

## *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*)
    - Radiocirugía
    - 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***

*límite 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*

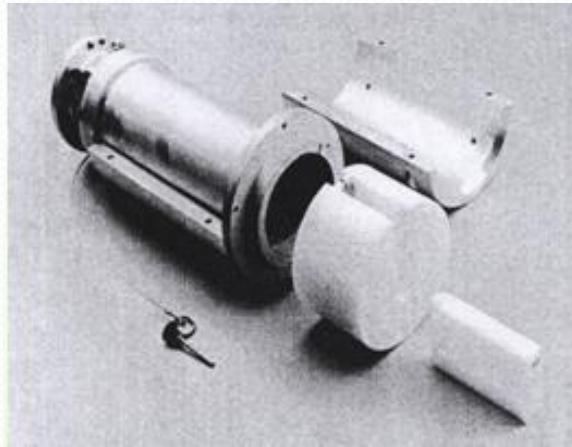
## **Control de Calidad**

- *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*

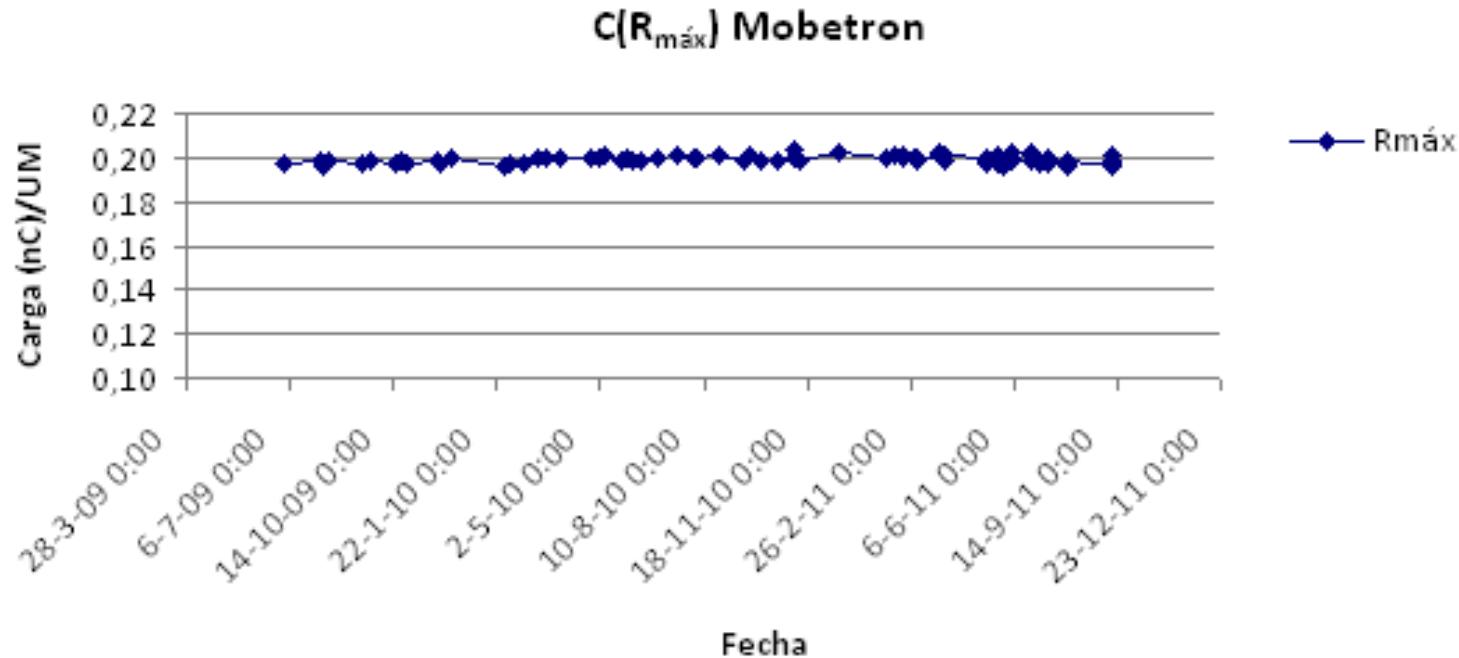


*Electrómetro UNIDOS E*



*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**

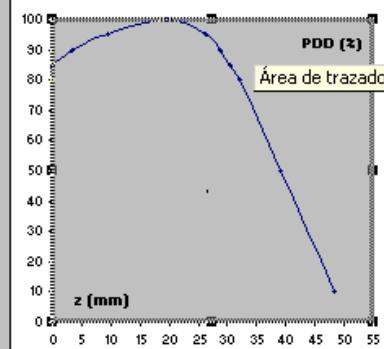
- *MOBETRON diseñado y construido ex profeso por la compañía INTRAOP Medical inc., con sede en EEUU*
- *INTRAOP delega en la compañía VARIAN el mantenimiento*
- *El primer soporte de INTRAOP se encuentra en Italia*
- *Mantenimiento preventivo*
- *Los repuestos vienen de EEUU*

## 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.

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

## Tratamiento a Pacientes

<b>CALCULO UNIDADES MONITOR MOBETRON</b>					
<b>Fecha</b>	2-dic-11	<b>ID</b>	25523-039	<b>DOSIS</b>	Profundidad (mm)
<b>Paciente</b>	Martinez Bernal, Rosalia			<b>PROXIMAL</b>	<b>DISTAL</b>
<b>Campo</b>	Mama			85,5%	Superficie
<b>ENERGIA</b>	9 MeV	<b>BISEL</b>	bisel 15°	<b>PDD</b>	
				100,00 %	
<b>APLICADOR</b>	7.5 cm	<b>NORMALIZACIÓN</b>	90%	<b>Fact. Campo</b>	
				1,034	
				<b>Fact. Gap</b>	
				1	
<b>Prof. Normalizac.</b>	<b>Gap</b>	<b>Dosis Máxima</b>	<b>Prof. Máximo</b>		
<b>maximo</b> mm	0 mm	2333 cGy	19,5 mm		
<b>DOSIS PRESCRITA</b>	<b>bolus</b>	<b>UM</b>	<b>GUARDAR</b>	<b>Área de trazado</b>	
2100 cGy	0 mm	2257			

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

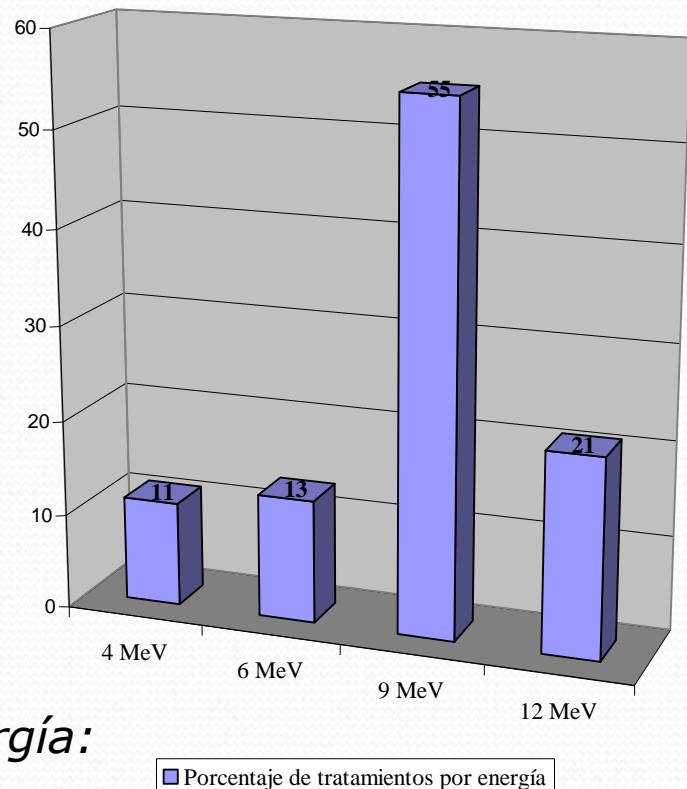
## Tratamiento a Pacientes



*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*
    - *Hígado*
    - *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*