
14x14	1.018
16x16	1.027
18x18	1.035
20x20	1.042
25x25	1.060
30x30	1.073
35x35	1.087
40x40	1.100
45x45	1.115



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

8. Juego inconsistente de datos básicos

Evento inicial:

Datos básicos incorrectos estaban disponibles para el cálculo de dosis

Consecuencias:

Algunos pacientes dosis 10% inferior a la prescrita.

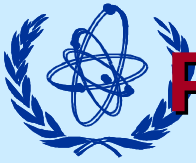
Lecciones aprendidas:

Asegúrese de tener procedimientos para no permitir que juegos diferentes de datos existan al mismo tiempo

The image shows two overlapping tables titled "OUTPUT FACTORS". The left table lists field sizes in cm (5x5 to 20x20) and their corresponding output factors. The right table lists field sizes in cm (5x5 to 20x20) and their corresponding output factors. Both tables show a decreasing trend in output factor as field size increases.

Field Size (cm)	Output Factor
5x5	0.995
6x6	0.997
7x7	0.999
8x8	1.000
9x9	1.000
10x10	1.000
11x11	1.000
12x12	1.000
13x13	1.000
14x14	1.000
15x15	1.000
16x16	1.000
17x17	1.000
18x18	1.000
19x19	1.000
20x20	1.000

Field Size (cm)	Output Factor
5x5	0.986
6x6	0.987
7x7	0.989
8x8	0.990
9x9	0.990
10x10	0.990
11x11	0.990
12x12	0.990
13x13	0.990
14x14	0.990
15x15	0.990
16x16	0.990
17x17	0.990
18x18	0.990
19x19	0.990
20x20	0.990



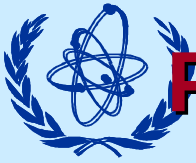
Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

9. Factores de transmisión de cuña usado dos veces en el cálculo de los tiempos de tratamiento

Un físico comenzó a trabajar en una nueva institución que tenía mismo tipo de TPS que el de la institución donde trabajaba anteriormente

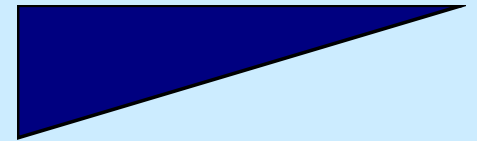
En el TPS de la nueva institución, los factores de cuña ya habían sido incluidos en los cálculos por computador. Este no era el caso en la institución anterior, donde los factores de cuña eran aplicados manualmente for cada paciente.

El físico empezó a aplicar manualmente el factor de cuña para los pacientes, aunque el TPS ya lo había hecho, lo cual significa que ese factor era aplicado dos veces en el cálculo.



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

9. Factores de transmisión de cuña usado dos veces en el cálculo de los tiempos de tratamiento



Evento inicial :

Se aplicó un cálculo incorrecto del tiempo de tratamiento

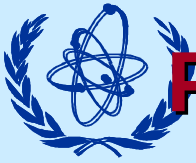
Consecuencias:

Un paciente recibió 53% de sobredosis en un campo con cuña usado para un “boost”

Lecciones aprendidas:

Es importante comprender como trabaja el TPS.

Evalúe los cálculos del computador manualmente.



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

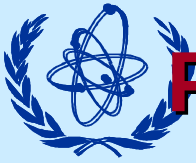
10. Cálculo incorrecto usando la corrección por inverso del cuadrado de la distancia

La SSD programada para un paciente fue de 70 cm en lugar de la usual, 80 cm, en una unidad de cobalto.

$$\left(\frac{80 + d_{\max}}{70 + d_{\max}} \right)^2$$

El físico que calculaba la dosis usaba un factor equivocado de corrección por inverso cuadrado.

Los cálculos no fueron verificados sino hasta la octava fracción, cuando se descubrió el error.



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

10. Cálculo incorrecto usando la corrección por inverso del cuadrado de la distancia

Evento inicial:

Se usó una dirección equivocada en la corrección de la distancia.

$$\left(\frac{80 + d_{max}}{70 + d_{max}} \right)^2$$

Consecuencias:

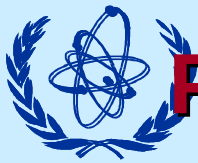
El paciente recibió 3.4 Gy por fracción en lugar de 2.0 Gy por fracción.

Lecciones aprendidas:

Ponga especial atención a los tratamientos inusuales

Los cálculos deben ser evaluados independientemente.

No permita que se realicen muchas fracciones de tratamiento sin que se evalúen los cálculos.



Planeación de tratamiento y cálculo de dosis

Recuerde también conferencias sobre:

USA, 1987-88

(Archivode computador no fue actualizado después del cambio de una fuente de Co-60)

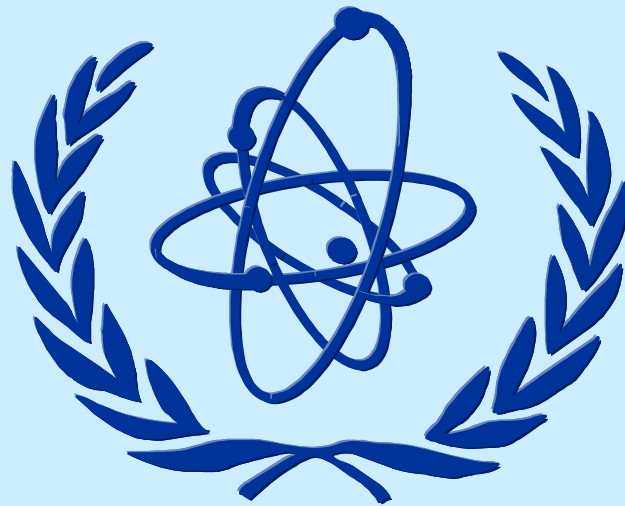
UK, 1982-1990

(Falta de procedimientos de aceptación para un TPS

Panamá, 2000

(Problemas con los datos introducidos al TPS

Simulación



Caso 11



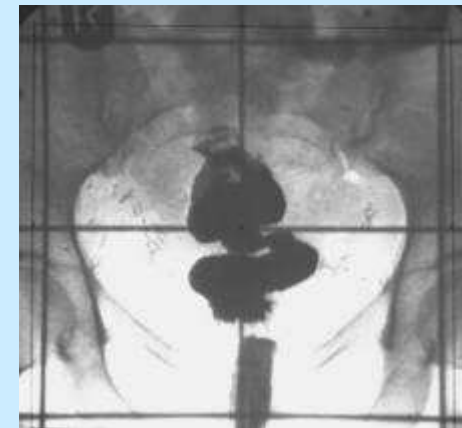
Simulación

11. Rotulado incorrecto de una radiografía de simulador

Una simulación de tratamiento fue realizada en posición prono en lugar de la posición supino usada rutinariamente.

El lado derecho de la radiografía fue marcada por error como izquierdo.

El paciente entonces fue posicionado incorrectamente (i.e. posición de acuerdo con la radiografía del simulador) en la unidad de tratamiento e irradiado en el lado derecho en lugar del izquierdo





Simulación

11. Rotulado incorrecto de una radiografía de simulador

Evento inicial :

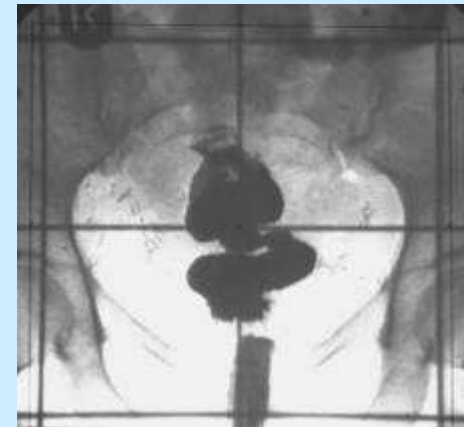
Una película de simulación fue rotulada incorrectamente .

Consecuencias:

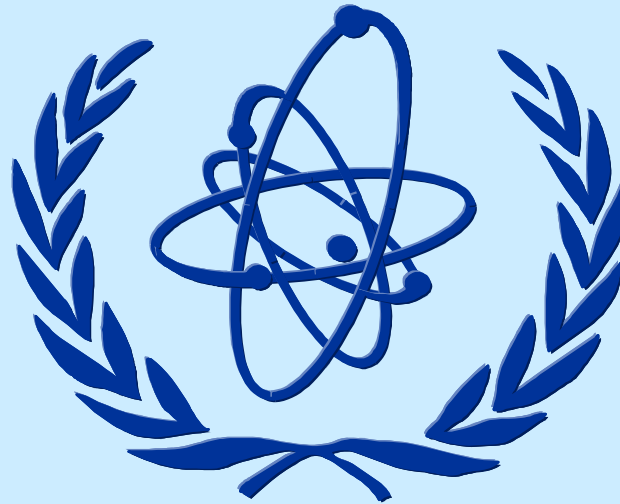
El paciente recibió más de 2 Gy en tejido sano.

Lecciones aprendidas:

Verifique cuidadosamente la ubicación del sitio anatómico relativo a las radiografías, en especial cuando los tratamientos son simulados en una posición inusual .



Posicionamiento del paciente y administración del tratamiento



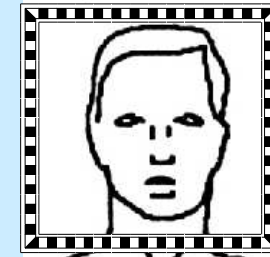
Casos 12 - 13



Posicionamiento del paciente y administración del tratamiento

12. Identificación incorrecta del paciente

Un tecnólogo de radioterapia llamó a un paciente. Otro paciente respondió. No se consultó la foto en el registro del paciente.



Pecas en la espalda del otro paciente fueron confundidas con puntos de tatuaje para el posicionamiento, mientras que el paciente indicaba que el posicionamiento no era correcto. Un médico oncólogo fue llamado.

El médico verificó que el tratamiento fue correcto de acuerdo con el esquema, pero no habló con el paciente ni lo examinó. La irradiación se realizó.



Posicionamiento del paciente y administración del tratamiento

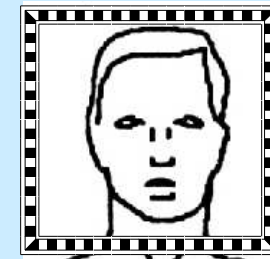
12. Identificación incorrecta del paciente

Evento inicial:

Un paciente responde cuando se llama a otro.

Consecuencias:

El paciente recibió 2.5 Gy en tejido sano



Lecciones aprendidas :

Revise la fotografía del paciente

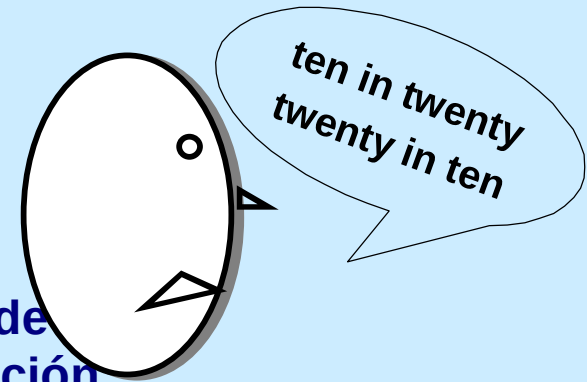
Confirme los reparos anatómicos para la localización del haz

Asegúrese de comprender que pasa cuando el paciente esté advirtiéndole sobre algo u objetando porque se le trata el lado contrario.



Posicionamiento del paciente y administración del tratamiento

13. No comprensión de un plan de tratamiento complejo, prescrito verbalmente



Se prescribió a un paciente un tratamiento en la unidad de cobalto a dos sitios diferente. Sitio 1: 2.4 Gy por fracción para 20 fracciones. Sitio 2: 2.5 Gy por fracción para 10 fracciones.

Los dos tecnólogos no comprendieron las instrucciones verbales del médico, en particular en relación con las diferencias en número de fracciones.

En consecuencia, el segundo sitio recibió 4 días adicionales de tratamiento, antes de que el error fuera detectado.



Posicionamiento del paciente y administración del tratamiento

13. No comprensión de un plan de tratamiento complejo, prescrito verbalmente

Evento inicial:

No comprensión de las instrucciones verbales.

Consecuencias:

El paciente recibe una sobredosis de 40% en un sitio.

Lecciones aprendidas:

Use procedimientos escritos para la prescripción del tratamiento

Dele especial atención a los tratamientos complejos.

