

sefm



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MÉDICA

miembro de la EFOMP y de la IOMP

# BOLETIN SEFM

Nº9, 1999

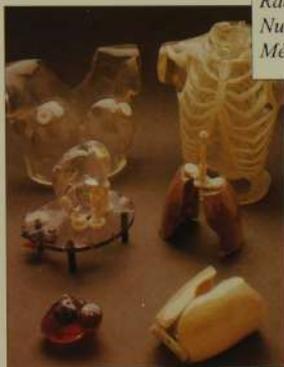




## FANTOMAS ALDERSON



Antropomórfico  
Referencia estándar  
para Radioterapia,  
Radiología, Medicina  
Nuclear y Física  
Médica



### RAD-SURE ETIQUETAS DE IRRADIACIÓN DE SANGRE

ISP RAD-SURE™	DATE: _____
25 Gy INDICATOR	<b>NOT IRRADIATED</b>
ISP TECHNOLOGIES INC.	OPERATOR: _____

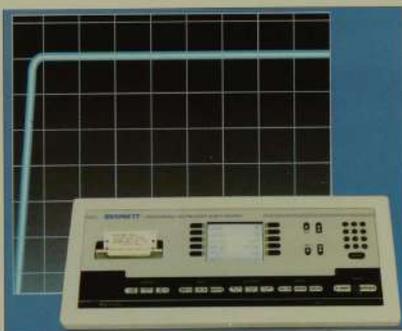
¿SANGRE IRRADIADA?

SÓLO HAY UNA FORMA DE ESTAR SEGURO  
PARA EVITAR EL ERROR HUMANO  
ETIQUETAS RAD SURE

ISP RAD-SURE™	DATE: _____
25 Gy INDICATOR	<b>IRRADIATED</b>
ISP TECHNOLOGIES INC.	OPERATOR: _____

## TREX Medical – Bennett Division

GENERADORES MAMOGRAFOS 100 kHz



Pensamiento, 27 - Esc. Izq. 3<sup>a</sup>-3  
28020 Madrid  
Tifs.: (9) 1 - 571 46 46  
Fax.: (9) 1 - 571 14 31

Castriello, 51, bajo  
35004 Las Palmas de Gran Canaria  
Tifs.: (9) 28 - 24 06 79 / 24 20 57  
Fax.: (9) 28 - 23 41 07

E-mail: positronica@mail.redkbs.com  
www.positronica.com

Tlf.: 902 11 38 28 ● Fax: 902 11 38 67

# SUMARIO

PORTADA: RETRATO  
DE M. CURIE



## JUNTA DIRECTIVA

### Presidente:

Bartolomé Ballester Moll

### Vicepresidente:

Roberto Martín Oliva

### Secretaria:

Natividad Ferrer García

### Tesorero:

Bonifacio Tobarra González

### Vocales:

Esther Millán Cebrián

Juan José Peña Bernal

Teresa Eudaldo Puell

## BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MÉDICA

<http://med.unex.es/FisMed/SEFM/indice.html>

### Responsable de la página web:

José M.<sup>a</sup> Vega Fernández

[jmvega@med.unex.es](mailto:jmvega@med.unex.es)

### CONSEJO DE REDACCION

Manuel Alonso Díaz

[praadm@humv.es](mailto:praadm@humv.es)

Pedro Galán Montenegro

[pgalan@fch.sas.cica.es](mailto:pgalan@fch.sas.cica.es)

Alberto Sánchez-Reyes

[sanchezr@medicina.ub.es](mailto:sanchezr@medicina.ub.es)

Bonifacio Tobarra González

[btobarra@arivaca.huva.es](mailto:btobarra@arivaca.huva.es)

### EDITA

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
FÍSICA MÉDICA (SEFM)

Capitán Haya, 60

28020 Madrid

### Realización y Publicidad

EDICOMPLET, S.A.

Capitán Haya, 60

28020 Madrid

Tel.: (91) 749 95 02

Fax: (91) 749 95 03

ISSN: 1133/5394

Depósito Legal: Z-2829/92

Composición e Impresión: DGB

## Carta del Presidente ..... 3

### La Junta Directiva Informa

Informe sobre la Asamblea General de la SEFM.....	4
Información sobre la especialidad de Radiofísica Hospitalaria.....	5
Europea Federation of Organisations for Medical Physics (E.F.O.M.P.).....	5
Creación de nuevos grupos de trabajo .....	7
Primer Congreso Ibero-Latino-Americano y del Caribe de Física Médica.....	7
Altas de socios.....	9
Agenda.....	10

### Noticias

Resumen de la publicación de la Comisión Europea, Radiation Protection 99.....	11
Noticias de la Real Sociedad Española de Física.....	12
Variación en la respuesta de algunas cámaras de PTW .....	12

### Cursos

Curso sobre Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear.....	13
Curso de Control de Calidad en Mamografía .....	13
Curso "Medical Imaging-Methods" de la EFOMP .....	14
Curso de Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear.....	14
Curso de Anatomía y Oncología para Radiofísicos .....	16
III Curso sobre Física de las Radiaciones aplicadas a la Radioterapia Clínica .....	17

### Artículo Invitado

Sistema de imagen portal electrónica.

Implementación clínica y primeras experiencias

*Antoni Castel, Ernest Lluguera, Alex Melero,*

*Jaume Molero, Antonio Arellano, Rosa Ballester,*

*Juan Cardenal, Josep Jové, Victoria Tuset .....* 19

## Tesis y Tesinas..... 25

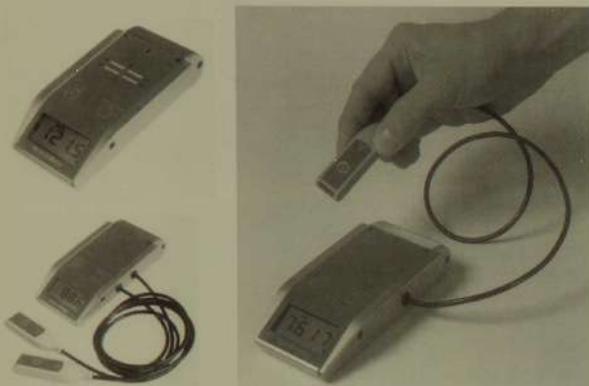
### Listado de publicaciones

## de la SEFM..... 27

# MATERIAL CLINICO FLORIDA, S. L.

Parque Monte Alcedo • Calle 6, N.º 101  
46190 RIBA-ROJA DE TURIA (Valencia)  
Teléfono (96) 275 00 71 • Fax (96) 275 01 35

CORRESPONDENCIA:  
Apartado de correos n.º 113  
46190 RIBA-ROJA DE TURIA (Valencia)



**Mult - O - Meter**  
Multímetro Rayos X



Dosis paciente DOSEGUARD 100  
y programa de cálculo de dosis



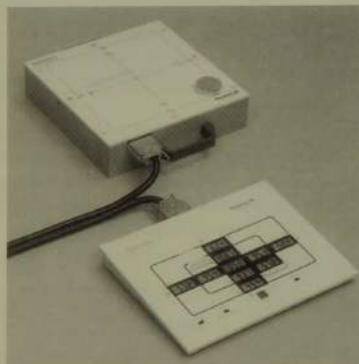
Multímetro PMX - III

## CONTROL DE CALIDAD EN RADIODIAGNOSTICO Y RADIOTERAPIA

- RTI ELECTRONICS AB
- UNFORS INSTRUMENTS AB
- PRECITRON AB
- X - RITE
- R M I
- RADCAL CORPORATION
- UNIVERSIDAD DE LEEDS
- TEMA, S.R.L.



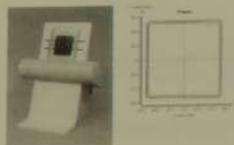
Cuba de agua  
POSEIDON



Verificación diaria de aceleradores  
HERMES



MONITORES Y CAMARAS  
Radcal



Film scanner  
POSEIDON



Dosis en vivo  
APOLLO

## Carta del Presidente

Queridos compañeros:

Debo empezar por pedir disculpas por no haber podido sacar el tercer número del Boletín correspondiente a 1998. Vamos a intentar cumplir con el objetivo de los tres boletines anuales durante 1999.

Como recordaréis, coincidiendo con el Curso sobre control de calidad de la instrumentación en Medicina Nuclear, se celebró la Asamblea General anual de la Sociedad. Aunque no quiero redundar, ya que en páginas interiores se da cuenta de la misma, sí que quisiera hacer un llamamiento a un punto, que por su interés institucional, se presentó en la Asamblea y merece una especial atención. Me refiero a la modificación de los Estatutos de nuestra Sociedad. Desde el Congreso de Salamanca queda pendiente esta modificación, ya que en los actuales (la última versión fue editada en 1991) no se contempla la figura del residente de Radiofísica Hospitalaria. Por otra parte, la aparición de asociaciones regionales vinculadas a nuestra profesión puede inducir a que nos planteemos la relación de la Sociedad con dichas asociaciones. Estas y otras cuestiones que podáis sugerir deberían presentarse con suficiente antelación para ser discutidas en la Asamblea General de 1999 a celebrar con motivo del Congreso de

Santander. Sirva este escrito para solicitar vuestra colaboración y poder contar con vuestras sugerencias.

Con motivo de la celebración del 1.<sup>er</sup> Congreso Iberoamericano y del Caribe de Física Médica viajó a México una representación de la SEFM con el fin de iniciar una relación que facilite la colaboración de nuestra Sociedad con los colegas iberoamericanos. Esperamos que este primer contacto dé los frutos esperados. De momento se ha conseguido la continuidad del proyecto al haberse aprobado en Asamblea la celebración del 2.<sup>o</sup> Congreso en Venezuela dentro de dos años.

Respecto a la Comisión Nacional de Radiofísica Hospitalaria está siguiendo su etapa de evaluación de expedientes que posiblemente finalice a finales de febrero, por lo que es de esperar que durante el mes de marzo se inicie la comunicación del resultado.

Por causas totalmente ajenas a la SEFM ha cambiado la ubicación de la sede de la Secretaría Técnica. Espero que todos los socios seáis conocedores de la nueva dirección y teléfonos gracias a la circular que se nos ha remitido.

Finalmente, recordaros una vez más la celebración de nuestro Congreso en Santander y animaros a participar. Hasta pronto, un afectuoso saludo.

## Informe sobre la Asamblea General de la SEFM

Se celebró en el Hospital de la Princesa de Madrid, el viernes 13 de noviembre de 1998 a las 19 horas la Asamblea General Ordinaria de la Sociedad con 37 asistentes. Se comenzó siguiendo el orden del día, procediendo a leer el acta de la asamblea anterior, celebrada el 20 de junio de 1997, aprobándose.

Tomando la palabra el Presidente, informa sobre los cursos celebrados desde junio de 1997 y de los previstos a celebrarse en el año 1999, como el de Radiocirugía a celebrar entre el 1 y 5 de febrero, otros sobre Tomografía Computarizada en Radiodiagnóstico y Oncología Radioterápica y sobre Mamografía sin fecha prevista.

Respecto a los comités que en la actualidad están funcionando, informó que se va a reeditar el protocolo de Radiodiagnóstico, se ha constituido el de Braquiterapia y el de control de calidad en instrumentación de Medicina Nuclear publicará el protocolo próximamente.

Se informó sobre el envío de una encuesta de la SEFM, a todos los socios, para poder valorar la actividad de los físicos españoles, en qué campo se desarrolla y poder contestar a los requerimientos de la EFOMP con datos fiables y actualizados.

Respecto a las relaciones con Iberoamérica se informa de la asistencia de una representación de la Junta Directiva (presidente, tesoro y el vocal Juan José Peña) y los socios J. Miguel Fernández, Pedro

Galán, Eduardo Guibelalde y Alberto Sánchez Reyes al Congreso de México del 22 al 25 de noviembre de 1998.

Sobre la Comisión Nacional del Radiofísico tomó la palabra la presidenta M. Cruz Paredes informando que habían entrado en plazo 379 solicitudes, que en la primera reunión los expedientes que valoraron eran la mayoría de médicos, que el Ministerio de Educación envía los expedientes muy lentamente y que la Comisión había solicitado que los enviaran de 50 en 50 ya que su intención era realizar la evaluación lo más rápido posible. Se ha solicitado información respecto a qué especialidades tienen la denominación de científicas o tecnológicas.

Respecto a la modificación de estatutos que está pendiente realizar desde el Congreso de Salamanca, donde se llevó a cabo una asamblea extraordinaria y dado que se han producido diferentes modificaciones como el "reconocimiento de la especialidad", se plantean los objetivos de modificación siguientes:

- Inclusión categoría especial de socio para los residentes y los socios jubilados.
- Inclusión de la existencia de sociedades regionales.
- Inclusión de un reglamento interno.

Respecto a las relaciones con la EFOMP, Esther Millán informó sobre la asistencia de Arrate Guisasaola a la Asamblea Anual (información detallada en otro apartado de este Boletín). También expuso que se pidió el año pasado la inclusión de la Sociedad en el Registro europeo. Nos han contestado en agosto de

1998 con la aprobación condicional, quedando pendiente la aprobación definitiva de responder a tres requisitos a establecer: un régimen de sanciones, un código deontológico y un programa de formación continuada. Se sugirió la formación de un grupo de trabajo conjunto con otras Sociedades para elaborar un documento que contemple los dos últimos requisitos y se acordó solicitar a las Sociedades de otros países que tengan la aprobación del Registro su código deontológico como modelo y divulgarlo a través de la página Web y del Boletín para que todos los socios puedan aportar sus sugerencias. Del premio de viaje de la EFOMP, informó que lo había disfrutado un socio de Zaragoza. Las solicitudes de los premios de este año 1999, se deberán enviar antes del 15 de marzo.

En relación con el Decreto de Criterios de Calidad en Radioterapia se informó que varios socios han manifestado a la Junta la problemática de aplicación de este decreto y se anima a todos los socios a que nos hagan sugerencias sobre el mismo. Se planteó la posibilidad de formar un grupo de trabajo, para intentar modificarlo.

Los anexos del decreto se intentarán modificar, quedando claro que siempre había habido oposición por parte de la Sociedad a su existencia y encontrándose el mayor problema en los siguientes temas:

- Radioterapia externa, estado inicial ¿cómo hacerlo y tolerancias?
- Braquiterapia. No sólo procedimientos, sino calibración de fuentes; no hay laboratorio de calibración y no tenemos medio para hacerlo.

- Se propuso la organización de unas jornadas monográficas de aplicación de este Decreto en primavera.

El Presidente propuso dirigirnos, como Sociedad, al Ministerio de Sanidad para poner en su conocimiento el problema de la inexistencia en nuestro país de un laboratorio de calibración de fuentes para Braquiterapia.

Respecto a las ayudas que otorga la Sociedad se han concedido 3 ayudas a cursos nacionales y 3 para cursos internacionales.

El informe de la secretaría sobre altas y bajas de socios se da en otro apartado de este boletín.

### Información sobre la especialidad de Radiofísica Hospitalaria

Desde el 4 de noviembre de 1998 la Comisión Nacional de la especialidad se reúne con periodicidad quincenal, salvo el periodo de Navidad, para examinar los expedientes enviados por el Ministerio de Educación.

El número total de expedientes presentados es de 379 y en cada sesión se examinan 50, salvo en la primera que se examinaron sólo 15. Hasta la fecha se han evaluado un total de 215 expedientes.

Una vez que todos los expedientes son evaluados y aprobados en el acta de la sesión posterior, son enviados por el Ministerio de Sanidad al Ministerio de Educación. Este es el encargado de comunicar personalmente a cada

interesado la resolución de su expediente.

*Pedro Fernández Letón*  
Vocal por la SEFM  
en la Comisión Nacional de la  
Esp. de Radiofísica Hospitalaria

### European Federation of Organisations for Medical Physics (E.F.O.M.P.)

Previamente a la reunión de la E.F.O.M.P. celebrada en Brujas, el profesor Del Guerra, presidente del Comité Científico, nos envió un mensaje en el que requería información sobre personas de referencia que en nuestro país y en nuestra profesión trabajasen sobre los campos que paso a enumerar:

- Física de sistemas biológicos.
- Estudio y medida de sistemas fisiológicos.
- Radioterapia.
- Terapia con radiaciones no ionizantes.
- Radiología.
- Medicina Nuclear.
- Instrumentación Biomédica.
- Aplicaciones de óptica y láser en biología y medicina.
- Informática Médica.

La solicitud fue trasladada a la Junta Directiva de la Sociedad y ésta consideró que se podía sugerir a las personas de los 3 comités que están trabajando en estos momentos siempre que las mismas no tengan inconveniente. Para el resto de las áreas mediante este escrito os solicitamos que las personas interesadas en que sean sugeridas a nivel europeo porque dominan

alguna de ellas, se pongan en contacto con Arrate Guisasola, del Servicio de Física Médica y P. Radiológica del Instituto Oncológico de San Sebastián cuyo número de teléfono es el 943277568, número de fax 943281278, y e-mail: oncologico@futurnet.es.

Durante los días 9, 10 y 11 de octubre de 1998 he asistido en la ciudad de Brujas (Bélgica) a las reuniones del "Scientific Committee" y "Educational Training Programme" (E.T.P.), así como a la reunión general del "Council" de la Federación Europea de Sociedades de Física Médica (E.F.O.M.P.), en representación de la Sociedad Española de Física Médica.

#### E.T.P. Committee

Para comenzar tenemos una grata noticia y es que a raíz de la publicación del Real Decreto sobre la especialidad de Radiofísica Hospitalaria, Esther Millán y Arrate Guisasola, la que os informa, preparamos un informe siguiendo la guía "Recommended guidelines on National Registration Schemes for Medical Physicists" publicada por la E.F.O.M.P., para el registro de nuestra Sociedad y de sus miembros en el mismo.

Los puntos a los que hemos podido dar respuesta de los 8 que había que completar han sido los 5 primeros, con lo que hemos obtenido el aprobado condicional a partir del 1 de enero de 1999, tal y como fue propuesto por el Profesor Dendy, que es la persona ocupada de estos registros y de valorar la documentación por nosotras presentada.

Tras la presentación a la comisión de educación de una síntesis

de nuestra legislación mediante la que respondíamos a los cinco primeros puntos, la aceptación fue aprobada con los votos de los presentes. Así mismo la resolución favorable del "E.T.P Committee" fue refrendada por votación mayoritaria en la asamblea general.

Durante los próximos tres años se ha requerido de nuestra Sociedad que complete los otros tres puntos de los requisitos, de forma que para el año 2004 se pueda obtener el "full approval". De los puntos siguientes la E.F.O.M.P. insiste y está muy preocupada por el "Continuing Professional Development Programme" (C.P.D.), es decir los programas de actualización y reciclaje que van a seguir las personas que se encuentran trabajando en nuestra especialidad. Más información en la dirección de Internet: <http://www.ipem.org.uk/cpd.htm>.

Por parte de la EFOMP se está trabajando en desarrollar unas "guidelines" sobre este tema, y por parte de nuestra Sociedad deberíamos aunar esfuerzos en establecer un sistema de adjudicación de créditos que, implicando al Ministerio de Educación, valore los cursos y congresos, así como la presentación y/o publicación de artículos. Igualmente, en el establecimiento de un código deontológico al que se refieren los otros dos puntos pendientes. En este momento, 3 países de la federación tienen reconocido "full approval" y a otros 6 se nos ha reconocido el "conditional approval".

Respecto a los "E.F.O.M.P. Travel Award" el formulario de solicitud aparecerá en la página web. Se propuso conceder otras ayudas para acudir a los cursos que van a celebrarse en Archamps, así como para asistir al próximo Congreso de la E.F.O.M.P. que se celebrará en Patras.

Respecto a las futuras "E.F.O.M.P. Summer Schools" se prevé que para el año 1999 sea en Hungría con el tema de Diagnóstico (de forma similar a lo realizado en Niza) con Alain Noel liderando el programa. Parecía que el representante de Hungría prefería posponerlo para el año 2000. Nos recordaron que para organizar este tipo de eventos en un país europeo se requería infraestructura fuerte para poder efectuarlo.

El "past-president", Dr. Jessen, presentó un documento con los resultados de la encuesta sobre "1998 Update of E.F.O.M.P. survey on Trained Medical Physicists". Dado que nuestra Sociedad no tenía datos exactos en el momento en que se recibió esa información, se realizó una estimación de los mismos. Así queda reflejado que en España para una población de 39,7 millones de habitantes, el número de especialistas en Física Médica por cada millón de habitantes es de 3,1 en Radioterapia, 2,1 en Radiología y 0,9 en Medicina Nuclear. Esperamos ajustar esta información una vez analizada la encuesta que en estos días la S.E.F.M. está llevando a cabo entre sus socios.

#### Comité Científico

En el Comité Científico se nos informó que en la página web de la EFOMP se encuentra información respecto al congreso europeo de Radiología que se celebrará en Austria el próximo año 1999. Los médicos Radiólogos están muy interesados en que acudan los Radiofísicos a sus congresos. El tema de física que va a tratarse va a ser "Q.C. Criteria for computer tomography".

Para el año 2000 el Congreso Europeo de Radiología ECR2000 presenta información en la página

web de la E.F.O.M.P. El tema de física que se proponía para este congreso era el de "New detector technology in Diagnostic"; en el comité científico de dicho congreso habrá una representación de la E.F.O.M.P. para la organización de la parte de Radiofísica cuyo presidente será Alain Noel y será el encargado de organizar un curso de "refresco" para el que se barajaron diferentes títulos. También se propuso un curso que denominaban "categorical course" de un día de duración con el título "Physics in NMRI"; la asistencia a este tipo de cursos iría acompañada por un certificado de horas.

También se informó de que se está elaborando un documento conjunto con la directiva de la asociación de Radiología sobre las consecuencias de la aplicación de la directiva EURATOM (97/43) relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas.

Como ya se os ha informado, el próximo Congreso Internacional de la E.F.O.M.P. se celebrará en Patras (Grecia) del 1 al 4 de septiembre de 1999 y será el "VI International Conference on Medical Physics". Más información en: [www.med.upatras.gr/news/Patras99](http://www.med.upatras.gr/news/Patras99)

También del 15 al 18 de septiembre se va a celebrar en Passau (Alemania) un congreso con la colaboración de físicos de Alemania y Austria que va a estar patrocinado por la E.F.O.M.P. El tema relevante a tratar será la aplicación de la Directiva (97/43) antes citada.

Los requisitos para que un congreso nacional esté patrocinado por la E.F.O.M.P. son que concurren dos o más países en la organización del mismo. No se requiere

que sea en inglés, sólo una parte del mismo, aquella en que se traten temas relevantes de la E.F.O.M.P. El patrocinio consiste en enviar a conferenciantes que trabajan sobre distintos temas. La aplicación de la directiva antes mencionada y el tema "Development of C.P.D. skills" son los que están de actualidad. Para que un congreso esté patrocinado por la E.F.O.M.P., es necesario ponerse en contacto con el presidente del comité científico, profesor Del Guerra, y/o con el presidente de la E.F.O.M.P., profesor Nüslin.

Hace unos meses hemos recibido información sobre la European School of Medical Physics resultante de la colaboración establecida entre la European Scientific Institute (E.S.I.) y la European Federation of Organisations for Medical Physics (E.F.O.M.P.), con sede en Archamps (France). El objetivo de estos cursos, que este año son pilotos, es que en función de la valoración que se efectúe se establezcan de forma que se sepa que van a celebrarse con periodicidad anual y serían anunciados en la web, para que se pueda por parte de las personas interesadas en asistir, hacer la previsión con más tiempo. La inquietud y las cuestiones eran referentes al número de créditos que se iban a conceder por este tipo de cursos. La E.F.O.M.P. considera que cuando se asista a estos cursos se dará un certificado por el número de horas y será responsabilidad de las Sociedades de Física Médica nacionales el transformar el número de horas a número de créditos, que estarán ligados a la formación continuada.

### Asamblea General

Se presentó el informe de la anterior asamblea celebrada en Niza en septiembre de 1997, para

su aprobación. Informa el Presidente sobre la existencia de un comité de información electrónica para agilizar las comunicaciones entre los delegados de las Sociedades y la Federación.

Recordar que la página web de la E.F.O.M.P. es: [www.efomp.org](http://www.efomp.org). Desde enero de 1998, se pretende que la información circule de forma más fluida por medio del correo electrónico para lo que se nos facilitó la lista de personas de contacto preparada por el Dr. Nowotny, de Austria.

En esta línea se sugería que si tenemos algún documento "borrador" lo podemos poner en la página con el tiempo necesario para los comentarios, se sobreentiende que serían documentos de interés. Así el documento "Proposal for E.F.O.M.P. Council October 1998. Revision of Policy Statement of 1998" sobre el tema "Radiation Protection of the Patient in Europe. The training of the Medical Physics Expert in Radiation Physics or Radiation Technology" presentado por la comisión presidida por el "past-president", Dr. Jessen, fue aprobado de forma condicional dejando un tiempo prudencial para los comentarios que pudiesen surgir al respecto, que deberán hacerse vía e-mail; el documento se encuentra en la web.

Se nos ha insistido en que la información se encuentra en la página web de la E.F.O.M.P., que nos debemos habituar a consultarla ya que en ella aparecen tanto lo referente a nuestro país como al resto. Se nos recuerda que la información de las organizaciones nacionales puede ir en la página de la E.F.O.M.P., así como que la información que aparece en dicha página puede ser recogida de la red y llevada al boletín de nuestra Sociedad.

Se leyeron los informes del Secretario general y del Tesorero. A continuación los presidentes de los comités de Educación y Científico informan sobre lo hablado en las reuniones previas mantenidas por ambos comités separadamente (ver informes de las mismas). El Secretario general, John Haywood, nos hizo una semblanza de la carrera seguida por el Profesor John Stephen Clifton y lo propuso como merecedor del "Award of Honorary Membership", lo cual fue aceptado y votado afirmativamente por la mayoría. El Profesor Clifton agradeció la distinción haciendo un recordatorio desde sus comienzos en la E.F.O.M.P. hasta nuestros días. Se le solicitó que para el próximo Congreso en Grecia presente una comunicación al respecto. Así mismo tuvo una intervención en la que llamaba la atención sobre la cantidad de información que esta apareciendo a través de Internet y que la E.F.O.M.P. tendrá que cuidar de archivarla y de establecer los mecanismos para ello.

Se anuncia que la próxima asamblea se celebrará en Patras (Grecia) en coincidencia con la "VI International Conference on Medical Physics".

*Arrate Guisasaola*  
Delegada de la S.E.F.M.  
en la E.F.O.M.P.

## Creación de nuevos grupos de trabajo

Durante la última Asamblea algunos compañeros apuntaron el interés de crear nuevos grupos de trabajo. Se mencionaron, en particular, dos temas: "Control de calidad en Sistemas de Planificación en

Radioterapia" y "Radiobiología Clínica". Desde entonces, no se ha concretado en nada formal.

Aquellos socios que estén interesados en participar en estos grupos de trabajo deberán ponerse en contacto con el Servicio de Radiofísica del Hospital Clínico U. "San Cecilio" de Granada, para el Grupo de Control de Calidad en Sistemas de Planificación en Radioterapia con Manuel Vilches Pacheco, e-mail: mvilches@hsc.sas.cica.es y para el grupo de Radiobiología Clínica con Damián Guirado Llorente, e-mail: dguirado@hsc.sas.cica.es

## Primer Congreso Ibero-Latino-Americano y del Caribe de Física Médica

Se presenta, a continuación, un breve resumen de la actividad científica desarrollada por el colectivo español participante en este importante Congreso, celebrado en la ciudad de México, a finales del pasado mes de noviembre.

No se detallan aspectos organizativos, reuniones de trabajo entre Presidentes de Sociedades y Juntas Directivas, ni se hace alusión a las escasas visitas culturales realizadas (por falta de tiempo). Tampoco se refleja en este resumen el trabajo previo realizado por la Asociación Latinoamericana de Física Médica (ALFIM), por el entonces su Presidente, Dr. Enrique Gaona, y por la Junta Directiva de la SEFM, que culminaron en la organización formal de este primer encuentro IBERO-LATINO-AMERICANO DE

FÍSICA MÉDICA. Esta información ya fue dada en anteriores números de nuestra revista.

El importante evento al que estamos haciendo referencia se organizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Cancerología de los Estados Unidos de México, entre los días 22 y 25 de noviembre y contó con una participación muy destacada de la Sociedad Española de Física Médica, encabezada por nuestro Presidente, Dr. Bartolomé Ballester.

La primera de las ponencias: Garantía de Calidad en Radioterapia en Latinoamérica, fue impartida en la modalidad de teleconferencia (por problemas de salud) por el Dr. Pedro Andreo, del OIEA y miembro de la SEFM.

La Dra. Cari Borrás, de la OPS y miembro de la SEFM, fue una de las personalidades más relevantes del Congreso; intervino en varias mesas redondas: "La Seguridad Radiológica en la Salud en Latinoamérica y el Caribe", coordinada por D. Eduardo Medina, del IEN de Perú y "El Programa sobre Control de Calidad en Mamografía del Colegio Interamericano de Radiología", coordinado por el Dr. José Luis Ramírez, excelente radiólogo del Hospital Central de México. Asimismo coordinó la mesa titulada: "La Física Médica en Latinoamérica y Mecanismos de Colaboración con España y la IOMP" en la que intervinieron el Dr. Gary D. Fullerton, Secretario de la IOMP y el Prof. Juan José Peña, miembro de la SEFM y el Dr. Bartolomé Ballester.

La Dra. Cari Borrás participó muy activamente como congresista, tocando aspectos técnicos sobre temas muy variados e impartió la conferencia magistral: "Normas Básicas Internacionales y Garantía

de Calidad en Radioterapia y Radiología", que coordinó el Dr. Pedro Galán, miembro de la SEFM.

El Dr. Bonifacio Tobarra y el Dr. Pedro Galán, miembros de la SEFM, impartieron respectivamente las conferencias magistrales: "Los Programas de Garantía de Calidad en Física Médica en España" y "Programa de Garantía de Calidad en Medicina Nuclear", que despertaron gran interés y fueron muy valoradas por los congresistas.

En el campo de las comunicaciones científicas presentadas al referido Congreso Ibero-Latino-Americano por parte de especialistas españoles merece destacar la intervención de los siguientes socios de la SEFM:

- Dr. F. Carrera, que defendió varios trabajos: "Optimización del Proceso Radioterápico con Carestía de Medios", "Técnica de Tratamiento Radioterápico del Cáncer de Mama con Escasez de Medios", "Cálculo de Incertidumbres en el Protocolo de Dosimetría para Haces de Co-60 en Radioterapia", "Técnica de Tratamiento Radioterápico del Cáncer de Próstata con Escasez de Medios" y "Niveles de Intervención en un Programa de Detección Precoz del Cáncer de Mama".
- Los Dres E. Guibelalde y J.M. Fernández, quienes expusieron las siguientes comunicaciones: "Dosimetría con Películas Lentas en Radiología Intervencionista", "Tasa de Rechazo de Películas Diseño de Estrategias y Resultados" y "Valores de Referencia de Dosis a Pacientes en

Exploraciones Complejas de Radiodiagnóstico y su Evolución Histórica en el H.C. San Carlos de Madrid".

- El Dr. A. Sánchez-Reyes presentó el trabajo: "Aplicación del Código Monte Carlo Penélope a Diversos Problemas Dosimétricos en Radioterapia".

Fueron también aceptadas varias comunicaciones (que no pudieron ser defendidas directamente por sus autores): "Implementación de un Programa de Cálculo de Dosis a Pacientes de Medicina Nuclear y Metodología para su Puesta en Marcha", de C. Prieto, M.L. España y L. Tomasi, y "Control de Calidad del Equipamiento en Medicina Nuclear. Experiencia en H.U. de la Princesa", firmados por M.L. España, A. Gracia, C. Prieto y P. López Franco.

Finalmente, hay que hacer una referencia muy especial a la participación española en los cursos de actualización que se programaron. Se impartieron por miembros de la SEFM dos cursos:

- "Protección Radiológica y Garantía de Calidad en el Diagnóstico Médico con Rayos X", de carácter teórico-práctico, realizado previamente a la celebración del Congreso, con una programación que incluía aspectos relacionados con la protección radiológica del paciente, del personal ocupacionalmente expuesto y del público en general, siendo la parte más importante la relacionada con los programas de garantía de calidad en mamografía, tomografía, radiología digital y radiología intervencionista y los temas de calidad de imagen y dosimetría a pacientes. Fue

impartido por los profesores: Dr. Eduardo Guibelalde y Dr. José Miguel Fernández

- "Técnicas de Montecarlo en Dosimetría", a cargo del Dr. Alberto Sánchez-Reyes, de carácter más teórico que práctico, realizado en paralelo a la celebración del Congreso y que tuvo también una gran aceptación.

La Sociedad Española de Física Médica ha tomado con esta iniciativa un fuerte compromiso profesional para colaborar con América Latina y el Caribe. Estamos convencidos que el próximo Congreso a celebrar en Santander va a suponer un salto cualitativo en las relaciones profesionales y humanas de la Física Médica en ambas orillas del Atlántico.

*Juan José Peña*



### Altas de socios

Altas:

Rafael Ruiz Cruces (380)  
José Ignacio Ten Morón (381)  
Luis Brualla González (382)  
Joan Vicent Roselló Ferrando (383)  
Luis Angel López Losada (384)

El número total de socios asciende a 328.

## AGENDA

### PROXIMAS CONVOCATORIAS

1999

- ✓ **CONGRESO DE LA SOCIEDAD FRANCESA DE FÍSICOS DE HOSPITAL**  
19-21 de Mayo, Tours, Francia  
Centro Organizador: Clinique d'Oncologie et Radiothérapie. CHU de Tours 37044 Tours cedex.  
Tel.: 00 33 02 47474776, Fax: 00 33 02 47476012,  
email: p.louisot@chu.med.univ-tours.fr  
Organización logística: M.C.O. Congrès, 255 avenue du Prado, 13008 Marseille  
Tel.: 00 33 04 91789074, Fax: 00 33 04 91789071, email: mcocongres@aix.pacwan.net
  
- ✓ **PHYSICS OF MEDICAL X-RAY IMAGING**  
8-12 de Junio, Malmö, Suecia  
Curso ERPET de la CE. Entrenamiento avanzado para Fisicos Médicos.  
Tasas: 500 ECU. Plazo de inscripción: Hasta el 9 de Abril de 1999.
  
- ✓ **WORKSHOP MEDICAL X-RAY IMAGING POTENTIAL IMPACT OF THE REVISED EUROPEAN MEDICAL EXPOSURE DIRECTIVE (1997)**  
13-15 de Junio, Malmö, Suecia  
Tasas: 400 ECU. Registro preliminar: Hasta el 31 de Enero de 1999.  
Envío de resúmenes: hasta el 31 de Diciembre de 1998.
  
- ✓ **VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL PHYSICS**  
1-4 de septiembre, Patras, Grecia  
Organizada por la Hellenic Association of Medical Physicist (H.A.M.P.) y la European Federation of Organizations for Medical Physics (E.F.O.M.P.)  
"Patras Medical Physics 99" Office. P.O. Box 1410, 26500 Patras, Grecia  
Tel.: 00 30 61 999861, Fax: 00 30 61 999855, email: patras.med.phys99@med.upatras.gr  
<http://www.med.upatras.gr/news/Patras99>
  
- ✓ **XII CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA MÉDICA**  
21-24 de Septiembre, Santander  
Secretaría Técnica: Altamira de Congresos; Marcelino Sanz de Sautuola, 12 - 1ª;  
39003 Santander. Tel.: 902 100180, Fax: 942 219613. E-mail: valtiracon@mundivia.es  
<http://www.medi.unican.es/fismedica>
  
- ✓ **III CURSO SOBRE FÍSICA DE LAS RADIACIONES APLICADAS A LA RADIOTERAPIA CLÍNICA**  
4-5 de Octubre, Barcelona  
Dirección del Curso: Dr. I.Petschen y Dra. M.Ribas  
Secretaría: Servei de Radiofísica i Radioprotecció. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Dirigirse a:  
Teresa Aguado. Tf: 932919319, Fax: 932919419  
e-mail: taguado@hsp.santpau.es

## Resumen de la publicación de la Comisión Europea, Radiation Protection 99

Denominada "Guía sobre exposiciones médicas en investigación médica y biomédica", editada por la Dirección General de Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil en 1998.

La guía está editada en inglés, pero se prevé que exista próximamente una edición en español. El documento tiene un total de 15 páginas, con un capítulo de introducción, otro sobre aspectos éticos, otro sobre evaluación de riesgos y finaliza con un glosario de definiciones y una sección de referencias.

En la introducción se cita la declaración de Helsinki, así como un informe de la Organización Mundial de la Salud del año 1977 y la publicación de la Comisión Internacional de Protección Radiológica nº 62 sobre el mismo tema.

En el capítulo de aspectos éticos, se destaca que el objeto de la investigación médica y biomédica debe ser siempre mejorar los procedimientos de diagnóstico y terapia, y progresar en el conocimiento de la etiología y patogénesis de las enfermedades. Cuando se utilicen radiaciones ionizantes, el beneficio social que se obtenga del proyecto de investigación debe suponer un beneficio mayor que el riesgo derivado de las irradiaciones a las personas.

Los voluntarios en los programas de investigación deben clasificarse en diferentes grupos. El primero incluye a los pacientes cuyo diagnóstico o tratamiento puede

beneficiarse directamente de la investigación. En tales casos, los niveles de dosis deberían analizarse a nivel individual por el responsable del programa y por el médico prescriptor. En segundo lugar, se incluyen aquellos pacientes que aceptan tomar parte en procedimientos diagnósticos en un programa de investigación pero que no se van a beneficiar directamente del programa. En tercer lugar estarían los voluntarios sin patologías. En estos dos últimos casos habría que establecer niveles de restricción de dosis.

Las personas que participen en estos programas deben ser adecuadamente informadas sobre los objetivos del programa, metodología, beneficios y riesgos potenciales.

Las investigaciones médica y biomédica que impliquen exposición a radiaciones ionizantes solamente podrán llevarse a cabo cuando exista una aprobación expresa del comité ético o de la autoridad competente. Para garantizar un punto de vista imparcial sobre la necesidad de abordar un proyecto de investigación médica y biomédica con exposición a radiaciones ionizantes, las propuestas deben de ser evaluadas por un comité ético o por una autoridad competente que esté integrada por personas que no estén implicadas en el proyecto y que sean independientes y que no tengan ninguna dependencia con los investigadores. Algunas de estas personas deberían ser externas a la organización que aborda el proyecto de investigación.

Cuando los comités de ética o las autoridades competentes carezcan de los conocimientos técnicos necesarios para evaluar adecuadamente el proyecto, deberán utilizar asesores externos.

Con objeto de evitar la incidencia en los efectos genéticos se deberían escoger personas que tuvieran edad superior a 50 años.

El número de personas participando en este tipo de proyectos debe ser el menor posible. Debe evitarse la participación en estos programas de mujeres embarazadas.

Los investigadores responsables de los proyectos deben evaluar las dosis de radiación que han recibido previamente las personas participantes en estos proyectos para evitar que se expongan a un riesgo excesivo de irradiación. El responsable del proyecto debe mantener un listado de las personas que participan en estos proyectos con objeto de poder informar sobre las dosis de radiación impartidas.

En el capítulo de evaluación de riesgos, se clasifican los programas de investigación en diferentes categorías en función de las dosis que se impartan a las personas participantes. Se recomienda la evaluación de las dosis en órganos y la dosis efectiva. Se indica que para determinados procedimientos en los que las dosis a los pacientes pueden ser significativas (como la tomografía computarizada y los procedimientos con fluoroscopia) la evaluación de dosis debería ser más cuidadosa.

Los proyectos deben ir precedidos por un estudio de evaluación de los riesgos y de los beneficios que se esperan obtener. Todos los procedimientos en este tipo de proyectos deben estar sometidos a un programa riguroso de garantía de calidad.

Todas las investigaciones médicas y biomédicas que impliquen exposición a radiaciones ionizantes deben garantizar que la información que se obtenga será adecuadamente difundida. Este aspecto es particularmente importante para prevenir irradiaciones innecesarias de voluntarios en estudios similares a los ya realizados. Los estudios con resultados negativos deberían también publicarse, si fuera posible, para evitar su repetición por otros grupos de investigadores.

El establecimiento de categorías de riesgo se ha basado en la clasificación que ya ha propuesto el documento de ICRP nº 62:

Categoría 1, cuando las dosis efectivas son menores de 0,1 mSv.

Categoría 2A, cuando las dosis dan el rango de 0,1 hasta 1 mSv.

Categoría 2B, cuando las dosis efectivas están entre 1 y 10 mSv.

Categoría 3, cuando las dosis efectivas son >10 mSv.

*E. Vaño*

## Noticias de la Real Sociedad Española de Física

● En la última Junta de Gobierno de la Real Sociedad Española de Física se decidió considerar a la Sociedad de Física Médica como sociedad hermana, lo que conlleva la posibilidad de afiliarse a la Real Sociedad con todos los derechos pagando la mitad de la cuota (en este momento son 8.000 pesetas anuales, quiere esto decir que los miembros de la sociedad de Física Médica pagarían 4.000 pesetas). El boletín de inscripción se puede conseguir por e-mail ([rsef@fis.ucm.es](mailto:rsef@fis.ucm.es)), por fax (915433879) o por correo, poniéndose en contacto con la Real Sociedad (tel. 913944359) cuya dirección postal es: Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid, o, también, se puede conseguir en internet:

(<http://www.ucm.es/info/rsef>)

En el boletín de inscripción se debe indicar que se es miembro de la Sociedad Española de Física

● Los días 20 y 21 de abril en la Fundación Areces de Madrid, situada en la calle Vitrubio se celebrarán unas jornadas sobre la Física y la Innovación Tecnológica. Estas jornadas financiadas por la Fundación Areces están organizadas por la RSEF y, en particular, coordinadas por el Profesor Martínez Duart y por el Dr. Delgado (Presidente de la RSEF). Asistirán, además de los Premios Príncipe de Asturias de Ciencia del año pasado y de representantes de la Administración con responsabilidades en la ciencia, un grupo de personas representativas internacionales, como el presidente europeo de la Sociedad Europea de Física, un profesor de Princeton, otro de Nueva York y otro de París, además de un representante de Bruselas de la DGXII.

● La próxima reunión Bial de Física se celebrará en Valencia en el mes de septiembre en la semana del 20 al 24 en la que esperamos sea una gran reunión de la física española. Los miembros de la Sociedad Española de Física Médica tendrían el mismo tipo de cuota reducida que los demás miembros de la Real Sociedad.

*G. Delgado*  
Presidente la RSEF

## Variación en la respuesta de algunas cámaras de PTW

En la AAPM NEWSLETTER de noviembre/diciembre aparece un comentario en el que se indica que los Laboratorios de Calibración de la AAPM han observado que la respuesta de

algunas cámaras de PTW puede variar hasta el 1,4% durante el primer año, recomendando su comprobación.

Consultado PTW, indican que era un hecho conocido y que habían indicado a todos los representantes que informasen a los usuarios, adjuntando una Nota Técnica explicativa. En nuestro caso, no ha sido así.

En la Nota Técnica se indica que los modelos de cámaras 30001 y 31003, vendidas durante los años 1993-1997, pueden mostrar esa variación de respuesta de 1,4% durante el primer año, manteniendo luego su estabilidad dentro del 0,3% y ofreciéndose PTW a la recalibración gratis.

Se pueden obtener más detalles en la dirección [ptw.fr@t-online.de](mailto:ptw.fr@t-online.de) (Dr. Christian Pychlau).

*J. Pérez-Calatayud*  
Hospital "La Fe"  
(Valencia)

## Concesión de subvenciones por parte del Consejo de Seguridad Nuclear

El pasado 3 de febrero de 1999 se ha publicado la resolución del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones o ayudas en materias relacionadas con la seguridad nuclear y la protección radiológica. Esta resolución aparece en el BOE nº 42 de 18 de febrero de 1999.

## Curso sobre Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear

Los días 12, 13 y 14 del pasado mes de noviembre tuvo lugar, en el Hospital de La Princesa de Madrid, el Curso de "Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear". Nuestra valoración de dicho curso ha sido muy positiva.

En primer lugar, su oportunidad cronológica. Con la publicación del Real Decreto 1841/1997 con fecha de 5/12/97, sobre el control de calidad en Medicina Nuclear, se inicia una cuenta atrás en el proceso de instauración de los programas de control de calidad, cuyo plazo finaliza en diciembre de 1999. Por ello, en este curso coincidimos muchos compañeros con el propósito de completar, y en muchos casos iniciar, los programas de control de calidad en los servicios de Medicina Nuclear de nuestros respectivos hospitales. Con los conocimientos adquiridos en este curso, y con un año por delante antes de que finalice el plazo fijado en el Real Decreto, sé que todos los participantes seremos capaces de alcanzar dicho objetivo.

Por otro lado, nos ha permitido el conocer y contrastar las experiencias de centros más veteranos en la aplicación de estos protocolos, sabiendo de los problemas que han ido experimentando en todos los años de desarrollo de los programas, lo cual nos permitirá probablemente conocer y resolver los posibles problemas que encontremos durante el proceso de puesta en marcha de los nuestros.

Por último, el curso nos ha permitido conocer de primerísima mano el nuevo protocolo de control de calidad en Medicina Nuclear, como herramienta

imprescindible para la implantación de nuestro propio programa de control de calidad.

Por tanto, agradecemos a la SEFM la oportunidad que nos ha brindado de participar en dicho curso así como la ayuda económica que nos ha facilitado la asistencia al mismo.

*W. Sanjuanbenito Ruiz  
de Alda*

*F. García Cases*

*Físicos adjuntos del Hospital  
Universitario San Juan  
de Alicante.*

*(Ayuda concedida por la SEFM)*

Se ha celebrado en Madrid, organizado conjuntamente por la S.E.F.M. y la S.E.P.R. durante los días 12, 13 y 14 de noviembre de 1998, el Curso sobre "Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear". El objetivo del Curso era definir las pruebas más importantes a realizar en los controles de la instrumentación, así como los procedimientos más adecuados para implantar un Programa de Control de Calidad que sirvan de base para la puesta en práctica del R.D. 1841/1997 por el que se establecen los criterios de calidad en Medicina Nuclear. El Curso estaba dirigido a los profesionales que desarrollan su actividad científica en el área de la Radiofísica Hospitalaria.

Durante la primera jornada, en las clases teóricas, se desarrollaron los aspectos

técnicos de un Programa de Control de Calidad en Medicina Nuclear, así como aspectos relacionados con los principios de funcionamiento, componentes y parámetros de calidad, tanto de gammacámaras planares como de SPECT.

La segunda jornada versó sobre aspectos médicos, maniqués clínicos, características de funcionamiento y parámetros de calidad de los diferentes tipos de activímetros y del tratamiento de imágenes, utilización de programas clínicos y aplicación de filtros.

Las clases prácticas se impartieron en los Hospitales "Doce de Octubre", "La Paz" y "La Princesa", en jornada de tarde. En ellas se desarrollaron las pruebas de control de calidad siguientes:

- Medida de la uniformidad extrínseca y sensibilidad del colimador.
- Medida de resolución temporal.
- Medida de resolución energética intrínseca.
- Medida de tamaño de pixel.





- Medida de la resolución espacial intrínseca.
- Determinación del centro de rotación en adquisición tomográfica (SPECT).

En la tercera y última jornada, se celebraron dos Mesas Redondas. En la primera de ellas, denominada "Experiencia de cada Centro en la puesta en práctica del Control de Calidad en la Instrumentación de un Servicio de M. Nuclear", participaron como ponentes, físicos de diferentes hospitales, adscritos tanto a Servicios de Protección Radiológica como a Servicios de Medicina Nuclear, que expusieron su experiencia personal, poniéndose de manifiesto que para poder llevar a cabo las funciones del Radiofísico en los Servicios citados se debe trabajar con ellos, y no debe limitarse su función únicamente al control de calidad del equipamiento, sino que se debe colaborar con el especialista médico en el tratamiento de imágenes y en el resto de actividades del Servicio. En el coloquio se puso de manifiesto, por una parte, las dificultades con las que se encuentran algunos compañeros al intentar realizar los controles de calidad a que obliga el Real Decreto 1841/1997, y por otra, lo necesario que es, que la Autoridad sanitaria transmita la obligación de cumplimentarlo a los Gerentes

14 y a los responsables de los

Servicios de Medicina Nuclear, así como de dotarlos de recursos humanos y técnicos. Asimismo se destacó la labor tan positiva, realizada por compañeros físicos que desarrollan su trabajo a tiempo completo en los Servicios de Medicina Nuclear desde hace muchos años.

En la segunda Mesa Redonda, denominada "Real Decreto 1841/97 de 5 de diciembre: Problemática de su implantación", participaron como ponentes tres físicos y tres médicos especialistas en Medicina Nuclear. Los distintos ponentes expusieron la problemática de la implantación del Real Decreto, haciendo hincapié en los temas que más directamente implicaban a cada uno de ellos.

En el turno de palabra que se abrió posteriormente, se volvió a plantear la necesidad de que el Radiofísico no se limite sólo al control de calidad del equipamiento sino que, además, colabore en el tratamiento de imagen y esté implicado en los criterios de aceptabilidad del equipamiento. Asimismo se expusieron criterios de participación en las Comisiones de Calidad y en los aspectos de valoración dosimétrica en Terapia Metabólica. Los médicos nucleares manifestaron su interés en disponer de informes técnicos que objetivaran los diferentes parámetros de control de los equipamien-

tos, en relación con la revisión y, en su caso, reposición de los mismos. El Vicepresidente de la Sociedad Española de Medicina Nuclear, que participó como ponente, manifestó la necesidad de unificar esfuerzos para definir Protocolos y Programas de Garantía de Calidad, e informó que la Sociedad Española de Medicina Nuclear quería organizar en febrero de 1999, unas Jornadas de Calidad Asistencial en Medicina Nuclear.

Debido al gran número de solicitudes, se amplió la matrícula de alumnos, realizándolo un total de cuarenta y siete alumnos. La valoración del mismo mediante encuesta personal (34 alumnos contestaron a la misma), resultó satisfactoria en los extremos propuestos para valorar (contenidos, exposición, organización y prácticas), a excepción de "documentación entregada", en que se expusieron algunas quejas, que se subsanaron posteriormente enviándose la documentación que no estuvo disponible durante el curso, debido al incremento del número de alumnos.

*El Comité Organizador*

## Curso de Control de Calidad en Mamografía

Durante los días 19, 20 y 21 de noviembre de 1998 se celebró en Santiago de Compostela el Curso de Control de Calidad en Mamografía, organizado por el "Pilot Project of EUREF in Santiago de Compostela".

Tal como establece la Directiva 97/43 de la Comisión Europea y en particular la legislación española (Real Decreto 2071/1995), es necesario prestar una atención

especial al control de calidad y la evaluación de la dosis a las pacientes sometidas a programas mamográficos de cribado sanitario.

Dado que los controles de calidad del primer nivel (rutinario de alta periodicidad) son realizados por el propio personal de las unidades de mamografía, el objetivo del curso era proporcionar a este personal los conocimientos teórico-prácticos para su realización, sobre la base de los protocolos europeo y español de control de calidad de los aspectos físicos y técnicos en mamografía.

El curso estaba dirigido a técnicos especialistas en radiodiagnóstico (radiographer) y otros profesionales implicados en el manejo y control de calidad de equipos de rayos X en mamografía. El número de alumnos asistentes al curso fue de 35, pertenecientes a distintos programas de "screening" mamográfico de España, Portugal y Cuba. Las ponencias y las clases prácticas fueron impartidas por 11 profesores (físicos, radiólogos, técnicos de radiodiagnóstico y epidemiólogos) con experiencia en "screening" mamográfico. El programa del curso se estructuró de acuerdo al programa siguiente:

*Jueves 19 de noviembre de 1998*

- 10.00 Resultados globales del "Programa Galego de Detección Precoz do Cancro de Mama" Protocolo Europeo de Control de Calidad de los aspectos físicos y técnicos del cribaje mamográfico Impacto das novas tecnoloxías na mamografía
- 16.00 Prácticas. Control de calidad de la procesadora

*Viernes 20 de noviembre de 1998*

- 09.00 Punto de vista das TER no control de calidade

- 10.00 Características especiales de los equipos de rayos X para mamografía
- 11.30 Sistemas de registro de imagen
- 12.30 Procesado y visualización de la imagen
- 16.00 Prácticas. Control de Calidad del CAE. Control de Calidad de la imagen

*Sábado 21 de noviembre de 1998*

- 09.00 Calidad de imagen
- 10.00 Dosis a pacientes Criterios de Calidad de la imagen en Mamografía

*Miguel Pombar Cameán*

## Curso "Medical Imaging-Methods" de la EFOMP

Del 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1998 se celebró en Archamps (Francia) el curso titulado "Medical Imaging-Methods", organizado por la EFOMP.

El curso fue impartido por un profesorado selecto de multitud de centros de investigación y de centros hospitalarios de todo el mundo, y en él se trataron temas tan diversos como la reconstrucción tomográfica de imágenes, métodos de evaluación de calidad de imágenes médicas, tecnología de compresión de imágenes, realidad virtual y sus aplicaciones en medicina, avances en resonancia magnética nuclear, fusión de imágenes y un largo etcétera.

El curso también nos permitió la visita a un centro hospitalario de Ginebra, en concreto a su unidad de medicina nuclear y a la de RMN, así como al CERN.

El curso fue realmente denso y me ha permitido asomarme a lo

más novedoso a escala mundial en el campo de la imagen médica. Esa búsqueda de lo novedoso y puntero ha hecho que el profesorado estuviera compuesto, fundamentalmente, por investigadores en vez de por compañeros radiofísicos de hospitales de todo el mundo. El resultado ha sido un curso demasiado centrado, a mi modo de entender, en los últimos resultados de investigación y poco en los métodos de tratamiento y evaluación de imágenes que nos pueden ser útiles en el día a día en un hospital. Excepciones a esta tendencia general fueron las clases impartidas por D. Hoeschen (PTB, Braunschweig) sobre evaluación de imágenes y las de R. Van Loon sobre control de calidad en radiodiagnóstico.

También, y no menos importante, este curso me ha permitido intercambiar impresiones y conocer la realidad de los radiofísicos de países tan dispares como Rusia, Suiza, China, Bulgaria, Letonia o Italia, por citar sólo algunos.

En próximos años este curso se desdoblará posiblemente en dos: uno dedicado a imagen médica en general y otro más centrado en RMN, dado el enorme potencial y el vertiginoso desarrollo al que estamos asistiendo en esta técnica. Si algún socio está interesado en estos cursos y quiere empaparse con lo último en tecnología de la imagen, le recomendaría el segundo curso y, si quiere encontrar soluciones y la aplicación directa al caso de su hospital, le recomendaría el primero.

Desde aquí, quiero agradecer a la SEFM la ayuda que me concedió para asistir al citado curso. Estos cursos tienen un valor formativo enorme, suponen una experiencia única y nos permiten ampliar nuestra visión más allá del inevitablemente restringido entorno de un único hospital.

*Carlos Prieto Martín* 15

## Curso de Anatomía y Oncología para Radiofísicos

Murcia 1 y 2 octubre 1998

### RESULTADO DE LA ENCUESTA A LOS ALUMNOS.

VALORES MEDIOS DE 29 ENCUESTAS CONTESTADAS

- 1.- Valoración del Curso (del 1 al 5):** (5) - (4) - (3) - (2) - (1)
- |   |    |    |    |    |      |
|---|----|----|----|----|------|
| Satisfizo mis expectativas:                           |    |    |    |    | 3,96 |
| Me proporcionó conocimientos útiles para mi trabajo:  |    |    |    |    | 3,79 |
| Se alcanzaron adecuadamente los objetivos propuestos: |    |    |    |    | 3,82 |
| La duración del curso es suficiente:                  |    |    |    |    | 3,07 |
| Está conforme con el contenido teórico del curso:     |    |    |    |    | 3,68 |
| Cree necesario un texto de apoyo:                     |    |    |    |    | 4,92 |
| ¿Añadiría algún tema?: Tema/s a añadir:               | SI | 11 | NO | 8  |      |
| - Radiobiología (3)                                   |    |    |    |    |      |
| - Mas anatomía topográfica (2)                        |    |    |    |    |      |
| ¿Quitaría algún tema?: Tema/s a quitar:               | SI | 5  | NO | 14 |      |
| - Mamografía (2)                                      |    |    |    |    |      |
| - Epidemiología (2)                                   |    |    |    |    |      |
- 2.- Valoración del profesorado (del 1 al 5):** (5) - (4) - (3) - (2) - (1)
- |   |  |  |  |  |                                  |                              |
|---|--|--|--|--|----------------------------------|------------------------------|
| Conocían en profundidad la materia:                               |  |  |  |  | 4,62                             |                              |
| Sus presentaciones eran claras y útiles:                          |  |  |  |  | 3,93                             |                              |
| Consiguieron hacer interesante el curso:                          |  |  |  |  | 3,89                             |                              |
| Sus presentaciones estaban bien organizadas:                      |  |  |  |  | 3,96                             |                              |
| Utilizaron adecuadamente los recursos audiovisuales:              |  |  |  |  | 3,82                             |                              |
| Cuáles han sido a su juicio las tres mejores ponencias del curso: |  |  |  |  |                                  |                              |
| ● Anatomía Topográfica y Descriptiva (16)                         |  |  |  |  | ● Ca. Gastrointestinal (11)      | ● Ca. de cabeza y cuello (9) |
| ● Principios de Radiobiología (8)                                 |  |  |  |  | ● Ca. de Pulmón y mediastino (8) |                              |
- 3.- Organización del Curso (del 1 al 5):** (5) - (4) - (3) - (2) - (1)
- |   |  |  |  |  |                           |
|---|--|--|--|--|---------------------------|
| Aspectos organizativos:                           |  |  |  |  | 4,34                      |
| Difusión del curso:                               |  |  |  |  | 4,31                      |
| Facilidades inscripción:                          |  |  |  |  | 3,78                      |
| Precio matrícula:                                 |  |  |  |  | 4,48                      |
| Lugar :   |  |  |  |  | 4,34                      |
| Este curso se debería repetir de forma periódica: |  |  |  |  | 4,67                      |
| Sugerencias para la mejora de este curso:         |  |  |  |  |                           |
| - Incluir un texto de apoyo (7)                   |  |  |  |  | - Ampliarlo en tiempo (3) |
- 4.- Sobre qué temas le interesaría que la SEFM programara nuevos cursos:**
- Radiobiología (7)
  - Aspectos dosimétricos Braquiterapia HDR, PDR, LDR (5)
  - Técnicas especiales: TBI, Radiocirugía (6)
  - Control de calidad en RT y planificación (4)

#### Resumen:

- La valoración general del curso es satisfactoria.
- La valoración del profesorado es muy buena.
- Es general la demanda de un texto de apoyo (documentación).
- Hay un alto interés en profundizar en Radiobiología.

Puntuación : Plenamente de acuerdo / Muy satisfactorio: 5  
 Satisfactorio: 4  
 Bien: 3  
 Deficiente / Mejorable: 2  
 Muy Deficiente / Insatisfactorio: 1

### III Curso sobre Física de las Radiaciones aplicadas a la Radioterapia Clínica

Dentro del marco de colaboración entre las sociedades AERO y SEFM, tendrá lugar una vez más, previo a la celebración

del X Congreso Nacional de la AERO, el III Curso sobre Física de las Radiaciones aplicadas a la Radioterapia Clínica.

Fundamentalmente, el curso está orientado hacia los residentes de la especialidad de Oncología Radioterápica, no obstante se estima que también puede ser útil para otros facultativos interesados en el tema.

Como puede comprobarse a través del programa que se indica,

el curso se ha diseñado acorde con la evolución tecnológica de dicha especialidad y se impartirá en clases teóricas y prácticas.

El temario elegido pretende una doble finalidad, por una parte hacer especial hincapié en aquellos aspectos físicos y clínicos que inciden de pleno en el campo de la radioterapia y, por otra parte, evitar la repetición de aquellos temas que se imparten en otros cursos de formación.

LUNES 4		PROFESOR
HORARIO	TEMA	
8.00 - 9.00	Entrega de documentación	
9.00 - 9.15	Inauguración y presentación del curso	I. Petschen M. Ribas
9.15 - 10.05	Interacción de la radiación con la materia: fot. y elec	J.L. Mincholé
10.10 - 11.00	Fuentes y generadores de r.i. en RT externa y BQ	M. Ribas
11.00 - 11.30	Descanso	
11.30 - 12.20	Dosimetría física de un haz de fotones	J.L. Mincholé
12.25 - 13.15	Dosimetría física de un haz de electrones	M <sup>o</sup> C. Lizuáin
13.15 - 15.15	Comida	
15.15 - 16.05	Definición internacional de volúmenes en RT externa. Puntos de especificación de la dosis (ICRU 50)	C. Sáez
16.10 - 17.00	Adquisición de datos anatómicos del paciente. Proceso de planificación en RT. Simulación	I. Petschen
17.00 - 17.30	Descanso	
17.30 - 18.20	Dosimetría clínica con haces de fotones (2D y 3D)	F. Pons
18.25 - 19.15	Dosimetría clínica con haces de electrones (2D y 3D)	J. Pérez
MARTES 5		
9.00 - 9.50	Sistemas de verificación en la realización de tratamientos	E. Luguera
9.55 - 10.45	Programa de garantía de calidad	J. Gultresa
10.45 - 11.15	Descanso	
11.15 - 12.05	Técnicas avanzadas en RT: ICT, RTC, Estereotaxia, etc.	I. Petschen
12.10 - 13.30	Práctica: Interpretación de una dosimetría clínica en RT externa. Optimización de una planificación (HDV, modelos biológicos, etc)	T. Eudaldo
13.30 - 15.30	Comida	
15.30 - 16.20	Especificación de la dosis en BQ: ICRU 38 y 58	P. Pérez
16.25 - 17.45	Práctica: Interpretación y Optimización de una dosimetría clínica en BQ	T. Eudaldo
18.00 - 18.30	Entrega de diplomas y clausura	I. Petschen M. Ribas

#### Relación del profesorado:

Barcelona: Hospital Santa Creu i Sant Pau: T. Eudaldo y M. Ribas  
Hospital Clínic: F. Pons  
Hospital Germans Trias i Pujol: E. Luguera  
Hospital Vall d'Hebró: C. Sáez  
Institut Català d'Oncologia: M<sup>o</sup> C. Lizuáin  
Centro de Dosimetría s.l.: J. Gultresa

San Sebastián: Instituto Oncológico:  
J.L. Mincholé  
Valencia: Hospital La Fé: I. Petschen y J. Pérez

Dirección del Curso: Dr. I. Petschen  
y Dra. M. Ribas



Desde el comienzo,  
los usuarios han  
sido la fuente de  
nuestras mejores  
ideas.



En Philips escuchamos a los profesionales de la sanidad desde hace más de 100 años.

La experiencia adquirida se plasma en nuestros productos y servicios, y en los miles de instituciones médicas que nos consideran un colaborador fiable y competente.

Desde equipos de diagnóstico por imagen y terapia, hasta programas de apoyo, actualización y mejora de la productividad, tenemos las soluciones que está buscando.

*Juntos hacemos tu vida mejor.*



**PHILIPS**

# SISTEMA DE IMAGEN PORTAL ELECTRÓNICA (Electronic Portal Imaging Device, EPID)

## IMPLEMENTACIÓN CLÍNICA Y PRIMERAS EXPERIENCIAS

Antoni Castel, Ernest Luguera, Alex Melero, Jaume Molero, Antonio Arellano, Rosa Ballester,  
Juan Cardenal, Josep Jové, Victòria Tuset

Servei d'Oncologia Radioteràpica. Servei de Radiofísica i Protecció Radiològica.  
Hospitàl Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona.

### INTRODUCCIÓN

#### Necesidad de controlar el correcto posicionamiento del paciente durante el tratamiento

Desde hace dos décadas se han obtenido mejoras significativas en la dosificación del tumor y en la protección del tejido normal:

- Se han desarrollado nuevos y más exactos métodos para la determinación del volumen de irradiación y para los cálculos de distribución de dosis en tres dimensiones.
- Mayor precisión en la medida de la dosis absorbida.
- Se utilizan equipos de simulación y de irradiación más precisos y con mayores prestaciones.

Por tanto, es de gran importancia asegurar que la ejecución de la planificación del tratamiento tenga la menor incertidumbre posible (mínima diferencia entre el volumen planificado de irradiación y el volumen irradiado real). Es decir, el control de calidad que se realice en ese sentido debe ser preciso y eficiente.

En la actualidad, los métodos disponibles para medir y documentar la exactitud del tratamiento son:

- La imagen radiográfica portal.
- La imagen electrónica portal.

### VENTAJAS E INCONVENIENTES DE AMBOS SISTEMAS

#### Imagen radiográfica portal

##### Ventajas

- Simple de obtener

- Económica
- Perdurable

##### Inconvenientes

- Disponibilidad tardía de la imagen
- Dependencia del sistema de revelado
- *Conclusión:* No es práctico adquirir y analizar diariamente radiografías portales para cada campo.
- De difícil valoración cuantitativa (análisis subjetivo y retrospectivo).

**Conclusión final:** En el caso de utilizar radiografía portal, la práctica aceptada es: una radiografía portal por semana (representa el 20% de las fracciones del tratamiento) (1).

Se ha demostrado que errores de posicionamiento que excedan en 10 mm ocurren en más del 10% de las fracciones del tratamiento. Es decir, tendremos que un 8%<sup>1</sup> de todas las fracciones tendrán error seguro.

#### Imagen electrónica portal

##### Ventajas

- Imágenes en tiempo real.
- Posibilidad de múltiples imágenes.
- Procesamiento de la imagen para mejorar su visualización.
- Tratamiento numérico de la intercomparación resultante entre la imagen obtenida y la de referencia (placa radiográfica de simulación, imagen reconstruida digital obtenida en el sistema de planificación, primera imagen del posicionamiento correcto en el inicio del tratamiento).
- Fácil integración en una red de datos relacionados con el tratamiento de cada paciente.

<sup>1</sup> Representa el 10% del 80% de las fracciones no verificadas.

**Inconvenientes**

- Coste del equipo.
- Deterioramiento del soporte magnético de la imagen a lo largo del tiempo.
- Fragilidad electrónica.
- Necesidad de disponer de un mantenimiento especializado.
- Mayor dificultad de interpretación de las imágenes visualizadas sobre un monitor, que las imágenes de una placa radiográfica vista sobre un negatoscopio.
- La anterior dificultad se ve aumentada a medida que se incrementan los tratamientos diseñados en 3-D, los cuales hacen más uso de la terapia conformacional.
- Continuas actualizaciones de software y hardware (coste añadido).

**SISTEMAS DE IMAGEN PORTAL ELECTRÓNICA**

Los sistemas electrónicos de imagen portal desarrollados hasta la fecha pueden dividirse en tres diferentes grupos, según sus principios básicos de operación:

**Técnicas de Vídeo:** (Byle et al., 1980; Leong et al., 1986; Shalev et al., 1989; Munro et al., 1990). Estos sistemas combinan una pantalla fosforescente, un espejo y una cámara de vídeo, todo ello concentrado en una caja llamada de imagen (figura 1). El espejo es utilizado para proyectar la luz hacia la cámara de vídeo, de este modo queda protegida del haz de fotones de alta energía. Toda la parte óptica del sistema es más bien voluminosa y poco aceptada en la práctica diaria. Existe una alternativa a lo anterior que consiste en reemplazar la combinación lentes/espejo por una fibra óptica. En ese sentido, el tamaño del sistema puede disminuir significativamente.

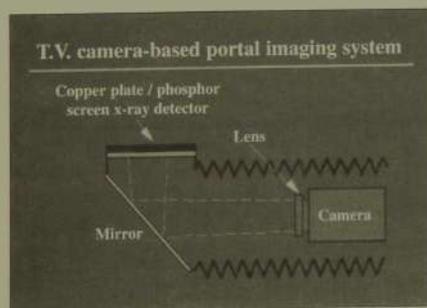


Figura 1. Sistema de vídeo combinado con una placa fluorescente, un espejo y una cámara de vídeo.

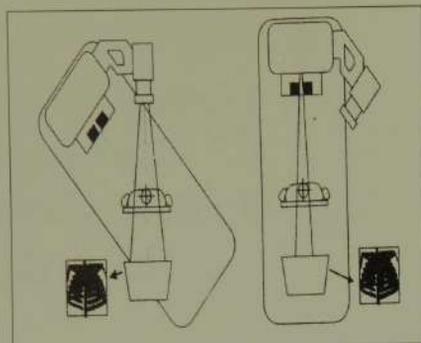


Figura 2. Sistema de vídeo para un haz dual.

El sistema de vídeo se está utilizando para obtener imágenes por medio de un haz dual. Básicamente consiste en un tubo de rayos X convencional montado sobre la cabeza de un acelerador (2) (figura 2). Este haz comparte el mismo isocentro ( $\pm 1$  mm) que el haz de tratamiento.

**Sistema de barrido por medio de un vector de diodos:** Se trata de una colección de diodos dispuestos en línea y desplazados mecánicamente para barrer un área determinada. Este sistema contiene 256 diodos de silicio.

**Sistemas de matriz:** Consisten en una matriz de detectores de radiación barridos electrónicamente. La ventaja más importante de este sistema es que se pueden construir en una forma altamente compacta, con el mismo tamaño que los portachasis de la radiografía portal.

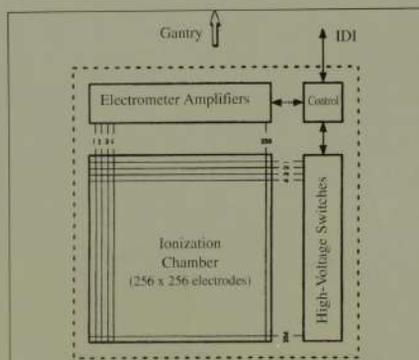


Figura 3. Esquema de un sistema de matriz con cámaras de ionización (tomado del manual de operación del PortalVision™).

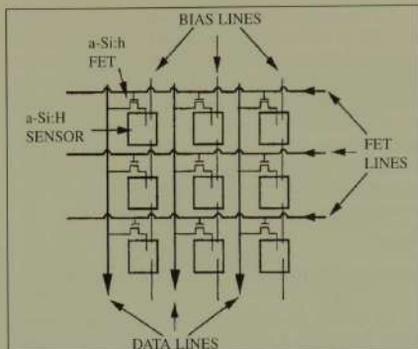


Figura 4. Esquema de un sustrato con fotodiodos que forman un sistema de detectores de estado sólido (tomado de Boyer, 1991).

Los detectores de estos sistemas de matriz pueden ser:

- Cámaras de ionización rellenas con un hidrocarburo líquido, iso-octano (figura 3) (como nuestro EPID, el cual describimos más adelante), o
- Detectores de estado salido, que consisten en una placa fluorescente acoplada a un sustrato con fotodiodos (figura 4). El funcionamiento de este sistema es similar al de una cámara CCD (sistema de carga acoplada). Utiliza tecnología de silicio amorfo hidrogenado sobre un sustrato de vidrio, lo cual permite construir vectores muy largos.

#### DESCRIPCIÓN DE NUESTRO EPID

##### Hardware

Nuestro EPID es el modelo PortalVision™ de la marca VARIAN e incluye los siguientes componentes (figura 5):

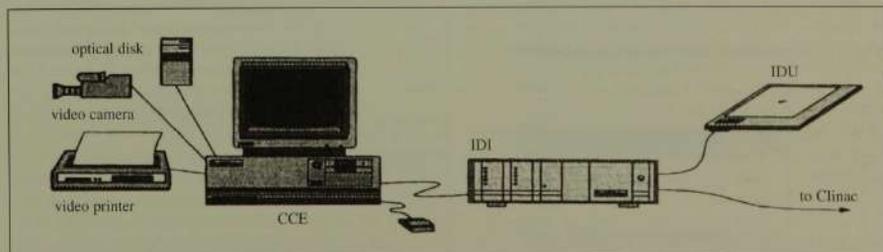


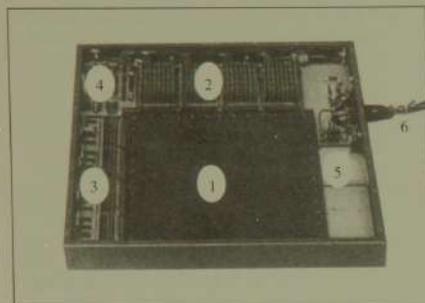
Figura 5. Configuración instalada del modelo PortalVision™ de la marca Varian (extraído del manual del operador de Varian).

- Unidad de detección de imagen, **Imaging Detection Unit IDU**, también llamada cassette, compuesta por el sistema de detección (sistema de matriz) y su electrónica asociada.
- Unidad de control central, **CCE**, compuesta por un ordenador personal estándar, con teclado, mouse, monitor de vídeo y hardware específico de PortalVision.
- Dispositivo de detección de imagen, **Imaging Detection Interface IDI**, que contiene el hardware diseñado a tal efecto, las fuentes de alimentación de tensión y el interruptor principal. En los últimos modelos, las fuentes de alimentación ya vienen incorporadas en el IDU.
- Cables de conexión entre el IDI y el IDU, y entre el CCE y la máquina de tratamiento.
- Sistema de almacenamiento de imágenes: disco magneto-óptico.
- Una impresora de vídeo.
- Un sistema de digitalización de placas radiográficas.
- Un sistema de soporte retráctil de la cassette.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES MÁS IMPORTANTES

##### Unidad de detección de imagen, IDU

Esta unidad tiene la forma y el tamaño de una cassette estándar de película. Son controlados: el posicionamiento de la misma sobre el área de control terapéutico, la adquisición de la imagen, su procesado y su visualización. El sistema de detección es, esencialmente, una matriz de 256 x 256 electrodos insertada en una cámara rellena de un hidrocarburo líquido (iso-octano) (figuras 6 y 7). Los 256 electrodos (columnas) de la parte inferior de la placa sirven como señal y están conectados a un detector de baja corriente. Los 256 electrodos (filas) de la parte frontal de la placa proporcionan la señal de alto voltaje y están conectados al sistema de activación de alto voltaje. Los electrodos de señal y los de alto voltaje se encuentran cruzados de forma perpendicular. Cada

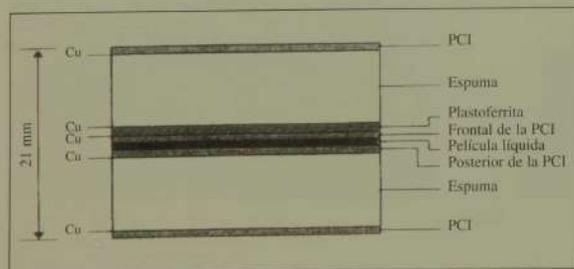


**Figura 6.** Vista interior de una cassette: (1) Matriz de cámaras de ionización; (2) 256 electrómetros; (3) 256 canales de alto voltaje; (4) Control electrónico; (5) Amplificador; (6) Cable hacia la unidad de control central.

punto de cruce actúa como una cámara de ionización individual, midiendo la intensidad de la radiación de forma local, formando una imagen de más de 65.000 pixels. Por encima de las cámaras de ionización se encuentra una lámina delgada de plastoferrita, que se utiliza para la producción de electrones.

La matriz tiene un área sensible de  $32,5 \times 32,5 \text{ cm}^2$  y una anchura del electrodo de 1,27 mm. A una distancia de 25 cm por debajo del isocentro, el campo de visualización es de  $27 \times 27 \text{ cm}^2$  y una resolución espacial de 1 mm. El nivel de ruido es inferior al 0,25%.

Las cámaras de ionización operan a una tensión de polarización de 300 V (en el último modelo la tensión de polarización es de 500 V) muy por debajo del punto de saturación. Una corriente típica producida por una cámara de ionización es de 100 pA para un haz de fotones de energía de 8 MV, con una tasa de kerma en aire de 200 cGy/min en la posición de la cámara. Por encima de las cámaras de ionización el espesor de material equivalente a agua es de 12 mm, y el material retrodispersor equivalente a agua, que se encuentra por debajo de ellas, es de 5 mm (figura 7).



**22 Figura 7.** Sección transversal, PCI = Placa de circuito impreso.

La corriente de ionización en uno de los electrodos de señal se mide con un convertidor (electrómetro) de alta sensibilidad, que transforma la corriente en tensión. Las salidas de los 256 electrómetros son convertidas a una única señal que es amplificada y digitalizada en la unidad de control. Los electrómetros pueden medir señales de corriente por encima de los 4 nA con un nivel de ruido de alrededor de 0,5 pA. Para mejorar la razón señal/ruido, los valores de salida de los electrómetros pueden ser promediados digitalmente.

#### UNIDAD DE CONTROL CENTRAL, CCE

La unidad de control consiste en un microprocesador de 32 bits. La CCE presenta dos tarjetas especiales, las cuales son utilizadas para controlar la adquisición de la imagen. Una procesa la imagen a alta velocidad y la otra la muestra en un monitor con una matriz de pixels de  $512 \times 512$  y con una escala de hasta 256 valores de grises o de colores.

#### Software para la adquisición de las imágenes

El software suministrado con el sistema es un programa control, escrito en "C", y con rutinas de alta velocidad, escritas en lenguaje ensamblador, con el fin de visualizar, de realizar conversiones A/D... La versión que utilizamos es la V3.7. Este software controla la adquisición de la imagen, su visualización, su procesamiento y la administración de los datos.

Las imágenes portales son adquiridas con una resolución de  $256 \times 256$  pixels y almacenadas a 16 bits por pixel. Una imagen puede ser obtenida en dos modos de adquisición:

- Modo estándar donde el tiempo de adquisición es de 5,5 s, con una alta resolución espacial ( $256 \times 256$  pixels) y un alto contraste.
- Modo rápido, donde el tiempo de adquisición es de 1,5 s, con una resolución media en la dirección vertical ( $256 \times 128$  pixels) y, también, con un alto contraste.

Durante el tiempo de adquisición, el electrómetro que gobierna cada cámara de ionización mide la corriente de cada una de ellas 10 veces y los valores son promediados. Para reducir el tiempo requerido en cambiar el alto voltaje de los electrodos, la matriz de imagen es barrida una sola vez, ya que el ciclo de medida realiza 256 veces lo siguiente; cambia la tensión de alto voltaje al siguiente electrodo y mide 256 señales de los electrodos 10 veces. Como el tiempo de lectura de las cámaras de ionización

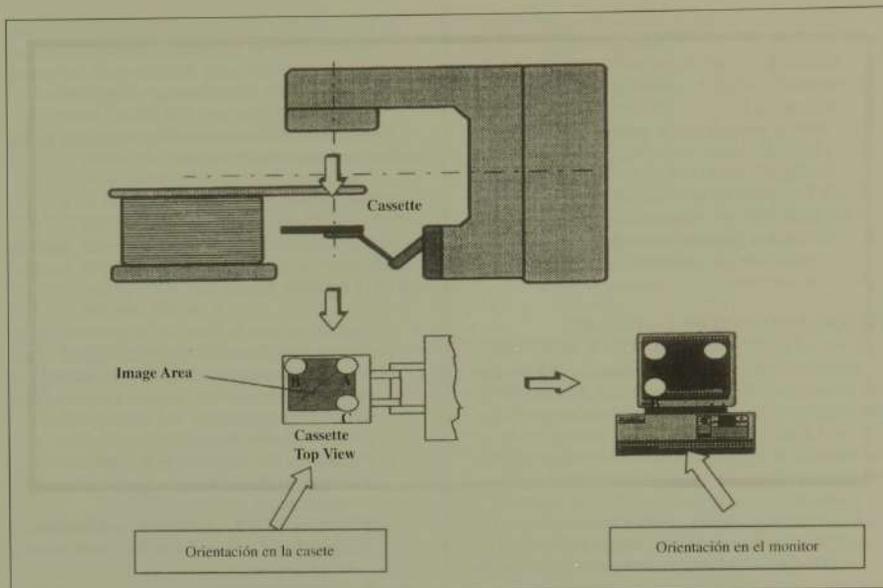


Figura 8. Orientación de la imagen Portal.

es más bien rápido (los resultados se promedian 10 veces en una sola fila con 256 cámaras de ionización en un tiempo de 20 ms), todas las operaciones son sincronizadas con la frecuencia de pulso del acelerador (200 - 400 Hz) para evitar interferencias entre los pulsos de éste y el barrido de la imagen. Como resultado del cambio de alto voltaje, se induce un pulso de corriente elevado que provoca una saturación en los amplificadores de los electrómetros. Después deben de transcurrir como unos 5 ms antes de que éstos puedan ser utilizados de nuevo.

Durante el tiempo de adquisición los "offsets" de los electrómetros deben ser determinados exactamente, debido a que pueden estar influenciados por la radiación dispersa y la temperatura. Esta medida también corrige la señal producida por las cámaras de ionización cuando éstas no están polarizadas.

#### RECONSTRUCCIÓN DE LA IMAGEN

Se deben realizar las siguientes correcciones en las imágenes obtenidas:

1. La corrección de los "offsets" y/o de las fugas en el electrómetro se realizan siempre durante el proceso de la adquisición de la imagen. La magnitud de esta corrección es de alrededor de

un 10%. Los valores de corrección están medidos automáticamente por el propio software.

2. Los "offsets" de cada cámara de ionización son determinados una vez para cada sesión de imagen, mediante la medida de la imagen sin radiación. La aplicación de estas correcciones se enfrenta con los artefactos producidos por el cambio rápido de la tensión en los electrodos correspondientes.
3. La sensibilidad de cada cámara de ionización está determinada una vez para cada sesión de imagen. Las diferencias en sensibilidad de cada electrómetro individual también son determinadas por estas medidas. Las fuentes de variación de la sensibilidad entre cámaras de ionización pueden ser debidas a imperfecciones en la forma de los electrodos y a la superficie de los mismos. La magnitud total de estas correcciones puede ser del orden de un 40%. Las sensibilidades de las cámaras de ionización también dependen del espesor local de la lámina de líquido y están, por tanto, influenciadas por la deformación de las placas de los electrodos. La principal causa de estas deformaciones es la presión hidrostática del líquido. Por tanto, esta corrección depende de la posición angular del "Gantry". Esta dependencia angular ha sido

descrita matemáticamente, utilizando los factores de calibración medidos para una colocación horizontal y dos localizaciones verticales del cassette. Esta dependencia puede ser fácilmente descrita debido a que:

- a) La curvatura de la placa del electrodo es relativamente pequeña comparada con las dimensiones de ésta, y
- b) Las sensibilidades de las cámaras de ionización son inversamente proporcionales a su espesor, porque son operativas muy por debajo de su saturación.

### PROCESAMIENTO DE LA IMAGEN

Debido al bajo contraste e indefinición de las imágenes obtenidas, se deben aplicar sobre éstas algoritmos que las procesen con el fin de facilitar su interpretación.

Las diferentes posibilidades de procesamientos son las siguientes:

1. Realzamiento del contraste lineal: el nivel y/o ventana puede ser determinado automáticamente de los píxeles de una zona de interés.
2. Filtros convolutivos del tipo 3 x 3, para reforzar o suavizar las imágenes.
3. Modificación del histograma global, con el fin de aumentar el contraste de la imagen.

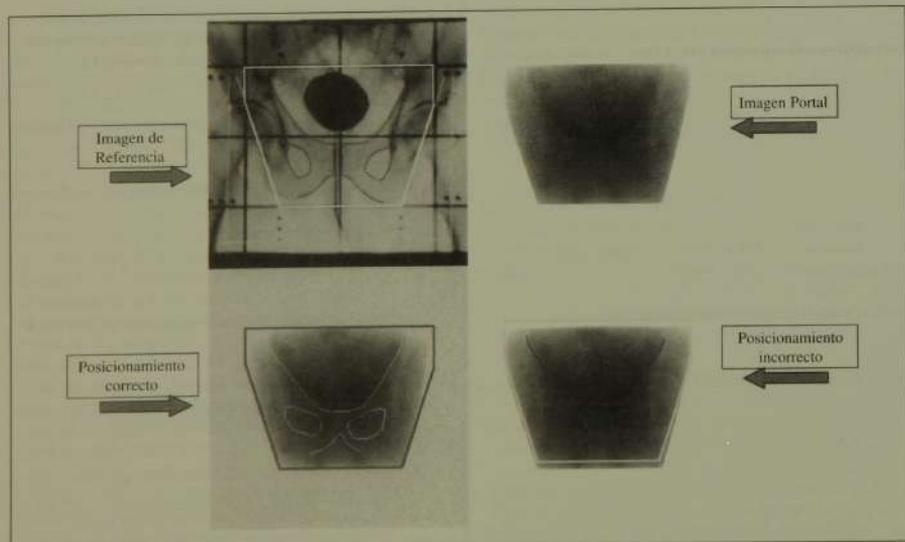
4. Las imágenes pueden ser añadidas, sustraídas, multiplicadas o divididas. Estas posibilidades pueden ser útiles para intercomparar imágenes, generar dobles exposiciones y promediarlas.

Todas estas opciones pueden ser realizadas en un período de tiempo de 0,2 - 0,6 s.

### SINOPSIS OPERACIONAL

En la rutina diaria de utilización del sistema PortalVision™ existen 6 etapas de operación, resumidas de la siguiente forma:

1. Primero se crea la ficha de un paciente, en la cual se introducen los siguientes datos: nombre, identificación, campo de tratamiento e información específica sobre el tipo de adquisición de imagen.
2. Registro de las imágenes de referencia:
  - Imágenes de simulación, que debe ser digitalizada para su almacenamiento.
  - Imágenes DRR, introducida en el sistema a través de una conexión en red con el sistema de planificación.
  - 1.ª imagen portal...
3. Adquisición de las imágenes portales del tratamiento, bien sea aplicando el modo de imagen de tratamiento o técnica de doble exposición. Estas pueden ser contrastadas en



24 Figura 9. Correlación entre la imagen Portal y la de Referencia.

tiempo real con la imagen de referencia seleccionada.

- Evaluación a posteriori de las imágenes adquiridas. Existen dos vías de evaluación:
  - A través del menú de visualización de imágenes, el cual permite observar y aplicar técnicas de tratamiento de imágenes.
  - A través del menú de intercomparación, que permite contrastar una imagen portal con la imagen de referencia y medir las variaciones existentes que ayudarán a corregir la puesta en tratamiento del paciente (figura 9).
- Posibilidad de archivar imágenes sobre soportes como discos magneto-ópticos.
- Calibración del sistema PortalVision™. Este sistema proporciona una utilidad de calibración semi-automática.

### EXPERIENCIA CLÍNICA EN EL HOSPITAL UNIVERSITARI GERMANS TRIAS I PUJOL

Nuestro sistema EPID, anteriormente descrito, fue instalado junto con el acelerador CLINAC 2100 C en junio de 1995 y se puso en marcha en noviembre del mismo año. Para la formación y entrenamiento del personal que iba a utilizar este sistema se escribió un manual de funcionamiento, asequible y fácil de interpretar, y se realizaron diversas sesiones prácticas.

#### Estructura organizativa en el funcionamiento del PortalVision™

Se ha asignado al funcionamiento del PortalVision™ un técnico radioterapeuta por turno.

Su función es la siguiente:

- Introducir todos los datos relacionados con el paciente y su tratamiento: identificación, nombre, datos y características de los campos a tratar.
- Digitalizar las imágenes obtenidas en el simulador o en la DRR.
- Trazar las estructuras anatómicas, que se utilizarán para la intercomparación, y los bordes del campo.
- Adquirir las imágenes y verificar visualmente las mismas en tiempo real. Esta verificación consiste en lo siguiente:
  - Una comprobación rápida, desde el módulo de adquisición de imágenes, a través de una

intercomparación visual subjetiva entre las estructuras anatómicas y bordes del campo delimitado en la placa de simulación y la imagen portal obtenida. En esta comprobación podemos detectar:

- Errores en la posición de las protecciones.
- Errores en la forma del campo conformado.
- Errores en el tamaño de campo debido a una incorrecta entrada de datos en el RMS-2000™ (Sistema de verificación, automática y registro de la puesta en tratamiento del paciente, suministrado por Varian).
- Desviaciones en el posicionamiento del paciente.

Es evidente la corrección inmediata en los tres primeros tipos de error señalados.

En el caso de encontrar desviaciones "significativas" de posicionamiento, se procede a su cuantificación.

● Cuantificación de las desviaciones. Consiste en un análisis más detallado de la intercomparación entre la imagen de referencia (imagen de simulación) y la imagen portal. Este análisis se realiza en otro módulo de trabajo del programa. La información suministrada son los desplazamientos detectados del isocentro:

- $\Delta x$  y  $\Delta y$  para los campos AP-PA.
- $\Delta z$  y  $\Delta y$  para los campos laterales.
- $\beta$ , ángulo de rotación del eje del haz de radiación.

Donde  $x$  es el eje lateral, y es el eje cráneo-caudal y  $z$  es el eje postero-anterior.

#### Metodología para la elaboración de un protocolo de verificación de la puesta en tratamiento de un paciente

Con el fin de mantener a un nivel aceptable la carga de trabajo que supone las verificaciones de posicionamiento, es necesario establecer un protocolo destinado a simplificar las medidas de las desviaciones que se den en el mismo.

Este protocolo de verificación de la puesta en tratamiento de un paciente nos indicará cuándo tienen que ser medidas las desviaciones del posicionamiento, y cuándo es necesaria una corrección al respecto.

#### TIPOS DE INCERTIDUMBRES ASOCIADOS EN LA PUESTA EN TRATAMIENTO DE UN PACIENTE

Existen varias fuentes de errores que pueden ocurrir en los tratamientos de radioterapia, por ejemplo, errores en la puesta en tratamiento, movimiento de los órganos, la colocación de sistemas modificadores de los haces de radiación, como bloques de protección y

cuñas... Dado que es casi imposible eliminar todos estos errores, es esencial un conocimiento de las fuentes y magnitud de los mismos para poder reducirlos, aplicando criterios de corrección óptimos. Una vez conocidos, se pueden establecer unos márgenes más apropiados en el diseño del tratamiento.

En este trabajo nos hemos centrado en analizar los tipos de incertidumbres asociados en la puesta en tratamiento de un paciente y qué criterios deben de seguirse para su corrección a través de la utilización de un EPID.

Los estudios realizados sobre las imágenes portales (1-5) han mostrado que las desviaciones en el tratamiento con respecto al diseño realizado pueden ser descritas estadísticamente por una componente de error sistemática y otra aleatoria. Ambos tipos de desviaciones pueden ser corregidos, en el momento de su detección, por un reposicionamiento del paciente durante cada sesión de tratamiento. Sin embargo, la aplicación de este procedimiento conlleva un incremento en el tiempo de tratamiento cercano al 60% (6). Por tanto, en la práctica clínica diaria el procedimiento de corrección que se establezca debe optimizar la carga de trabajo que supone la corrección y la efectividad de la misma.

## ERRORES SISTEMÁTICOS Y ALEATORIOS

Se entiende por desviación sistemática a la diferencia existente entre la simulación y la puesta en tratamiento del paciente. Y por desviación aleatoria a las variaciones día-día en la puesta en tratamiento del paciente durante el transcurso del tratamiento.

## MODELO TEÓRICO DE LAS DESVIACIONES EN LA PUESTA EN TRATAMIENTO (5)

El vector desplazamiento medido para un paciente,  $p$ , y una fracción,  $f$ , de una serie de tratamientos, es  $m_{pf}$ . Este vector es la suma del vector de desplazamiento real y el vector del error asociado a la medida. Y, además, cada uno de estos vectores tienen a su vez una contribución sistemática y otra aleatoria:

$$m_{pf} = \Delta_p + \delta_{pf} + E_p + \epsilon_{pf}$$

donde:

$\Delta_p$  = desplazamiento sistemático del paciente  $p$  durante todo el tratamiento.

$\delta_{pf}$  = desviación aleatoria en cada fracción  $f$ .

$E_p$  = error sistemático detectado en las medidas efectuadas para el paciente  $p$ .

Este error es debido a las diferentes interpretaciones de la anatomía  $y/o$  los bordes

del campo en el simulador y en la imagen portal.

$\epsilon_{pf}$  = error aleatorio, causado por el alineamiento imperfecto de la imagen del simulador y la imagen portal, es decir, son errores que dependen del entorno experimental, el cual no puede ser controlado.

Las correcciones que se efectúen para aumentar la exactitud de la puesta en tratamiento solamente reducirán la desviación sistemática,  $\Delta_p$ , puesto que reducir  $\delta_{pf}$  requeriría mejores técnicas del posicionamiento del paciente (por ejemplo, sistemas inmovilizados...) y aumentar la exactitud de la medida. Esto nos lleva a argumentar que las contribuciones sistemáticas y las aleatorias pueden expresarse en  $m_{pf}$  de forma separada:

$$m_{pf} = M_p + \mu_{pf}$$

donde:

$$M_p = \Delta_p + E_p$$

$$\mu_{pf} = \delta_{pf} + \epsilon_{pf}$$

La desviación aleatoria durante cada irradiación es una muestra de una distribución normal dada por la función  $\Psi(\delta, 0, \sigma)$ .<sup>1</sup>

La distribución de las desviaciones sistemáticas sobre todos los pacientes  $\Psi(\Delta, M, \Sigma)$  es igual a la distribución de las desviaciones aleatorias cuando no exista transferencia de errores; por otra parte, tenemos que  $\Sigma > \sigma$ . El parámetro  $M$  representa el valor medio y  $\Sigma$  y  $\sigma$  son las desviaciones estándar de cada una de las distribuciones anteriores. El valor medio de la distribución de las desviaciones aleatorias es cero por definición. Además, se supone que no dependen del tiempo.

## MEDIDA Y CORRECCIÓN DE LAS DESVIACIONES DE LA PUESTA EN TRATAMIENTO

Las desviaciones de la puesta en tratamiento de un paciente son medidas durante un número consecutivo de fracciones del tratamiento. Después de un número determinado de medidas,  $N$ , se calcula una desviación  $d_n$ .

Si la media de las desviaciones es más grande que un nivel de acción, la siguiente puesta en tratamiento será corregida. Esta corrección será igual a  $d_n$ . Dado que la corrección no es perfecta en la práctica clínica, la exactitud de la corrección es una distribución normal, con una desviación estándar,  $\sigma_{corr}$ , y un valor medio igual a 0.

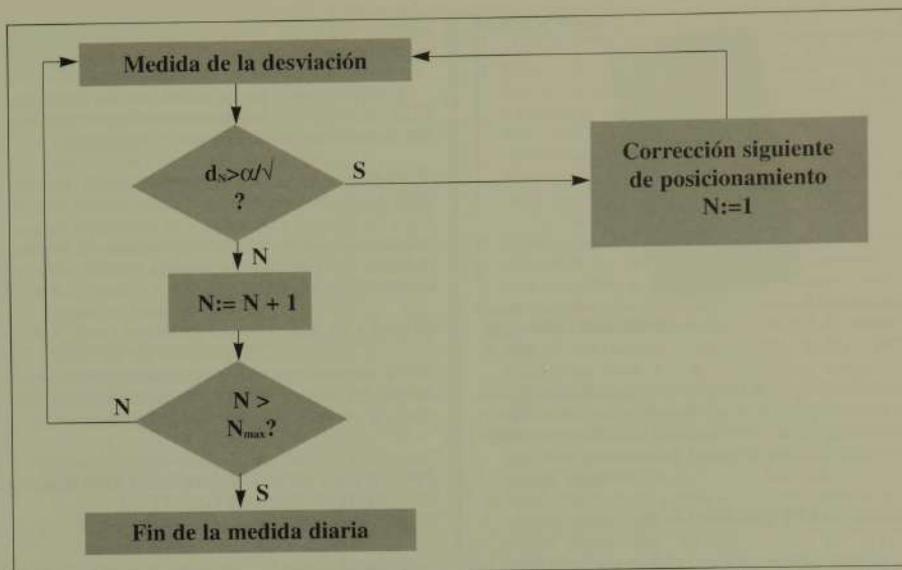


Figura 10. Diagrama de flujo para decidir la intervención en la corrección del posicionamiento de un paciente.

#### PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN Y REGLA DE DECISIÓN

El objetivo de un procedimiento de verificación de una puesta en tratamiento y las reglas de decisión es corregir las desviaciones sistemáticas tanto como sea posible.

Una corrección de la puesta en tratamiento se realizará mucho más exactamente después de un número grande de medidas, de acuerdo con la estadística. La desviación  $d_s$  es una muestra de una distribución normal con una desviación estándar igual a  $\sigma/\sqrt{N_{med}}$ , y un valor medio igual a la desviación sistemática real. Sin embargo, tal procedimiento está en contradicción con la necesidad de corregir una desviación sistemática grande en la puesta de un tratamiento, tan pronto como sea posible. Un compromiso entre estas dos demandas, exactitud y rapidez de corrección, puede alcanzarse definiendo un nivel de acción que reduzca el número de medidas necesarias.

Un posible nivel de acción, propuesto por Bel et al (5), sería  $\alpha/\sqrt{N_{med}}$ , donde el parámetro  $\alpha$  es el nivel de acción inicial, que es igual a  $n\sigma$ , es decir, depende de la desviación estándar del error aleatorio. Otro parámetro en el procedimiento de verificación es  $N_{max}$ , que representa el número máximo de medidas utilizado para calcular una media.

El procedimiento se lleva a cabo en las primeras fracciones consecutivas. Después de una irradiación,

se mide la desviación de la puesta en tratamiento. Esta desviación se promedia con las precedentes (si existen). Si la desviación media es más pequeña que el nivel de acción y el número de medidas realizadas no alcanza  $N_{max}$ , el procedimiento continúa. Por otra parte, si la media es más grande que el nivel de acción, la puesta en tratamiento se corrige y el ciclo de medidas se reinicializa. Este procedimiento se acaba cuando la media es más pequeña que el nivel de acción y el número de medidas efectuadas, es igual a  $N_{max}$ , ver figura 8. Entonces, un control rutinario (cada semana) puede llevarse a cabo con el fin de evitar posibles desviaciones no esperadas.

#### Procedimiento que se sigue en la actualidad para la corrección de los errores de posicionamiento utilizando el sistema PortalVision™

Para cada una de las aplicaciones clínicas, se mide la desviación sistemática y se compara con el nivel de acción. Dado que no disponemos de una estadística suficiente para cada uno de los tratamientos que se realizan, se asume, en un inicio, como nivel de acción un límite superior para todos ellos igual a 5 mm (17, 18). En el mismo se tiene en cuenta la inexactitud mecánica de la máquina, los movimientos del paciente y las desviaciones del sistema PortalVision. En el caso de superar este límite, se toma la decisión de corregir. Una vez que dispongamos de suficientes medidas al respec-

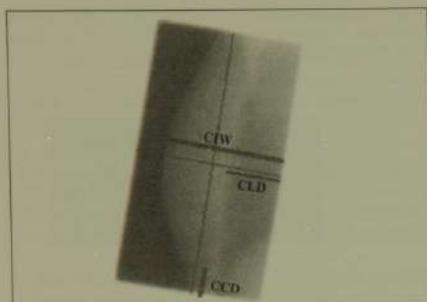


Figura 11. Definición de los parámetros CCD, CLD, CIW.

to, para cada una de las aplicaciones, podremos ajustar el parámetro inicial de acción  $\alpha$ . Por otra parte, el parámetro  $N_{min}$  se ha establecido a 5 medidas (que corresponden a la primera semana de tratamiento).

#### EJEMPLO DE EVALUACIÓN

Como ejemplo práctico para la determinación de las desviaciones sistemáticas y aleatorias, exponemos

la metodología que se sigue en el caso de los tratamientos de mama.

Los parámetros que se miden son las distancias CLD, CCD y CIW, detalladas en la figura 11, y sus desviaciones con respecto a una de referencia.

El criterio que se seguirá para definir el valor del nivel de acción es de  $\alpha = 2 \cdot \sigma$ , atendiendo a los trabajos (3, 19) ya realizados en este sentido, en los que se han analizado posibles combinaciones de valores de  $n$  y de  $N_{min}$  y su repercusión en la práctica clínica y en la carga de trabajo.

#### CONCLUSIÓN

Es necesario que cada centro que disponga de un sistema de imagen portal electrónica determine sus desviaciones estándar para cada uno de los tratamientos.

#### PROGRAMA ESTABLECIDO DE CONTROL DE CALIDAD SOBRE EL SISTEMA PORTALVISION™

Mensualmente el Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica tiene establecido un control

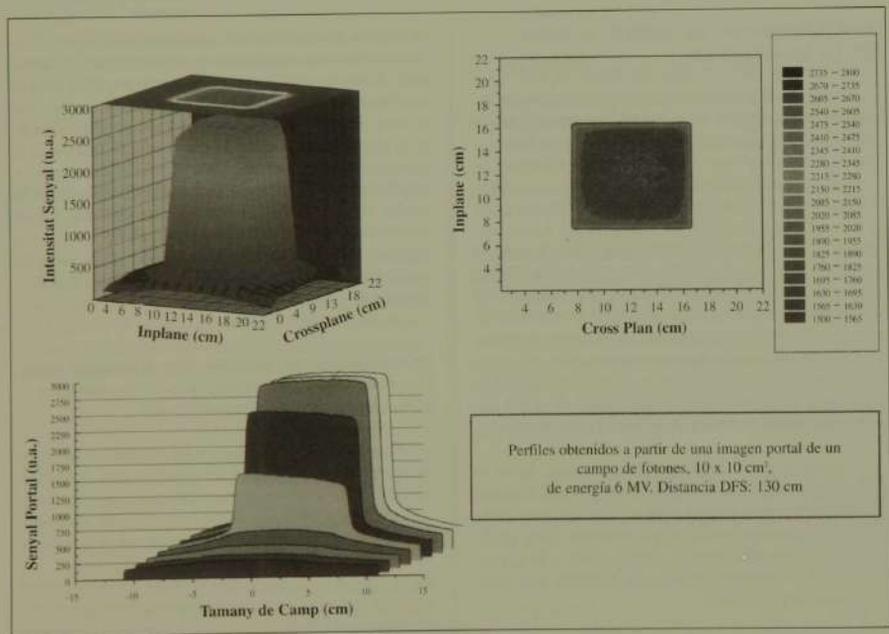


Figura 12. Perfiles obtenidos tras un procesamiento de la imagen portal de un campo de  $10 \times 10$  de fotones de 28 6 MV.

de calidad sobre el sistema PortalVision™. Este control de calidad está basado sobre el estándar presentado por Varian, y contempla lo siguiente:

Comprobaciones mensuales:

- Comprobación del estado del cassette, en el cual se realizan dos tipos de pruebas:
  - Sin radiación, donde se verifica el nivel de ruido, el efecto barril de la imagen y la capacidad.
  - Con radiación, donde se verifica el nivel de ruido, el contraste y la resolución.
- Calibración del cassette (si es necesario): imágenes de ruido y de ganancia.
- Calibración del digitalizador (si es necesario): a partir de una imagen patrón.
- Almacenamiento en el disco magneto-óptico de los pacientes que han sido tratados durante el mes anterior.

Comprobaciones trimestrales (realizado por el personal técnico de Varian):

- Revisión mecánica del brazo del portal: funcionamiento, calibración de distancias.
- Ajuste del sincronismo con el pulso del acelerador.

#### OTRAS APLICACIONES DE LAS IMÁGENES PORTALES

Una de las aplicaciones más extendida de los EPID es la dosimetría in vivo (7-12). A continuación destacamos algunos de los trabajos presentados en el último "workshop" celebrado en Amsterdam en este campo y las últimas publicaciones al respecto. La información dosimétrica en 2D que ofrece el sistema de detección del EPID, puede utilizarse para:

- Calcular la dosis absorbida en el volumen diana y en los órganos críticos o bien para desarrollar compensadores individuales con el fin de mejorar la homogeneidad de la dosis.
- Verificar la correcta implementación dosimétrica de una planificación comparando la transmisión calculada para haces de fotones de alta energía con la medida a través del EPID.
- Determinar la posición del diodo utilizado en la dosimetría in vivo.

Por otra parte, cabe destacar la utilización del EPID como sistema de control de calidad rutinario del acelerador (13), en los siguientes aspectos:

- Los movimientos mecánicos del gantry, del colimador, del sistema multi-láminas...
- La correspondencia de los valores digitales y mecánicos, y
- La uniformidad del haz.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Rabinowitz I, Broomberg J, Goitein M, McCarthy K, Leong J, accuracy of radiation field alignment in clinical practice. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1985; 11: 1857-1867.
2. Jaffray DA, Chawla K, Yu C, Wong JW. Dual-Beam Imaging for online verification of Radiotherapy field placement. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 33: 1273-1280.
3. Hanley J, Lumley MA, Mageras GS, Sun J, Zelefsky MJ, Leibel SA, Fuks Z, Kutcher GJ. Measurement of patient positioning errors in three-dimensional conformal radiotherapy of the prostate. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 37: 435-444.
4. Bijhold J, Lebesque JV, Hart AAM, Vijlbrief RE. Maximizing setup accuracy using portal images as applied to a conformal boost technique for prostatic cancer. *Radiother Oncol* 1992; 24: 261-271.
5. Bel A, Van Herk M, Lebesque JV. A verification procedure to improve patient set-up accuracy using portal images. *Radiother Oncol* 1993; 29: 253-260.
6. Bel A, Van Herk M, Lebesque JV. Target margins for random geometrical treatment uncertainties in conformal radiotherapy. *Med Phys* 1996; 23: 1537-1545.
7. Essers M, Hoogervost BR, Van Herk M, Lanson H, Mijneer BJ. Dosimetric Characteristics of a Liquid-Filled Electronic Portal Imaging Device. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 33: 1265-1272.
8. Huyskens D, Goossens A, Mersseman B, Reymen R, Van Dam J, Dutreix A, Van der Schueren E. About the estimation of exit doses using Portal Images: Redistribution of Primary and Scattered Radiation behind the patient. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
9. Pasma KL, Kroonwijk M, Heijmen BJM, Hizenga H, Visser AG. Prediction of Transmissions of Open and Wedged Photon Beams Through Patients for in Vivo Dosimetry with an EPID. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
10. McNutt TR, Mackie TR, Reckwerdt PJ, Paliwal BR. Modeling and Reconstruction of Dose Distributions in an Extended Phantom from Exit Dose Measurements. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
11. Boellaard R, Van Herk M, Mijneer BJ. Exit Dosimetric using a Liquid-Filled Electronic Portal Imaging Device. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
12. Rajapakse R, Parsaei H, Volters J, El-Khatib E, Luchka KB, Shalev S. Exit Dosimetry with electronic Portal Imaging Devices. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
13. Balter J, Thompson A, Ten Haken RK, Lam K. Automated Quality assurance of mechanical components of a computer controlled accelerator using an EPID. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.

14. De Neve W. An overview of correction strategies for setup errors. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.
15. Cionini L, Bucciolini M. Role of portal imaging in clinical radiotherapy: Florence experience. *Radiother Oncol* 1993; 29: 230-241.
16. Van Herk M. An Electronic Portal Imaging Device Physics. Development and Application. Tesis doctoral.
17. American Association of Physicists in Medicine (AAPM). Physical Aspects of Quality Assurance in Radiation Therapy. Report 13. AAPM. New York 1984.
18. International Electrotechnical Commission (IEC). Medical Electric Equipment. Medical Electron Accelerators. Functional Performance Characteristics. IEC Standard 976. Geneva, 1989.
19. Pouliot J, Lirette A. Verification and correction of set-up deviations in Tangential Breast Irradiation using EPID: Gain vs Workload. 4<sup>th</sup> International Workshop on Electronic Portal Imaging 1996.

□

## TESIS

## Desarrollo de técnicas dosimétricas para su aplicación en dosimetría "in vivo" en terapia de alta energía

*Autor:* M<sup>a</sup> Amor Duch Guillén.

*Director de Tesis:* Xavier Ortega Aramburu, Instituto de Técnicas Energéticas (UPC).

*Lugar de lectura:* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona.

*Fecha de la lectura:* 27 de enero de 1999.

*Calificación:* Sobresaliente 'cum laude'.

### Tribunal:

— *Presidente:* Francisco Fernández Moreno, Catedrático de Universidad, Grupo de Física de las Radiaciones, U. Autónoma de Barcelona

— *Secretaria:* Mercè Ginjaume Egado, Colaborador de Investigación, Instituto de Técnicas Energéticas, U. Politécnica de Cataluña.

— *Vocal:* Montserrat Ribas Morales, Investigador, H. de la "Santa Creu i Sant Pau".

— *Vocal:* Francisco Sánchez Doblado, Prof. Titular, F. de Medicina, U. de Sevilla.

— *Vocal:* Francisco Calviño Tavares, Prof. Titular, Sec. de Ingeniería Nuclear, E.T.S. de

Ingenieros Industriales de Barcelona, U. P. de Cataluña

### Resumen:

El objetivo de este trabajo ha consistido en el desarrollo y puesta a punto de diversas técnicas dosimétricas para la verificación de sistemas de dosimetría "in vivo" y su aplicación a las condiciones de los tratamientos radioterapéuticos de irradiación corporal total (ICT). En particular, se han desarrollado técnicas de dosimetría termoluminiscente (TL) y se ha llevado a cabo la implementación de técnicas de Monte Carlo para la simulación del transporte de la radiación para la resolución de problemas de interés.

Los tratamientos de ICT forman parte del protocolo terapéutico utilizado en la cura de la leucemia y consisten en la administración de altas dosis de radiación a todo el cuerpo previamente al trasplante de médula ósea. En este tipo de tratamientos está especialmente recomendada la utilización de sistemas de dosimetría "in vivo", en los que las determinaciones dosimétricas se efectúan directamente en uno o varios puntos del paciente durante el proceso de irradiación. Para llevar a cabo este tipo de estudios las técnicas habituales son la dosimetría por termoluminiscencia y la dosimetría por medio de semiconductores. En este sentido, en este trabajo se han implementado técnicas de dosimetría TL basadas en detectores de LiF:Mg,Ti y LiF:Mg,Cu,P. Hasta el momento el material termoluminiscente más frecuentemente utilizado ha sido el LiF:Mg,Ti, no obstante, el LiF:Mg,Cu,P, recientemente comercializado, por su gran sensibilidad a las radiaciones parece sumamente apropiado para su uso en dosimetría, aunque algunos investigadores han manifestado sus reservas respecto a las limitaciones en su reutilización. En este trabajo se han investigado las posibilidades que tiene dicho material en el campo médico. Los resultados obtenidos

muestran que el LiF:Mg,Cu,P presenta un mejor comportamiento en cuanto a la estabilidad de su respuesta en función del tiempo transcurrido entre irradiación y lectura que el material estándar, así como una buena respuesta en energía. Asimismo, puede ser empleado en el rango de 36 a 45 °C sin tener en cuenta correcciones debidas a la temperatura de irradiación y posee un amplio rango de linealidad en función de la dosis (0 a 10 Gy), siendo por tanto más adaptado al rango de dosis empleadas en el ámbito clínico. Mediante los procedimientos de reutilización descritos en este trabajo el nuevo material no ha presentado los inconvenientes descritos por otros autores en cuanto al grado de reproducibilidad de la respuesta termoluminiscente en sucesivos usos.

Una vez establecido el método de utilización de los detectores termoluminiscentes, éstos han sido aplicados en la implementación de un sistema de medida de dosis interna y la presentación de un sistema de dosimetría "in vivo" que, empleado conjuntamente con el algoritmo de cálculo de dosis interna propuesto, permite estimar la dosis a plano medio del paciente a partir de las lecturas "in vivo". El sistema presentado ha sido validado mediante la medida de dosis en un maniquí antropomórfico y la comparación con otro sistema de dosimetría "in vivo".

Como complemento a las técnicas experimentales en este trabajo se han utilizado métodos de Monte Carlo para la simulación de los haces de radiación generados en condiciones de ICT. Las técnicas de Monte Carlo han ayudado a interpretar mejor los resultados obtenidos, y han resultado necesarias para la justificación de la influencia de los materiales de protección para los órganos críticos del paciente, empleados durante algunas irradiaciones, en la calidad del haz.

De los resultados obtenidos se desprende que la utilización de nuevos materiales de detección, como es el caso del material LiF:Mg,Cu,P y el desarrollo de técnicas de simulación Monte Carlo pueden contribuir a la optimización de los tratamientos radioterapéuticos. Durante la elaboración de esta tesis se han realizado 11 comunicaciones a congresos (5 internacionales) y 3 artículos en revistas internacionales.

## TESINA

### Respuesta del dosímetro LiF:Mg,Ti a neutrones térmicos

Autor: Roberto Méndez Villafañe.

*Directores:* Pilar Íñiguez de la Torre Bayo (Profesora Titular del Dpto. de Física Atómica y Teórica, Nuclear y Molecular de la Universidad de Valladolid) y Raquel Barquero Sanz (Jefe de Sección de Protección Radiológica del Hospital "Río Hortega" de Valladolid).

*Departamento:* Física Atómica y Teórica, Nuclear y Molecular de la Universidad de Valladolid.

*Fecha de Lectura:* Diciembre de 1998.

#### Resumen:

El dosímetro de termoluminiscencia LiF:Mg,Ti (TLD-100) es ampliamente utilizado para medir la exposición a rayos gamma; la presencia del isótopo  $^6\text{Li}$ , con una sección eficaz de captura neutrónica considerable, lo hace especialmente apto para la medida de neutrones térmicos que generalmente vienen asociados con radiación gamma. En este trabajo se estudia su respuesta al flujo de neutrones térmicos existente en una fuente de

$^{252}\text{Cf}$  de Am-Be moderada con parafina.

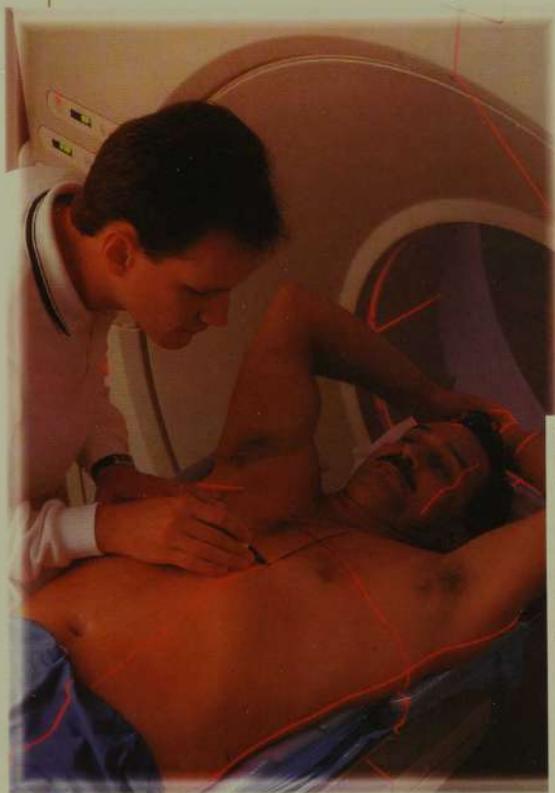
Primeramente se calcula mediante activación de láminas de In el flujo térmico en función de la distancia. Los dosímetros, tras seguir un tratamiento térmico previo a la irradiación en la fuente, son sometidos a ésta en tres condiciones diferentes: rodeados de Cd, rodeados de una aleación de Sn-Pb, y desnudos, con objeto de poder distinguir las diferentes contribuciones que recibe; los neutrones térmicos, los neutrones rápidos y los fotones gamma de menor y mayor energía.

La respuesta a neutrones térmicos dividida por el flujo térmico evaluado en cada punto permite estimar su sensibilidad para neutrones térmicos.

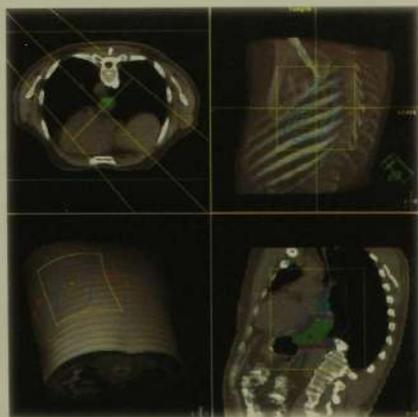
Los resultados obtenidos servirán para determinar las dosis por neutrones en las instalaciones de radioterapia con aceleradores de partículas en los que se produzcan neutrones. □

# ACQSIM

Sistema de Simulación Virtual con  
Tomógrafos Computarizados.  
(Axial y Helicoidal)



MAS DE 100  
INSTALACIONES EN USO



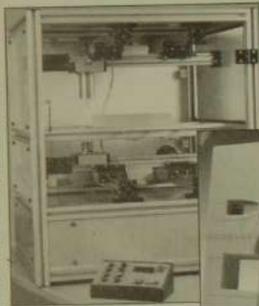
Compatible con la mayoría de los Sistemas de Planificación de  
Radioterapia actualmente existentes

Para mayor información llamen a:  
**PICKER IMAGING ESPAÑA S.A.**  
Ronda de Poniente, 8  
Centro Empresarial "EURONOVA"  
28760 Tres Cantos • MADRID  
TEL.: (91) 806 07 75 • FAX: (91) 804 39 09

 **PICKER**

## POSICIONAMIENTO, FIJACIÓN Y PROTECCIÓN DE PACIENTES EN RADIOTERAPIA

### FABRICACIÓN DE MOLDES



**Cortadores de bloques de Styrofoam**, tipos manual y automáticos para cortes 2D y 3D, partiendo de datos de placa radiográfica + scanner o de sistema de planificación disponible.

**Sistema de planificación autodidáctico**, de manejo sencillo y práctico, especial para nuevos centros de trabajo.

**Bloques de poliestireno** cortados a medida. **Crisoles de fusión** de diferentes capacidades. **Aleaciones de baja fusión** con o sin cadmio. **Bandejas de enfriamiento**.

**Pupitres con vibradores**. **Placas y bandejas portamoldes**. Sistema de bloques satélites.

**Materiales para bolus**. **Marcadores adhesivos**. **Tomadores de contorno y espesores corporales**, etc.

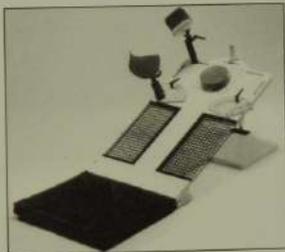


### FIJACIÓN Y POSICIONAMIENTO

**Inmovilización de pacientes** mediante bandejas de fijación, adaptables a las camillas de las unidades de tratamiento o simulación, en metacrilato o fibra de carbono. Diferentes modelos para **pelvis, mamas (plano inclinado), cabeza y hombros**. **Hojas termoplásticas** moldeables a mano. Baños termostáticos.



**Colchones o almohadillas plásticas**, que rigidizan por aplicación de vacío, para posicionamiento y repetición de posturas incómodas durante el tratamiento.



Para mayor información, diríjase a:



**MCP IBERIA, S.A.**

Miembro del Grupo de Compañías MCP

Avda. San Fernando, 21 - Barrio 13 - 28020 GOSLADA - Madrid Teléfono (34-1) 880 81 32/42 36 • Telex (34-1) 669 40 24

## LISTADO DE PUBLICACIONES DE LA SEFM

- **SEFM, n° 1/1984** "Procedimientos recomendados para la dosimetría de fotones y electrones de energías comprendidas entre 1 y 50 MeV en radioterapia de haces externos". SEFM y CDR 1984. Socios 4.000 Pts, no socios 6.000 Pts.
- **SEFM, n° 1a/1984** "Normas para la determinación de dosis absorbida en agua, para radiación gamma de Co-60, partiendo de medidas realizadas en aire y en unidades de exposición". SEFM y CDR 1984. Socios 4.000 Pts, no socios 6.000 Pts.
- **SEFM, 2/1987** "Suplemento al documento SEFM n° 1/1984: Procedimientos recomendados para la dosimetría de fotones y electrones de energías comprendidas entre 1 y 50 MeV en radioterapia de haces externos". SEFM y CDR 1987. Socios 2.000 Pts, no socios 4.000 Pts.
- **SEFM, 3/1989** "Objetivos docentes de Física Médica (Facultades de Medicina)", 1989. Socios 1.000 Pts, no socios 1.500 Pts.
- **SEFM 1/1991** "Informe del accidente ocurrido en el acelerador lineal de electrones en el Hospital Clínico de Zaragoza entre los días 7-20 Diciembre de 1990", Junio 1991. Socios 500 Pts, no socios 1.000 Pts.
- **SEFM, 1994** "Criterios de calidad en Radioterapia y Medicina Nuclear para garantizar la protección radiológica del paciente", 1994. Socios 1.800 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **SEFM/SEPR/SEMN 1995** "Borrador del protocolo nacional de control de calidad en la instrumentación de Medicina Nuclear: Tomo II: Procedimientos" 1995. No disponible.
- **SEFM/SEPR 1996** "Protocolo Español de control de calidad en radiodiagnóstico (Aspectos técnicos)", 1996. Socios 3.000 Pts, no socios 6.000 Pts

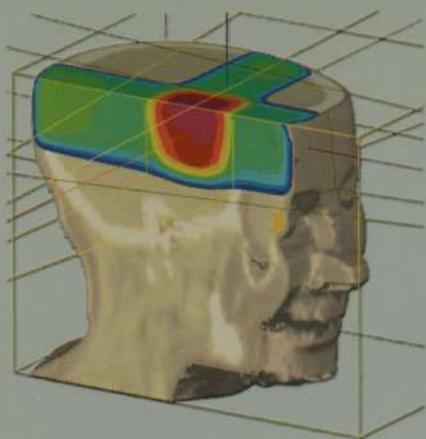
### **Libros de Ponencias y Trabajos presentados en los Congresos y Reuniones de la SEFM**

- **LIBRO DE PONENCIAS DEL XI CONGRESO NACIONAL DE FÍSICA MÉDICA** (1 Volumen), Valencia 1997. Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts. CD: Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **LIBRO DE PONENCIAS DEL X CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MÉDICA** (1 Volumen), Salamanca 1995. Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO DE PONENCIAS DEL IX CONGRESO DE SEFM TENERIFE 1993** (2 Volúmenes. Libro de resúmenes). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS CONGRESO SEFM/SFPH. BIARRITZ 1992** (1 Volúmenes. Libro de resúmenes). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS DEL VIII CONGRESO SEFM, SEVILLA 1991** (1 Volumen). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS VII CONGRESO SEFM. OVIEDO 1989** (1 Volumen. Libro de resúmenes). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO DE CONFERENCIAS INVITADAS:** P. Andreu, A. Brahme, J. Droussard, F. Nüsslin. VII Congreso SEFM, Oviedo 1989. Socios 2.000 Pts, no socios 3.000 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS VI CONGRESO SEFM. BADAJOZ 1987** (1 Volumen). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS V CONGRESO SEFM. EL ESCORIAL 1985** (3 Volumen). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS IV CONGRESO SEFM. SAN SEBASTIÁN 1983** (2 Volúmenes). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS III CONGRESO SEFM. SITGES 1981** (Libro resúmenes). Socios 2.000 Pts, no socios 3.500 Pts.
- **LIBRO PONENCIAS II CONGRESO SEFM. JACA 1979** (1 Volumen). Socios 3.000 Pts, no socios 4.500 Pts.

(Continúa en la página siguiente)

(Viene de la página anterior)

- **LIBROS DE TALLERES DEL X CONGRESO SEFM. SALAMANCA 1995.** Socios 1.800 Pts, no socios 2.500 Pts cada uno.
  1. **Taller de Radioterapia:** "Protocolo español de dosimetría en radioterapia externa de alta energía: Aplicación práctica a una unidad de Cobaltoterapia".
  2. **Taller de Medicina Nuclear:** "Control de Calidad de activímetros y gammacámaras".
  3. **Taller de Radiodiagnóstico:** "Controles básicos para garantizar la protección radiológica del paciente: dosis al paciente y calidad de imagen".
  4. **Taller de Medicina Nuclear:** "Mantenimiento preventivo en Gammagrafía planar y Spect". (Siemens).
  5. **Taller de Medicina Nuclear:** "Mantenimiento preventivo en Gammagrafía planar y Spect". (General Electric).
- **CURSO "Dosimetría de los haces de electrones".** SEFM, Sevilla 1994. Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Braquiterapia: bases físicas y dosimetría".** Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa". Facultad de Medicina de Zaragoza. SEFM, Zaragoza 1995. Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Física de las radiaciones aplicadas a la radioterapia clínica".** Instituto Oncológico AERO/SEFM, San Sebastián 1995. Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Control de calidad de instrumentación en Medicina Nuclear".** Hospitales Universitarios La Paz y Ramón y Cajal, Madrid 1996. (Fascículos). Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Física de las radiaciones aplicadas a la radioterapia".** Valladolid 1997. Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Incertidumbre y tolerancias en la dosimetría en Radioterapia".** Oviedo 1997. (Disponible en pág. Web: <http://med.unex.es/FisMed/sefm/cursoincertidumbres/titulo.html>). Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.
- **CURSO "Introducción a las técnicas de Monte Carlo en Física Médica".** Barcelona 1997. Socios 1.500 Pts, no socios 2.500 Pts.



## PLANIFICADOR DE TRATAMIENTOS DE RADIOTERAPIA

✉ c/. Gil de Jasa, 18, pral.

E-50006 Zaragoza

☎ : +34 976212545

Fax : +34 976213011

🌐 <http://www.trf.es/>

✉ e-mail: [p crt@trf.es](mailto:p crt@trf.es)

**TR**écnicas  
radiofísicas

**PCRT** CE 0318

**S**oluciones  
IN  
DISTANCIAS

## Respondemos:

### - con Prestaciones...

...Porque nuestro sistema permite simulación virtual, planificación en 3D y reconstrucción tridimensional de imágenes utilizando las más avanzadas técnicas de voxels.

### - con Fiabilidad...

...Porque nuestro sistema de planificación está sujeto a un severo control de calidad.

### - con un Esmerado Servicio de Atención al Cliente...

...Porque es directo y personalizado. De los profesionales que desarrollan el sistema, al usuario.

### - con una Organización Profesional...

...Porque nuestro equipo de profesionales tiene una acreditada experiencia en Física Médica.

### - con un Sistema Vivo en Desarrollo Continuo...

...Porque los usuarios participan en la evolución de las prestaciones del sistema.

### - con un Entorno de Trabajo Amigable...

...Porque utiliza el estándar del mercado Windows NT, cómodo de manejar y sencillo de mantener.

...Porque utiliza el castellano como lenguaje conversacional.

- Braquiterapia
- Planificación de Radioterapia
- Simulación
- Radiocirugía

**PLATO Radiotherapy Treatment Planning System**

# The Anatomy of a 3D Treatment Plan

