

*Resultados y Experiencia, Física y Clínica, en los
Tratamientos de Radioterapia Intraoperatoria de un
Servicio de Radiofísica Específico.*



Servicio de Radiofísica Hospital Quironsalud
Universidad Católica San Antonio de Murcia

Indice

Introducción

Especificaciones del Equipo

Protección Radiológica

Control de Calidad

Mantenimiento

Tratamiento a pacientes

Conclusiones

Introducción

- *Procedimientos Implementados por el Hospital Quironsalud Torrevieja:*
 - Radioterapia Externa:
 - *Conformada en 3D*
 - Radioterapia con Intensidad Modulada (*IMRT*)
 - Radioterapia Guiada por Imagen (*IGRT*)
 - Radiocirugia
 - Radioterapia Intraoperatoria (*IORT*)
 - Braquiterapia de alta tasa:
 - Próstata
 - Pulmón
 - Ginecologicas

Introducción

- *Radiación con electrones:*
 - Altas dosis en superficie
 - Rápida disminución a un determinado alcance
- *Utilización idónea para:*
 - Localizaciones tumorales no muy profundas
 - *IORT* (el volumen o residuo quirúrgico puede ser expuesto directamente, reduciendo dosis a tejidos adyacentes)
- *Aceleradores clínicos para radioterapia externa:*
 - Sala blindada
 - Infraestructura incompatible con la de un quirófano

Introducción

- Impide la práctica de la cirugía y la irradiación en la misma estancia, obliga al traslado del paciente anestesiado y expuesto, a la sala de tratamiento, con el consiguiente riesgo asociado
- En nuestro hospital se solventó este problema con el acelerador móvil *MOBETRON*, adquirido en el año 2004



Especificaciones del Equipo

- *Prototipo:*
 - Alrededor de 60 unidades en todo el mundo, 20 en Europa.
- *No es un acelerador convencional*
 - Guía de ondas en el eje de radiación
 - Se elimina la deflexión magnética de los electrones
 - Ondas estacionarias de frecuencia 3 veces superior (10 GHz) a la de los aceleradores convencionales
 - Se reduce el peso lo que lo hace móvil
- *Movimientos*
 - Montado sobre un brazo motorizado en forma de C
 - Permite movimientos horizontales, verticales y de rotación en torno a los ejes horizontales

Especificaciones del Equipo

- *Acelerador multienergético*
 - Energías: 4,6,9 y 12 MeV
 - Tasa de dosis nominales: 2.5 y 10 Gy/min
 - Homogeneidad del campo:
 - La variación de intensidad del campo en el 80% de la dosis, es inferior al 5 % (en el máximo de dosis y a 50 cm de SSD)
 - Simetría:
 - La variación en intensidad de puntos equidistantes y simétricos al eje central y en el 80% de la dosis, será inferior al 2%
 - Tamaño de campo:
 - Colimador primario
 - Aplicadores circulares, esterilizables, sujetos a la mesa de cirugía por un sistema de bridas. Campos nominales de 3 a 10 cm de diámetro con pasos de 0.5 cm

Especificaciones del Equipo

- *Sistema de refrigeración*
 - En estativo autoportante unido al brazo
 - Permite una configuración de transporte factible
- *Modulador*
 - Control manual
 - Estado de los circuitos de RF.
 - Estado del magnetron
 - Estado de los enclavamientos
- *Consola de control*
 - Lectura de parámetros de dosimetría
 - Estado de los enclavamientos
 - Salida de video del sistema de imagen periscópica.

Especificaciones del Equipo

- *Interlocks de Dosimetría*, los siguientes interlocks estarán disponibles para parar el haz automáticamente:
 - Unidades monitor 1 completo
 - Unidades monitor 2 completo
 - Tiempo de tratamiento
 - Exceso de asimetría 2%
 - Exceso de tasa de dosis
 - Exceso de dosis por impulso
 - Tasa de dosis baja
 - Deriva de la tensión de la cámara de ionización
 - Diferencia en los contadores de dosis UM1 y UM2
 - Enclavamiento de la sujeción (alineamiento del aplicador)

Especificaciones del Equipo

- *Equipo seguro*
- *Estabilidad de operación de la unidad:*
 - Periodo de calentamiento de 15 minutos
 - Por experiencia: se alcanza 4 ó 6 h. después de su encendido, y se pierde a partir de las 48 h. desde su encendido.
 - Fuera de esta ventana, es frecuente que salte algún interlock, y se aprecian variaciones en la tasa de dosis
 - Hay que trabajar en esta ventana para una correcta dosimetría y un correcto tratamiento.

Protección Radiológica

- *Condiciona el desarrollo de la IORT*
- *Los aceleradores clínicos requieren:*
 - Sala blindada
 - Infraestructura incompatible con la de un quirófano.
- *Nuestro equipo:*
 - Autoprotegido
 - Puede ser usado en el interior de quirófanos, sin blindaje adicional
- *Disminución de la radiación dispersa y de fugas:*
 - Guía de ondas en el eje de radiación → se elimina la deflexión magnética de los electrones.
 - Escudo compacto opuesto al haz que intercepta la radiación de frenado

Protección Radiológica

- *Estimación de dosis equivalente:*
 - Sala quirúrgica habilitada y de las estancias contiguas
 - Suponiendo las condiciones de funcionamiento mas desfavorables, de acuerdo a la carga máxima de trabajo compatible con los límites radiológicos vigentes
 - A partir de medidas con monitor
 - Considerando un máximo de dos tratamientos semanales a 25 Gy por tratamiento y 50 semanas/año, con la tasa de 1000 UM/min,
 - Para el punto más desfavorable (consola de control, único ocupado durante la irradiación)

0.5 mSv/año

limite de dosis: 1mSv/año público

20mSv/año trabajador expuesto

Protección Radiológica

- *Procedimientos*
- *Controles de calidad*
 - Señalización de las zonas con los tréboles radiactivos
 - Conexión del monitor de radiación ambiental, con nivel de alarma
 - Evacuación de zonas anexas durante la irradiación
- *Tratamiento*
 - Tras situar al paciente en posición de tratamiento, el personal abandona el quirófano durante la irradiación, vigilando al paciente desde la puerta de acceso.
 - La irradiación dura aproximadamente 2 minutos y durante la misma, se controla el acceso a las zonas adyacentes al quirófano.
- *Además hay un dosímetro de área ubicado en la consola de control*

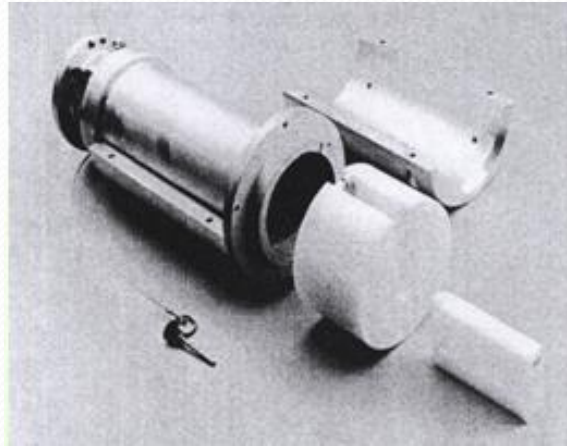
Control de Calidad

- *Verificación de estabilidad del equipo con chequeo de constancia de dosis y energía*
- *Normas:*
 - *TG 72 de la AAPM*
 - *Recomendaciones del fabricante*
 - *Incorporadas por propia experiencia*
- *Frecuencia:*
 - *Semanalmente.*
 - *El día anterior a los tratamientos.*

Control de Calidad

- Material:
 - Maniquí de Control de Calidad de PMMA de IntraOP
 - Juego de insertos para cada energía
 - Cámara Farmer 30013 n/s 41
 - Electrómetro UNIDOS E
- *Medidas:*
 - Se enciende el equipo durante la mañana, se mide por la tarde
 - Se comprueba la presión del gas SF₆
 - Disparos de 200 UM, con tasa de dosis de 1000 UM/min
 - Se realizan 3 medidas en la energía seleccionada para los insertos D_{\max} y D_{50}

Control de Calidad



Maniquí e insertos de control de calidad de PMMA

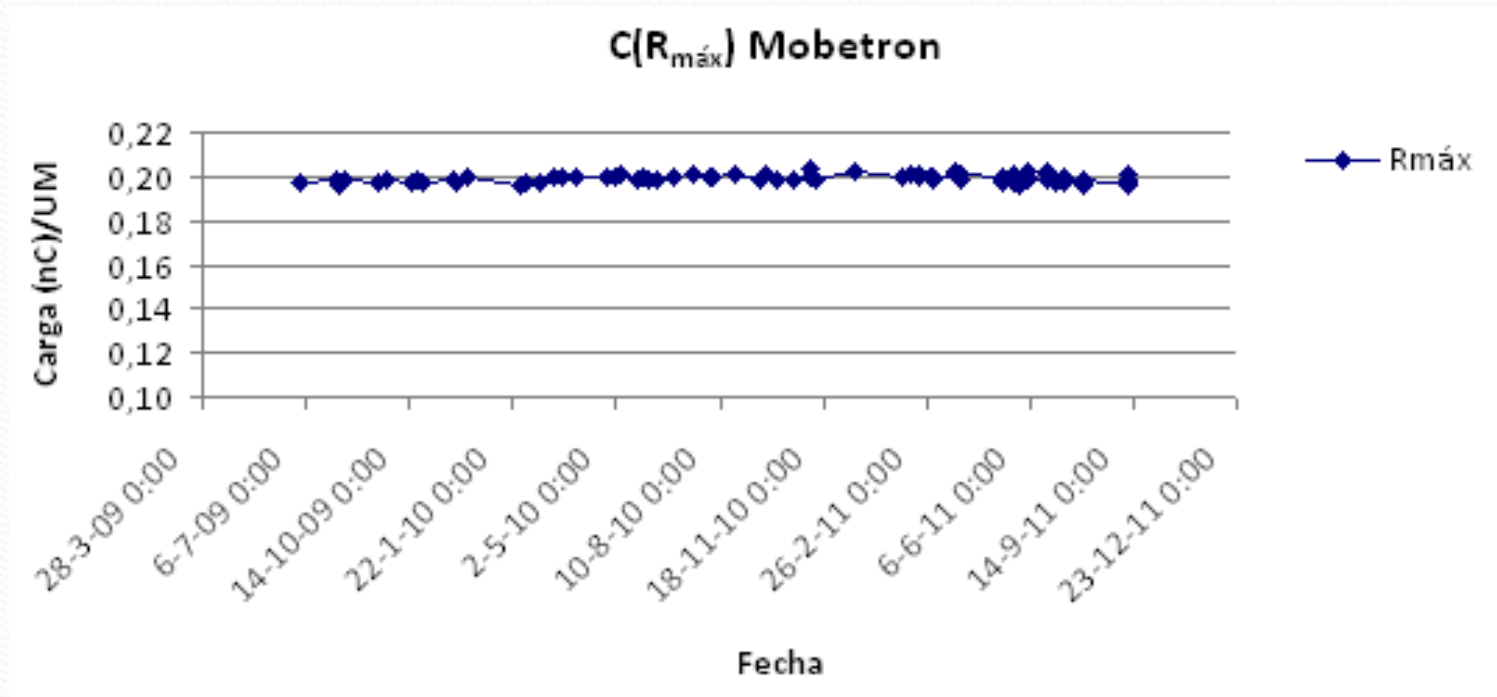


Electrómetro UNIDOS E



Cámara Farmer 30013 n/s 41

Control de Calidad



Constancia de dosis para una energía de 9 MeV, a la profundidad del máximo de dosis, en 2 años.

Control de Calidad

- *Si al día siguiente hay tratamiento se deja encendida la unidad hasta la realización del mismo*
- *A primera hora de la mañana, antes de la utilización del quirófano y antes del tratamiento:*
 - *Se comprueba que la unidad no ha perdido la alimentación (no puede trabajar conectada al SAI)*
 - *Haciendo algunos disparos, que la máquina está estable.*
 - *Control de calidad, si perdió la alimentación*
- *Interrupción del disparo en condiciones de estabilidad:*
 - *A pesar de este control de calidad*
 - *Debido a los condicionantes de la unidad*
 - *Diferentes interlocks: Prima la seguridad.*

Mantenimiento

- *MOBETRON diseñado y construido ex profeso por la compañía INTRAOP Medical inc., con sede en EEUU*
- *INTRAOP delega en la compañía VARIAN el mantenimiento*
- *El primer soporte de INTRAOP se encuentra en Italia*
- *Mantenimiento preventivo*
- *Los repuestos vienen de EEUU*

Tratamiento a Pacientes

- *Caracterización dosimétrica:*
 - *Personal de Radiofísica*
 - *Una vez adquirida la unidad*
 - *Cada aplicador con cada energía de las que se iba a utilizar*
- *Hoja Excel:*
 - *Calculo de Unidades de Monitor en el eje:*
 - *En función de la energía, aplicador, bisel, profundidad, porcentaje de normalización, gap y bolus*
 - *Información al radioterapeuta:*
 - *Profundidad para recubrimientos típicos, dosis máxima, dosis en superficie. Representación del rendimiento para cada combinación de energía, tamaño de aplicador y bisel.*

Tratamiento a Pacientes

CALCULO UNIDADES MONITOR MOBETRON			
Fecha	2-dic-11	ID	25523-039
Paciente	Martinez Bernal, Rosalia		
Campo	Mama		
ENERGIA	BISEL	PDD	DOSIS Profundidad (mm)
9 MeV	bisel 15°	100,00 %	PROXIMAL DISTAL
APLICADOR	NORMALIZACIÓN	Fact. Campo	85,5% Superficie
7.5 cm	90%	1,034	R95 9,6 26,3
		Fact. Gap	R90 3,4 28,6
		1	R85 Superficie 30,5
Prof. Normalizac.	Gap	Dosis Máxima	R80 Superficie 32,1
maximo mm	0 mm	2333 cGy	R50 39,1
DOSIS PRESCRITA	bolus	Prof. Máximo	R10 48,2
2100 cGy	0 mm	19,5 mm	
UM			
2257	GUARDAR		

The graph displays the Percent Depth Dose (PDD) as a function of depth (z) in millimeters. The y-axis represents PDD (%) from 0 to 100, and the x-axis represents z (mm) from 0 to 55. The curve shows a typical dose profile for a 9 MeV beam, with a maximum dose at the surface (100%) and a rapid fall-off after approximately 15 mm depth. The area under the curve is highlighted and labeled 'Área de trazado'.

Hoja Excel para el cálculo de unidades monitor e información al Radioterapeuta

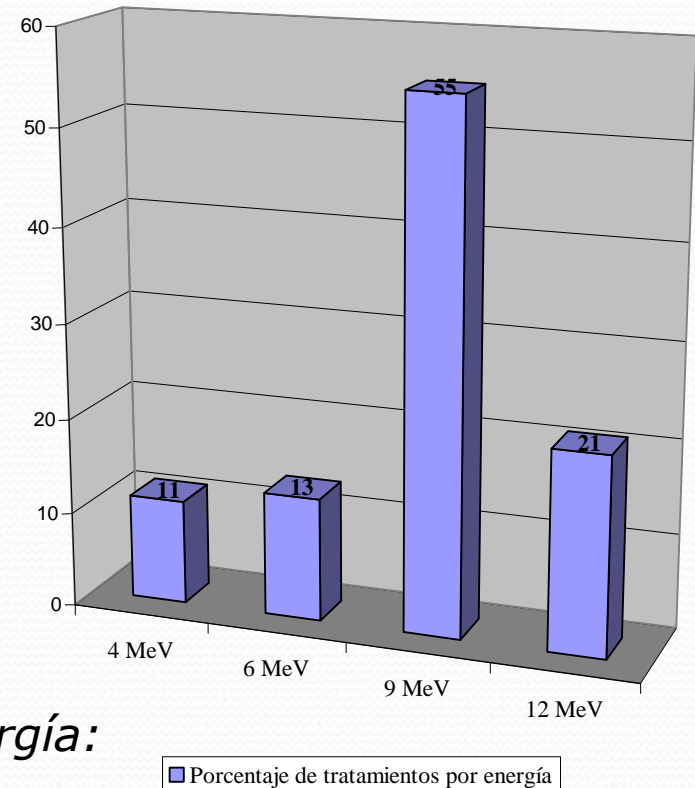
Tratamiento a Pacientes



Imagen de una IORT, el alineamiento se realiza a través del reflejo de dos láseres situados en el cabezal, sobre un espejo montado en el aplicador

Tratamiento a Pacientes

- *Tratamientos realizados:*
 - *Nº: 156*
 - *Localizaciones más frecuentes:*
 - *Mama*
 - *Recto*
 - *Pulmón*
 - *Cervix*
 - *Higado*
 - *Pancreas.*
- *Porcentaje de tratamientos por energía:*



Conclusiones

Inconvenientes:

Movilidad relativa

Estabilidad operacional difícil de alcanzar

Problemas logísticos

Ventajas:

No hay que trasladar al paciente a una sala blindada

Seguro, en cuanto interlocks

Homogeneidad y simetría del haz

En Protección Radiológica



Gracias por su atención