

Addendum

RECONSTRUCCION DE LAS DOSIS APLICADAS A TEJIDOS NORMALES EN PACIENTES CON SECUELAS PRONUNCIADAS

A.1. INTRODUCCION

El Director General del OIEA entregó el 26 de septiembre de 1997 al Gobierno de Costa Rica el informe reproducido en esta Publicación.

Como consta en la sección de resultados y conclusiones de los datos de los pacientes (Apéndice II), se aconseja una evaluación ulterior de las dosis aplicadas a tejidos normales en los casos de varios pacientes. Para realizar esa evaluación el OIEA hizo una reconstrucción bidimensional de las distribuciones de dosis con un sistema de tratamiento planificado por ordenador (TPS), en colaboración con P. Binder, del Allgemeines Krankenhaus (AKH) de Viena (Hospital General de Viena, Austria), y con el asesoramiento de C. Serrano, del Hospital Ramón y Cajal, de Madrid (España). Además, se calculó la dosis biológicamente equivalente para efectos tardíos, administrada en 2 Gy/fracción, basada en el modelo CI, en colaboración con G.G. Steel, del Instituto de Investigación del Cáncer, Sutton, Surrey (Reino Unido), y J. Fowler, Bélgica y el Reino Unido.

A.2. METODO Y DEBATE

Sólo para unos pocos casos se dispuso de imágenes de cortes transversales (de verdaderos pacientes en la zona de interés) que sirvieran para pruebas de dosimetría clínica (se indican con una (P) en el Cuadro A.1 del Addendum). La mayor parte de las reconstrucciones de las dosis tuvieron que hacerse utilizando imágenes estándar extraídas de un atlas de anatomía [20].

Las imágenes se introdujeron en el TPS utilizando una cámara de televisión y la escala se ajustó digitalmente al tamaño real del cuerpo del paciente, obtenido a partir de su ficha médica. Se calcula que la influencia de las diferencias anatómicas en los factores de incertidumbre que se introdujeron al seleccionar la curva de isodosis que atraviesa un tejido determinado es de $\pm 10\%$, dado que la distancia entre dos curvas de isodosis consecutivas (representadas en escalones de 10%) es de unos 2 cm.

Los datos de un haz de ^{60}Co disponibles en el TPS del Hospital General de Viena se corresponden con los de una unidad Theratron-80. Las diferencias con la unidad Alcyon II no tienen importancia, salvo en la región de penumbra. Por ello, se evitó calcular dosis a tejidos dentro del margen de penumbra de los haces.

Se reconstruyeron las dosis administradas a los pacientes de los siguientes grupos:

- 1) Cuatro pacientes (vivos) con secuelas graves o catastróficas debidas a la radiación;
- 2) Dieciséis pacientes (vivos) con secuelas pronunciadas y alto riesgo de efectos en el futuro debido a la radiación;
- 3) Tres pacientes (fallecidos) en quienes se estima que la radiación fue la causa principal de la muerte;
- 4) Cuatro pacientes (fallecidos) en quienes se estima que la radiación contribuyó en gran medida a su muerte.

Las distribuciones bidimensionales relativas de las dosis se calcularon en planos que incluyen el centro del haz. Los valores absolutos de dosis administradas a órganos y tejidos de riesgo se obtuvieron con métodos estándar de dosimetría clínica, como se detalla en las subsecciones siguientes.

A.2.1. Determinación de dosis absolutas aplicadas a órganos y tejidos de riesgo

A.2.1.1. Dosis recibidas por el tejido bajo observación antes del cambio de la fuente

La dosis administrada a órganos de riesgo se calculó a partir de la dosis prescrita al blanco mediante un factor de conversión que se obtuvo comparando la isodosis del TPS para el tumor con la isodosis de los órganos de riesgo (d<) (véase el Cuadro A.1).

A.2.1.2. Dosis recibidas después del cambio de la fuente

La dosis administrada a órganos en situación de riesgo se calculó a partir del tiempo real del tratamiento (obtenido de las fichas de los pacientes), el tiempo de administración de 1 Gy al 100% de la isodosis y las distribuciones de las dosis relativas del TPS.

Si se aplica más de un campo (en este caso: dos campos opuestos, de la misma ponderación, paralelos), el tiempo que se obtiene corresponde a uno de los campos; por ejemplo 0,5 min/Gy indica que es necesario 0,5 min en cada campo (en total 1 min) para emitir 1 Gy.

Las etapas fueron las siguientes:

CUADRO A.1. RECONSTRUCCION DE DOSIS APLICADA A ORGANOS Y TEJIDOS EN SITUACION DE RIESGO. UTILIZANDO UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PLANIFICADO POR ORDENADOR^a

ID	Tejido	% isodosis	d<	FX<	D<	T (min/Gy)	A (min/Gy)	min/campo	d>	FX>	D>	D	Margen de alfa/beta	Margen de D(2)	Resultados médicos		
8	Recto, flego inferior, parte de colon sigmoide	100	2	20	40	0.7	0.42	1.29	3.1	5	15.5	55.5	2	4	59.8	58.4	Diarrea unas tres veces/semana
	Recto, parte de colon sigmoide (de campos laterales)	100				1.1	0.72	2.17	3.0	6	18.1	18.1	2	4	22.8	21.2	Diarrea unas tres veces/semana
18	Intestino, cuello de útero y útero	100			0	0.7	0.44	1.29	2.9	12	35.1	35.1	2	4	43.2	40.5	Hemorragia de colon con perforación, ptequiias en el intestino delgado, hemorragia de cuello de útero y útero
26	Oído (presuponiendo superposición)	80			0	0.5	0.28	2.02	5.7	14	79.8	79.8	2	4	154	129	Drenaje de oído derecho y sordera total (como el ojo estuvo protegido sólo se abarcó un campo anterior de 3 cm)
39	Tejido epitelial, inguinal y subcutáneo (P)	100			0	0.8	0.49	2.01	4.1	14	57.3	57.3	2	4	87.2	77.2	Grave induración fibroide anterior
	Cabeza de fémur (P)	80			0	0.8	0.49	2.01	3.3	14	45.8	45.8	2	4	60.4	55.5	Necrosis aséptica de cuello de fémur
40	Corazón (P)	100			0	0.6	0.38	1.14	3.0	17	51.3	51.3	2	4	64.3	60	Derriame de pericardio
	Médula espinal (P)	100			0	0.6	0.38	1.14	3.0	17	51.3	51.3	2	4	64.3	60	Puede tener alteraciones de la médula espinal cervical y dorsal
41	Columna torácica	75			0	0.8	0.51	2.5	3.7	15	55.1	55.1	1.5	2.5	81.5	75.6	Alteraciones potenciales de médula espinal
44	Plegues cutáneos	100			0	0.8	0.50	7.86	15.6	2	31.2	31.2	2	4	137	102	Ulceración en la vulva
	Intestino	75			0	0.8	0.50	7.86	11.7	2	23.4	23.4	2	4	80.1	61.2	Sangre en las heces
46	Piel y tejido subcutáneo (de campos laterales)	100	2	5	10	0.6	0.37	1.08	3.0	20	59.1	69.1	2	4	83.2	78.5	Edema facial (si hubo superposición del cuello, la dosis en la cara sería unos 50 Gy; más elevada)

CUADRO A.I. (cont.)

ID	Tejido	% isodosis	d<	FX<	D<	T (min/Gy)	A (min/Gy)	min/campo	d>	FX>	D>	D	Margen de alfabeto	Margen de D(2)	Resultados médicos	
46	Base de la lengua (de campos laterales)	100				0.6	0.35	1.08	3.1	20	62.3	62.3	2	4	79.7 73.9	Hinchazón de la base de la lengua y laringe (si hubo superposición del campo anterior y no hubo protección del órgano, la dosis sería aprox. el doble)
47	Cerebro	100	2	5	10	0.7	0.41	1.05	2.6	23	59.0	69.0	1.5	2.5	78.5 76.4	Alto riesgo de secuelas neurológicas
52	Base de lengua	100	2	9	18	0.6	0.35	1.1	3.2	23	73.0	91.0	2	4	112 105	Edema de senos piriformes y alteraciones fibrosas
54	Cerebro	100	2	16	32	0.6	0.35	1.06	3.0	9	27.0	59.0	1.5	2.5	66.8 65.1	Riesgo de secuelas neurológicas
	Columna torácica	77				0.8	0.51	2.13	3.2	12	38.6	38.6	1.5	2.5	51.9 49	
	Columna lumbar	77				0.8	0.51	2	3.0	15	45.3	45.3	1.5	2.5	58.4 55.5	
57	Sistema gastro-intestinal	95	1.6	12	19.2	0.7	0.45	0.96	2.1	10	21.0	40.2	2	4	38.8 39.2	Hemorragia gastrointestinal (la dosis calculada no parece coincidir con los resultados médicos)
58	Médula cervical	100	2	16	32	0.6	0.35	1.07	3.0	9	27.2	59.2	1.5	2.5	67.1 65.3	Riesgo de secuelas neurológicas
	Columna torácica	75				0.8	0.51	2.13	3.1	6	18.8	18.8	1.5	2.5	24.8 23.5	
	Columna lumbar	75				0.8	0.51	2	2.9	6	17.6	17.6	1.5	2.5	22.36 21.3	
59	Tráquea	90				0.8	0.49	1.57	2.9	20	57.5	57.5	2	4	70.1 65.9	Necrosis de faringe, laringe y epilación sobre fosa posterior. Nota: Según ficha del paciente, desde la fracción 16 se planificó protección en el centro del haz, lo que reduciría la dosis en 14 Gy
60	Cara (del campo lateral izquierdo)	70				0.6	0.36	0.91	1.8	24	42.6	42.6	2	4	40.2 41	Edema y necrosis parcial de faringe y tráquea
	Cara (del campo lateral derecho)	70				0.6	0.36	0.37	0.7	24	17.3	17.3	2	4	11.8 13.6	Posible superposición con el campo anterior en la tráquea

CUADRO A.I. (cont.)

ID	Tejido	% isodosis	d<	FX<	D<	T (min/Gy)	A (min/Gy)	min/campo	d>	FX>	D>	D	Margen de alfabeto	Margen de D(2)	Resultados médicos	
60	Cuello (campo anterior)	95				0.8	0.49	1.53	3.0	24	71.0	71.0	2	4	88 82.3	(Si hubo superposición del campo anterior, la dosis sería aproximadamente el doble)
62	Recto	100				0.7	0.44	1.29	2.9	15	43.9	43.9	2	4	54 50.6	Estrinchamiento rectal
66	Corazón (P)	105				0.7	0.44	1.36	3.2	11	35.6	35.6	1.5	2.5	48.2 45.4	Posibles efectos cardíacos
67	Colon, lado derecho	100				0.5	0.31	0.96	3.1	16	49.8	49.8	2	4	63.6 59	Necrosis del lado derecho del colon
77	Piel y tejido subcutáneo	100	2	7	14	0.5	0.32	0.98	3.1	18	56.0	70.0	1.5	2.5	87.8 83.8	Graves cambios en la piel y complicaciones gastrointestinales
80	Médula espinal (de campos laterales) y nasofaringe	100				0.6	0.35	1.12	3.2	16	51.7	51.7	1.5	2.5	69.9 65.9	Cuadriplejía (si hubo superposición del campo anterior sin protección del órgano, la dosis sería casi el doble)
83	Intestino (de campos AP/PA) (P)	100	2.2	5	11	0.5	0.33	0.94	2.8	20	56.3	67.3	2	4	79.3 75.3	Al principio intoxicación gastrointestinal de grado 3, pérdida de peso, anemia, diarrea y hemorragia rectal continua, debe usar pañal
	Recto (de campos laterales) (P)	100	2.2	5	11	0.5	0.33	0.94	2.8	20	56.3	67.3	2	4	79.3 75.3	Hemorragia rectal continua
	Rectum (de campos laterales) (P)	90				0.9	0.59	1.61	2.5	5	12.4	12.4	2	4	13.8 13.3	Hemorragia rectal continua
85	Recto	100	2	6	12	0.5	0.30	1.13	3.7	12	41.8	56.8	2	4	76.3 69.8	Ulceración perirectal con posible infección/necrosis
95	Piel y tejido subcutáneo	100				0.5	0.32	1.08	3.4	14	47.1	47.1	2	4	63.1 57.7	Diarrea, induración de la piel
97	Médula espinal (de campos laterales)	95	1.9	11	20.9	0.5	0.33	1.02	2.9	8	23.5	44.4	1.5	2.5	50.2 48.9	Demielinación de la médula espinal (si hubo superposición del campo anterior sin protección del órgano, la dosis sería aproximadamente el doble)

CUADRO A.I. (cont.)

ID	Tejido	% isodosis	d<	FX<	D<	T (min/Gy)	A (min/Gy)	min/ campo	d>	FX>	D>	D	Margen de alfa/beta	Margen de D(2)	Resultados médicos		
106	Cerebro (P)	100	1.9	13	24.7	0.5	0.34	1	2.9	12	35.3	60.0	1.5	2.5	68.7	66.8	Inquietud ante posible necrosis radionduida del cerebro
	Médula espinal (P)	88				0.8	0.52	1.88	3.2	10	32.0	32.0	1.5	2.5	43	40.6	
109	Lóbulos temporales	100	2	4	8	0.5	0.33	1.05	3.1	16	50.3	58.3	1.5	2.5	74.8	71.1	Pérdida de la capacidad de hablar y caminar; leucoencefalopatía periventricular, microangiopatía mineralizante, atrofia

a d< = dosis por fracción antes del cambio de la fuente; FX< = cantidad de fracciones antes del cambio de la fuente; D< = dosis total al tumor antes del cambio de la fuente; T = Theratron-80; A = Alcyon II; d> = dosis por fracción después del cambio de la fuente; FX> = cantidad de fracciones después del cambio de la fuente; D> = dosis total al tumor después del cambio de la fuente; D = dosis total general; y D(2) = dosis total administrada en fracciones de 2 Gy que serían biológicamente equivalentes a D.

Nota: (P) = imágenes de cortes obtenidas de verdaderos pacientes

- 1) El tiempo/Gy (T) para que la unidad Theratron-80 emita 1 Gy se convirtió al tiempo/Gy (A) correspondiente a la fuente de la máquina Alcyon II, teniendo en cuenta la tasa de dosis de las dos fuentes;
- 2) El tiempo real del tratamiento se obtuvo de las fichas de los pacientes;
- 3) A partir de los dos valores y de la isodosis que atraviesa el tejido de riesgo se obtuvo la dosis por fracción (d<), o sea, la dosis diaria;
- 4) La dosis total con la nueva fuente (D>) se obtuvo a partir de la cantidad de fracciones indicadas en las fichas de los pacientes.

A.2.2. Determinación de la dosis equivalente a 2 Gy/fracción D(2)

La dosis por fracción administrada a tejidos en situación de riesgo fue superior a la normal debido a las siguientes causas:

- 1) Mala calibración del haz, que condujo a dosis superiores a las prescritas (dosis más alta por fracción y dosis total más alta);
- 2) Prescripción de dosis fraccionales más altas y menor número de fracciones;
- 3) Alternancia de campos en vez de usar ambos campos cada día.

El efecto de dichos factores se ha investigado en la muestra de casos que figura en los Cuadros A.II a) a d).

A.2.2.1. Efecto de una dosis superior por fracción

El efecto de una dosis superior por fracción y un número menor de fracciones para la misma dosis total se muestra en el Cuadro A.II a). Dentro del intervalo de dosis importante a efectos del presente informe, la utilización de tres fracciones (en vez de cinco) por semana durante todo el tratamiento conlleva un aumento de D(2) de más del 30%. Si la dosis total se divide en dos fracciones y no en cinco, el aumento de D(2) es de un 75%.

Si se aplica una dosis superior por fracción y se aumenta la dosis total, lo que fue justamente la consecuencia del error de calibración, el aumento de D(2) es proporcionalmente superior, en función de la parte del tratamiento que se haya realizado con la nueva fuente.

Dichos efectos se plasman en los resultados que figuran en el Cuadro A.I; en vez de un valor alfa/beta único para cada tejido, se utilizaron los siguientes valores: 1,5-2,5 para el cerebro y la médula espinal, y 2-4 para el resto de los tejidos. De estos valores se derivan los valores para D(2) que figuran en las columnas correspondientes del Cuadro A.I. Por lo general, los valores de D(2) son superiores a la dosis absorbida administrada calculada (D).

CUADRO A.II. EJEMPLOS DE MUESTRAS^a

<i>a) Influencia de la dosis por fracción y el número de fracciones por semana para la misma dosis total por semana</i>									
	d	FX	D		Alfa/beta	D(2)			Factor de incremento
Cinco fracciones/semana (2 Gy/fracción)	2	30	60		2	60,0			
Tres fracciones/semana (3,33 Gy/fracción)	3,33	18	60		2	80,0			1,33
Dos fracciones/semana (5 Gy/fracción)	5	12	60		2	105,0			1,75

<i>b) Influencia del tratamiento de ambos campos cada día o tratamiento de campos alternos (piel)</i>										
	d1	FX1	D1	d2	FX2	D2	D	Alfa/beta	D(2)	Factor de incremento
Dos campos paralelos opuestos cada día (30 fracciones)	2	30	60				60,0	3	60,0	
Piel en la zona de la cabeza (factor 2 (por ejemplo d1 es casi el doble que d2))	2,7	15	40,5	1,3	15	19,5	60,0	3	62,9	1,05
Piel en la zona abdominal (factor 3 (por ejemplo d1 es casi el triple que d2))	3	15	45	1	15	15	60,0	3	66,0	1,10

<i>c) Influencia del tratamiento de todos los campos cada día o tratamiento de campos alternos (recto)</i>										
	d1	FX1	D1	d2	FX2	D2	D	Alfa/beta	D(2)	Factor de incremento
Todos los campos cada día	2	30	60				60	3	60,0	
Muestras de recto (factor 2 (por ejemplo d1 es casi el doble que d2))	2,7	15	40,5	1,30	15	19,5	60	3	62,9	1,05

<i>d) Influencia del tratamiento de todos los campos cada día o tratamiento de campos alternos (médula espinal)</i>										
	d1	FX1	D1	d2	FX2	D2	D	Alfa/beta	D(2)	Factor de incremento
Todos los campos cada día	2	30	60				60	2	60,0	
(factor 2 (por ejemplo d1 es casi el doble que d2))	2,7	15	40,5	1,30	15	19,5	60	2	63,7	1,06

^a d = dosis por fracción; FX = cantidad de fracciones por semana; D = dosis total por semana; D(2) = dosis total administrada en fracciones de 2 Gy que equivaldrían biológicamente a D.

Nota: d1, d2, etc.: 1 = campo 1; 2 = campo 2 (véase Sección A.2.2.2. con explicaciones detalladas).

CUADRO A.III. DOSIS ESTIMADA Y DOSIS EQUIVALENTE A 2 Gy/FRACCIÓN (PIEL Y TEJIDO SUBCUTÁNEO, REGION ABDOMINAL) PARA CAMPOS ALTERNOS, OPUESTOS Y PARALELOS^a

ID	Tejido	d1<	FX1<	D1<	d2<	FX2<	D2<	min/ campo	d1>	FX1>	D1>	d2>	FX2>	D2>	D	Margen de alfa/beta	Margen de D(2)	Resultados médicos	
8	Piel y tejido subcutáneo, región sacra	3,3	10	33	1	10	10	2,58	5,25	3	15,8	1,6	2	3,2	61,9	2	4	82,6 75,7	Pigmentación sacral grave
62	Piel y tejido subcutáneo, región pélvica							2,57	5,23	8	41,8	1,3	7	9,2	51,0	2	4	83,2 72,5	Induración fibroide, temor de que haya resquebrajamiento de la piel
78	Piel y tejido subcutáneo, región sacra	3,3	5	16,5	1	4	4	2,04	4,15	8	33,2	1,2	8	10,0	63,7	2	4	84,0 77,2	Ulceración infectada por sobreexposición de la piel, y vagina ulcerada

^a d1< = dosis por fracción; FX1< = número de fracciones antes del cambio de la fuente; D1< = dosis total al tumor antes del cambio de la fuente; d1> = dosis por fracción después del cambio de la fuente; FX1> = número de fracciones después del cambio de la fuente; D1> = dosis total al tumor después del cambio de la fuente; D = dosis total general; D(2) = dosis total administrada en fracciones de 2 Gy que serían equivalentes biológicamente a D.

Nota: d1, d2, etc.: 1 = campo 1; 2 = campo 2 (véase la Sección A.2.2.2. con explicaciones detalladas).

A.2.2.2. Efecto de alternar los campos en vez de irradiar ambos campos

Se investigó el efecto resultante de irradiar alternadamente cada campo cada segundo día en vez de tratar ambos campos cada día (en el caso de dos campos opuestos paralelos).

Los tejidos situados a una profundidad intermedia reciben la misma dosis diaria, independientemente de que el tratamiento se aplique en ambos campos cada día o en campos alternos. Por tanto, el efecto biológico al tratar ambos campos cada día o alternadamente carece de importancia, puesto que los valores d y D siguen siendo iguales.

La principal diferencia se notaría en los tejidos localizados de tal forma que un día se hallen próximos al punto de entrada del haz y al día siguiente estén cerca del punto de salida del haz, por ejemplo el tejido subcutáneo (a la D_{max}) y tejido de los pliegues cutáneos, el recto, la vejiga, y la médula espinal dorsal y lumbar.

Los resultados del experimento de cálculo se detallan en los Cuadros A.II b), c) y d), en los que el valor $d1$ es la dosis recibida si el tejido se encuentra más cerca del punto de entrada del haz, y $d2$ es la dosis recibida si el tejido se encuentra más cerca del punto de salida del haz. En el cuadro se ve que el efecto biológico de tratar campos alternos es de un 5-6%, excepto para la piel de la región abdominal, donde el cociente entre la dosis de entrada y la dosis de salida puede elevarse a 3-4, en función del grosor del cuerpo del paciente y los aumentos de $D(2)$ de un 10% o superior.

Por tanto, esta consideración sólo se tuvo en cuenta para los pliegues de la piel y el tejido subcutáneo de pacientes que recibieron tratamiento en la región abdominal con campos opuestos y paralelos alternados cada segundo día, concretamente, los *pacientes N° 8, 62 y 78*. Los resultados figuran en el Cuadro A.III.

REFERENCIAS

- [1] METTLER, F.A., Jr., Medical Effects of Ionizing Radiation, Saunders, Filadelfia, PA (1996).
- [2] AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE, Comprehensive Quality Assurance for Radiation Oncology, Task Group 40, Med. Phys. 21 4 (1994).
- [3] COMISION INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS DE RADIACION, Prescribing, Recording and Reporting Photon Beam Therapy, ICRU Publication N° 50, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [4] INTERNATIONAL UNION AGAINST CANCER, TNM Classification of Malignant Tumours, 4ª Ed., Springer-Verlag, Berlín (1987)
- [5] COMISION INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS DE RADIACION, Dose Specificity for Reporting External Beam Therapy with Photons and Electrons, ICRU Publication No. 29, ICRU, Bethesda, MD (1978).
- [6] COMISION INTERNACIONAL DE UNIDADES Y MEDIDAS DE RADIACION, Dose and Volume Specifications for Reporting Intracavitary Therapy in Gynecology, ICRU Publication N° 38, ICRU, Bethesda, MD (1985).
- [7] COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA, Protección radiológica y seguridad en medicina, CIPR, Publicación N° 73, An. CIPR 26 2 (1996).
- [8] COMISION INTERNACIONAL DE PROTECCION RADIOLOGICA, Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990, CIPR, Publicación N° 60, An. CIPR 21 (1992) 1-13.
- [9] ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO, AGENCIA PARA LA ENERGIA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, Colección Seguridad N° 115, OIEA, Viena (1997).
- [10] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Determinación de la Dosis Absorbida en haces de Fotones y Electrones: Código Internacional de Prácticas, Colección de Informes Técnicos N° 277, 2ª ed., OIEA, Viena (1998).
- [11] CASTELLANOS, E., Informe de la Misión al OIEA, 1996.
- [12] BORRAS, C., Informe de la Misión al Grupo de Expertos, 1996.
- [13] JIMENEZ, J. C., Informe de la Misión al Grupo de Expertos, 1996.
- [14] FOWLER, J., Brief summary of radiobiological principles in fractionated radiotherapy, Semin. Radiat. Oncol. J. 2 (1992) 16-21.
- [15] FOWLER, J., The linear-quadratic formula and progress in fractionated radiotherapy, Br. J. Radiol. 62 (1989) 679-694.
- [16] Basic Clinical Radiobiology (STEEL, C.C., ARNOLD, E., Eds), Medical Marketing Department, Arnold, Londres (1997).
- [17] Radiation Injury to the Nervous System (GUTIN P.H., LEIBEL, S.A., SHELINE, G.E., Eds), Raven Press, Nueva York (1991).

- [18] Radiopathology on Organs and Tissues (SCHERER, E., STREFFER, C., TROTT, K.R., Eds), Springer-Verlag, Heidelberg (1991).
- [19] Central Axis Depth Dose Data for Use in Radiotherapy, Supplement 17, Br. J. Radiol. (1983).
- [20] Atlas of Cross-Sectional Anatomy (Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging), Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1994).

COLABORADORES EN LA REDACCION Y REVISION

Arrieta, L.	Defensoría de los Habitantes, San José (Costa Rica)
Bermúdez Jiménez, L.	Ministerio de Salud, San José (Costa Rica)
Kutcher, G.J.	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, Nueva York (Estados Unidos de América)
Landberg, T.	Malmö University Hospital, Malmö (Suecia)
Marengo Zúñiga, H.	Hospital de México, San José (Costa Rica)
Medina Trejos, E.	Hospital Calderón Guardia, San José (Costa Rica)
Mettler, F.A., Jr. (<i>Presidente</i>)	Universidad de Nuevo México, Albuquerque, Nuevo México (Estados Unidos de América)
Mora Rodríguez, P.	Universidad de Costa Rica, Miembro de la Junta Directiva de la Comisión de Energía Atómica, San José (Costa Rica)
Nénot, J.-C.	Institut de protection et de sûreté nucléaire, Fontenay-aux-Roses (Francia)
Ortiz López, P. (<i>Secretario científico</i>)	Organismo Internacional de Energía Atómica
Pacheco Jiménez, R.	Ministerio de Salud, Miembro de la Junta Directiva de la Comisión de Energía Atómica, San José (Costa Rica)
Pérez Ulloa, V.	Hospital México, San José (Costa Rica)

COLABORADORES EN LA EVALUACION

Griffith, R.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ortiz López, P.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Webb, G.A.M.	Organismo Internacional de Energía Atómica

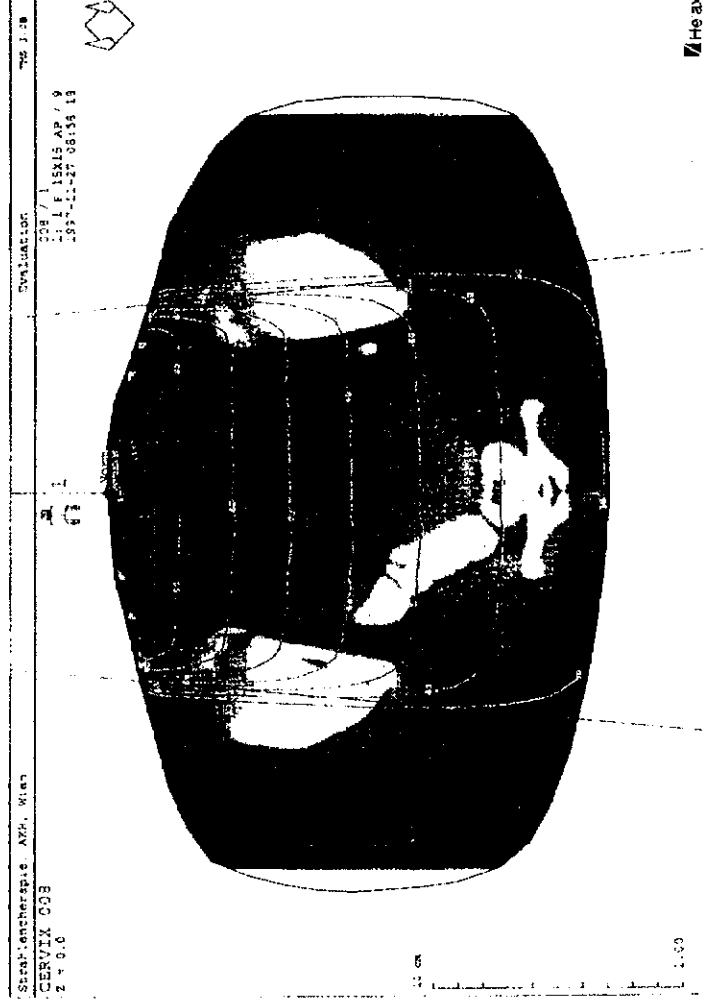
Reunión de Consultores

San José (Costa Rica): 7 a 11 de julio de 1997
 Viena (Austria): 1 a 6 de septiembre de 1997

ILUSTRACIONES

Las imágenes con leyendas acompañadas por una (P) (véase también el Cuadro A.I.) son de los verdaderos pacientes

Las demás imágenes se han extraído del Atlas of Cross-Sectional Anatomy (Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging) [20] y se reproducen en el presente documento con autorización de la editorial Georg Thieme Verlag, Stuttgart (Alemania)



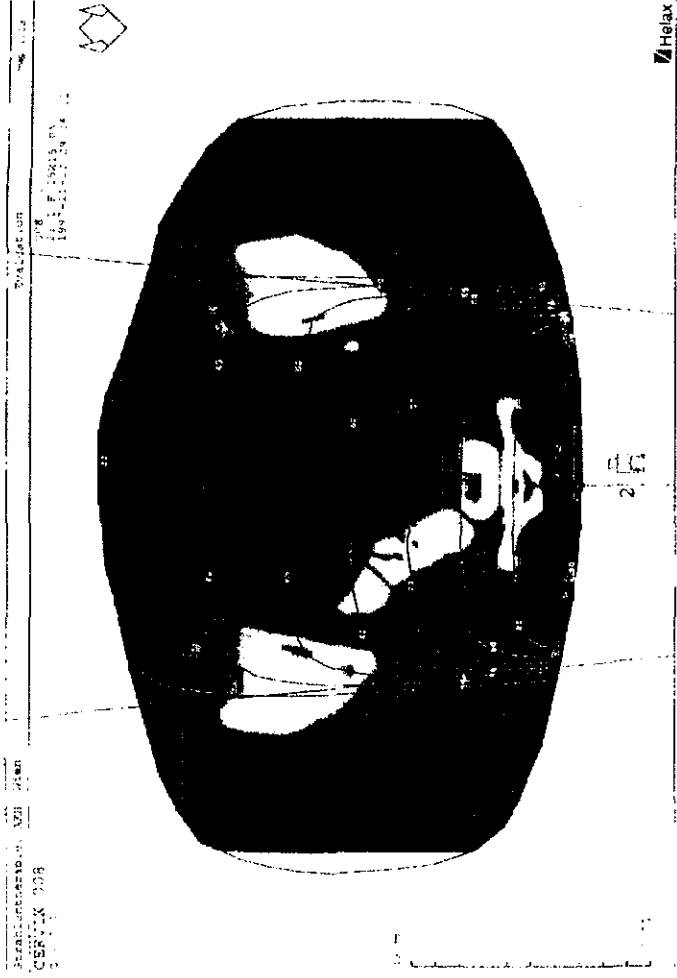


Imagen 2. Paciente N° 3: cálculo de ítero (campo PA). Los cálculos de los campos AP y PA se hicieron por separado para hacer una estimación utilizando una dosis biológicamente equivalente a 2 Gy (fracción) del efecto sobre la piel al tratar campos alternos cada segundo día

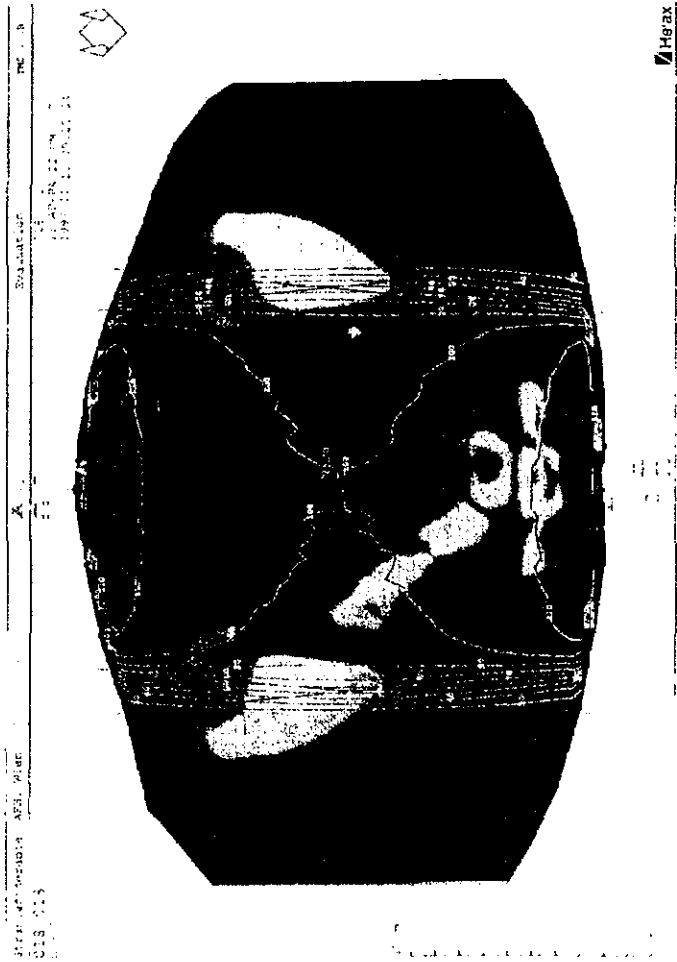


Imagen 3. Paciente N° 15: cálculo de ítero, ítero e intestino.

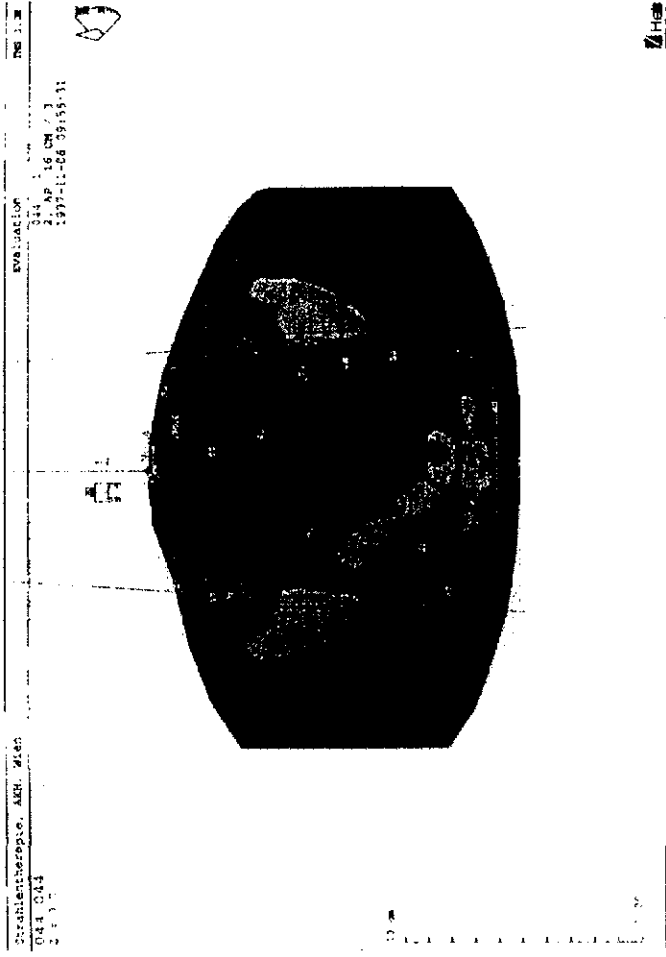


Imagen 8. Paciente Nº 44: cuello de útero (pliegues cutáneos e intestino).

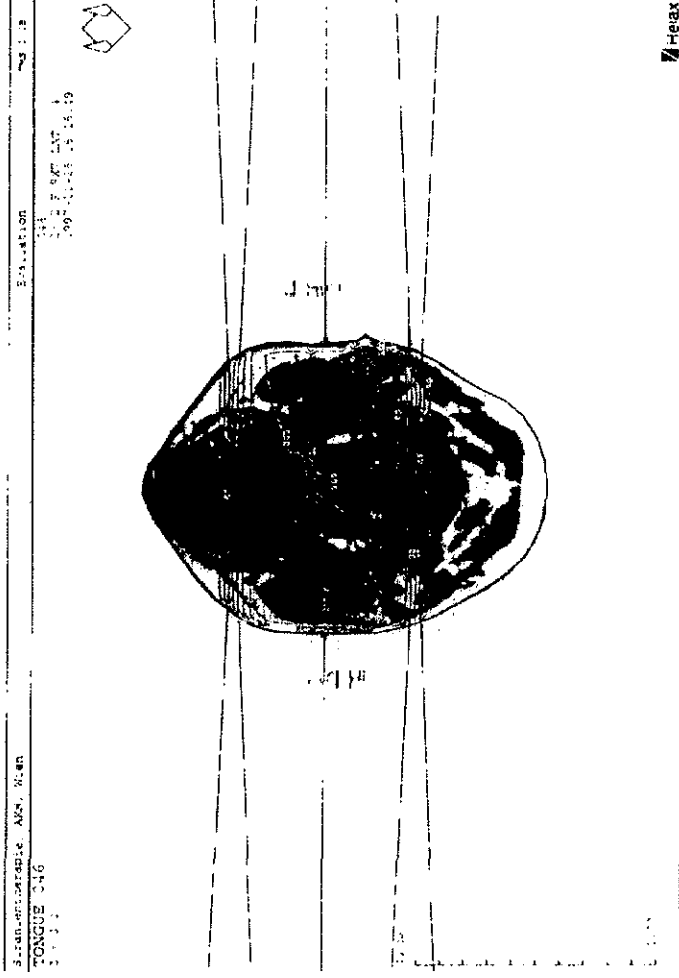


Imagen 9. Paciente Nº 46: lengua (piel y tejido subcutáneo).

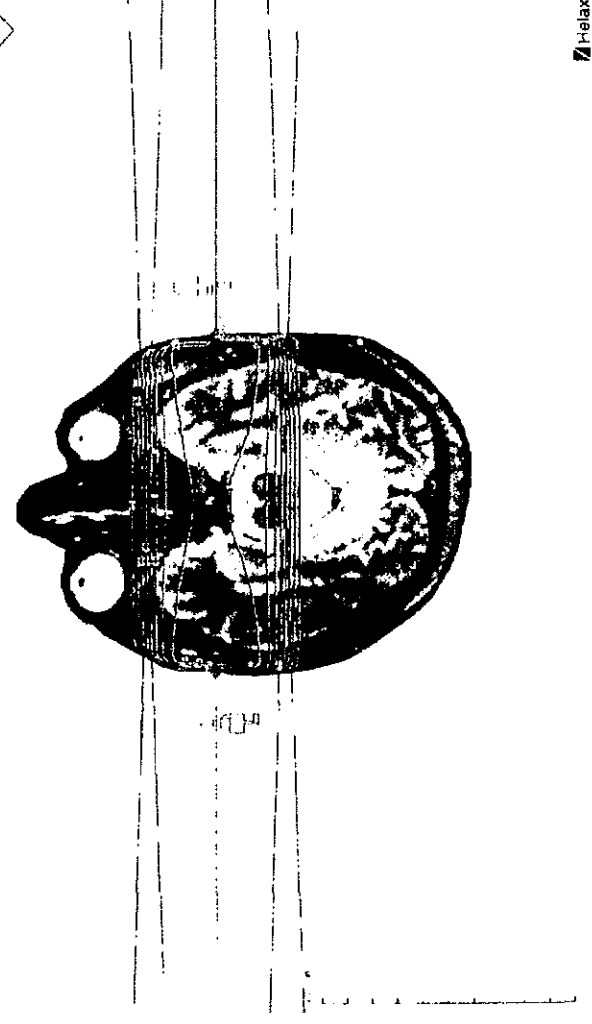
SCANSIEMEMORIA ASH 2-00
NECK 45-80
2-0-01
SCANSIEMEMORIA
17-17 250 AP 3
1987-03 02 17.04.13



Helax

Imagen 10. Pacientes N^{os} 45 y 80. cuello.

SCANSIEMEMORIA ASH 2-00
HYPOPHYSIS 047
2-0-01
SCANSIEMEMORIA
17-17 250 AP 3
1987-03 02 17.04.13



Helax

Imagen 11. Paciente N^o 47. hipofisis.

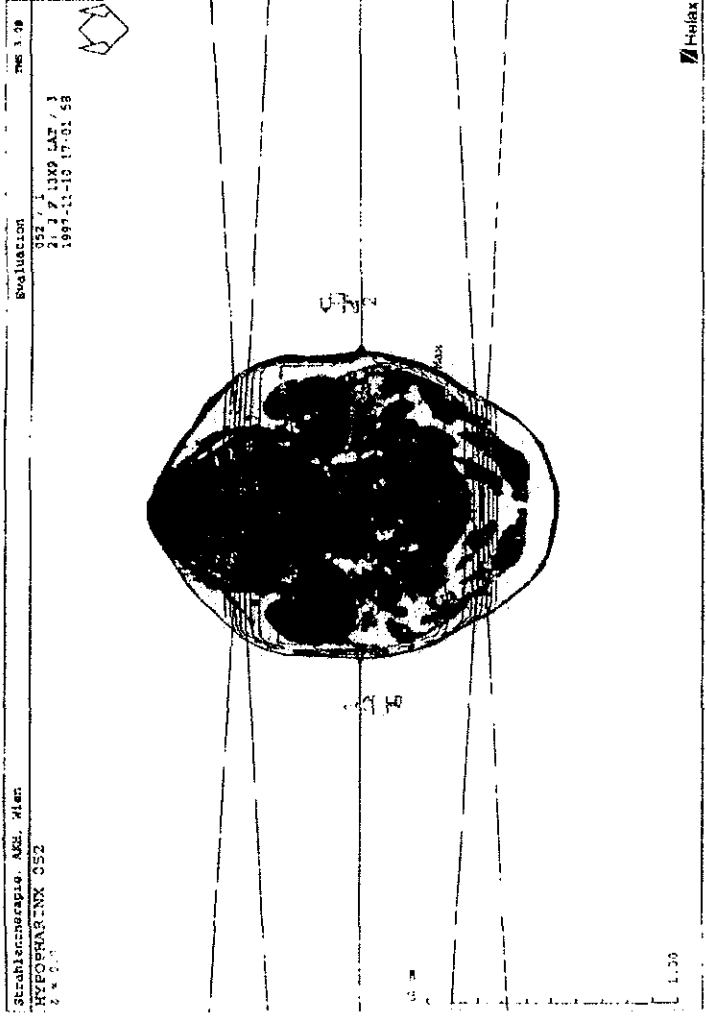


Imagen 12. Paciente Nº 32: hipofaringe.

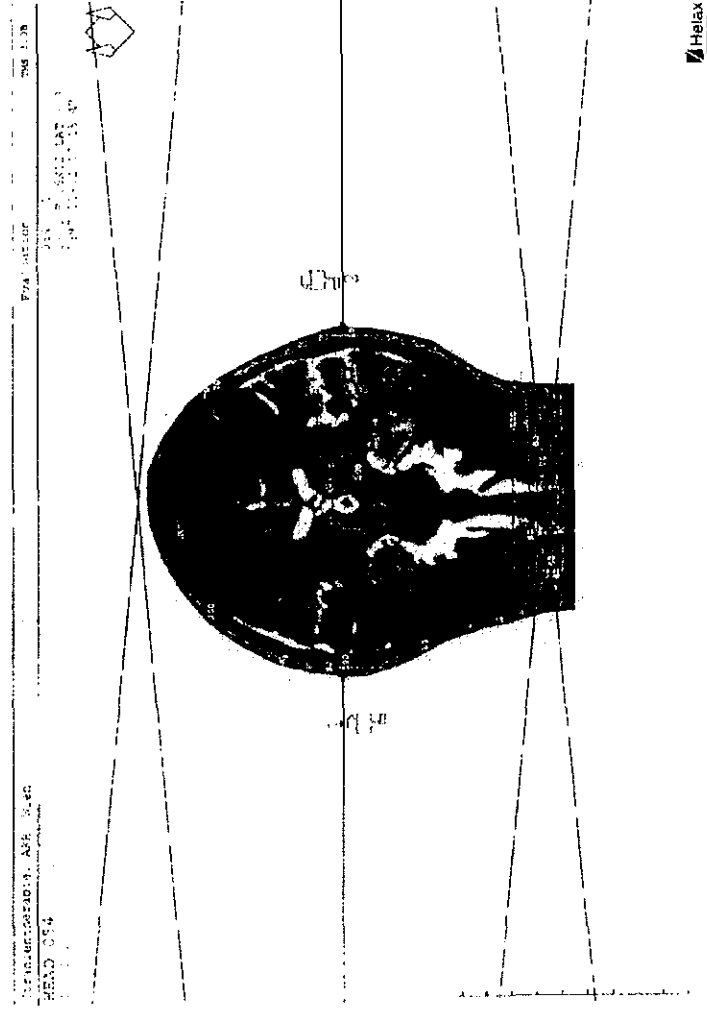


Imagen 13. Paciente Nº 54: cabecita.



Imagen 14. Paciente N° 54. tórax

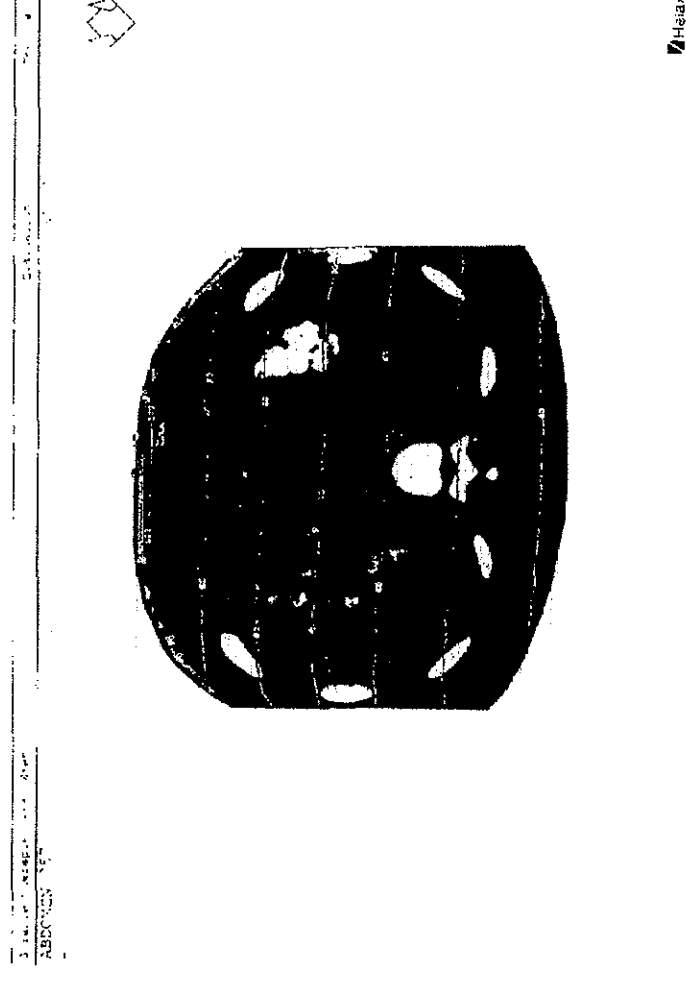


Imagen 15. Paciente N° 7. abdomen

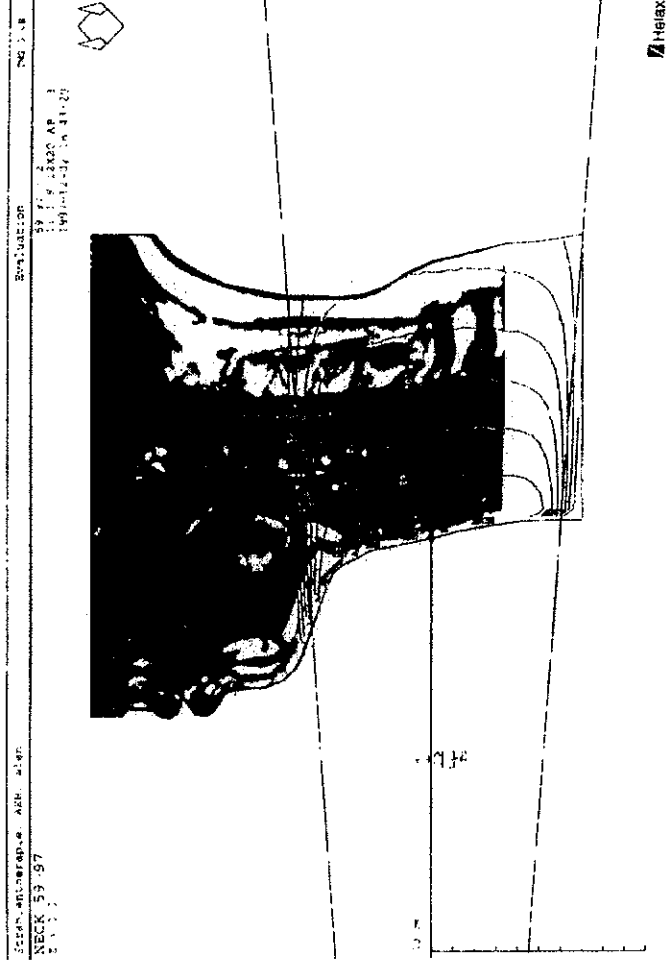


Imagen 16. Pacientes N°s 59 y 97: cuello.

Helax

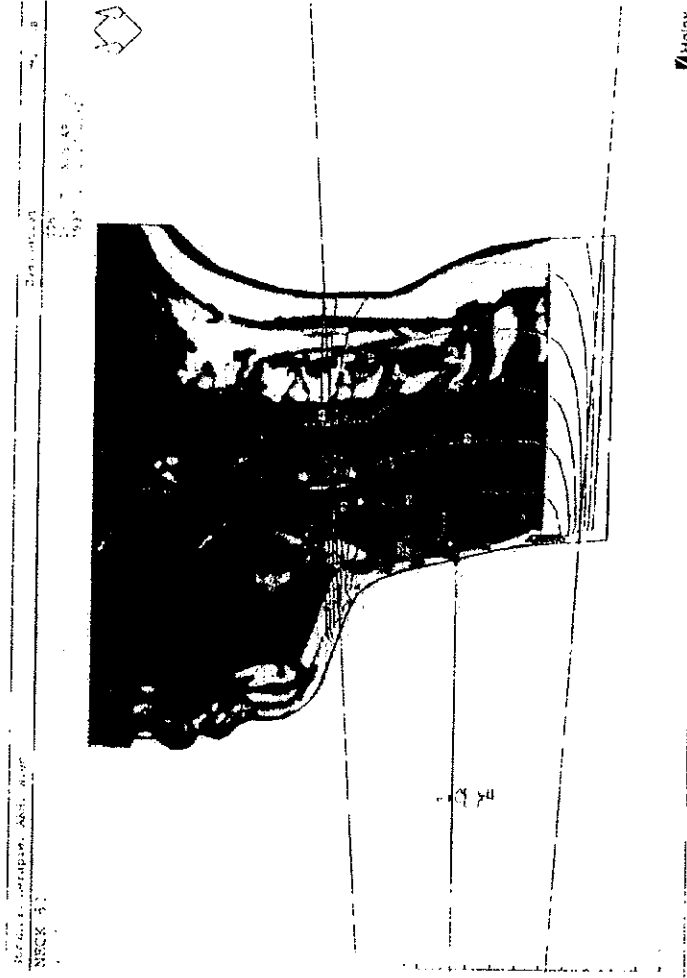
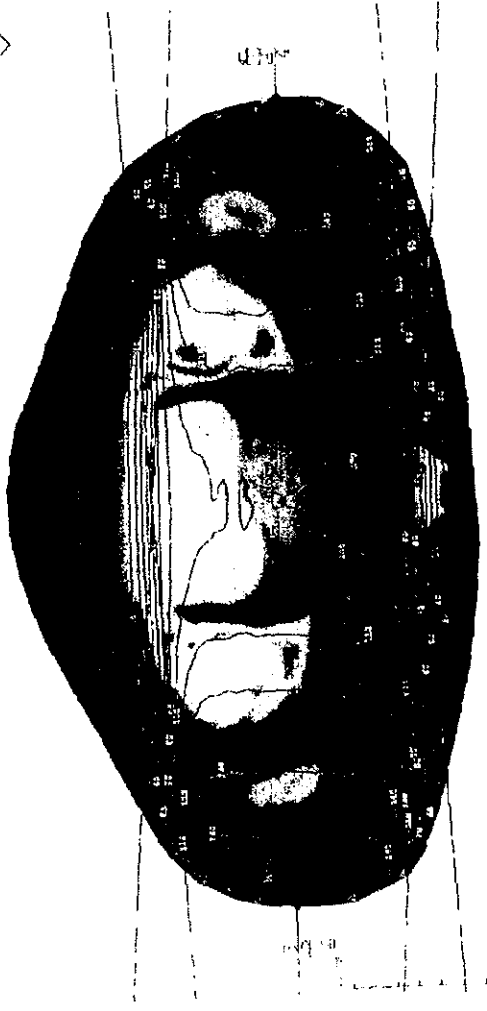


Imagen 17. Paciente N° 60: cuello.

Helax

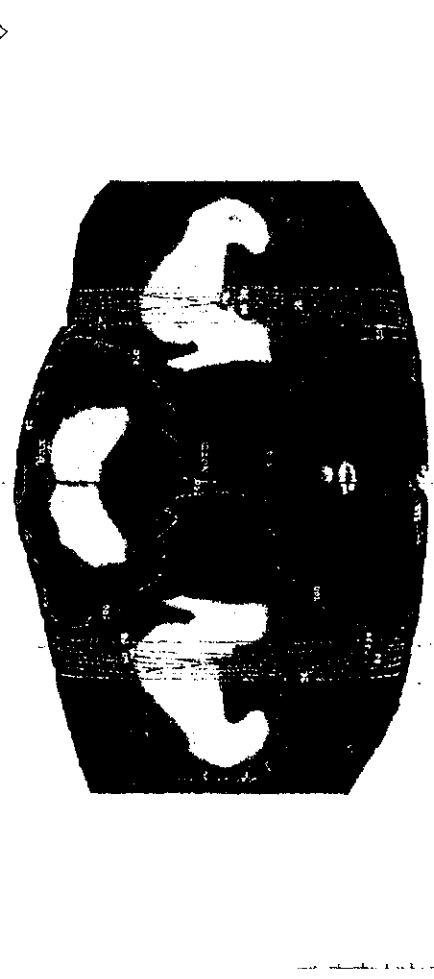
RECONSTRUCCIÓN DE LA
CERVICAL (33)



Relax

Imagen 26. Paciente Nº 83: cuello de item, recto.

RECONSTRUCCIÓN DE LA
PELVIS (35)



Relax

Imagen 27. Paciente Nº 85: pelvis, recto.

LUGARES DE VENTA DE LAS PUBLICACIONES DEL OIE

En los países que se enumeran a continuación, las publicaciones del OIEA se pueden adquirir en los lugares que se señalan seguidamente o en las principales librerías del país. El pago puede efectuarse en moneda nacional o con cupones de la UNESCO

- ALEMANIA**
UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Poppenlocher Alee 55, D-53115 Bonn
Teléfono: +49 228 94 90 20 • Fax: +49 228 21 74 92
Web site: <http://www.uno-mlp.de> • Correo electrónico: unovet@arabnet.com
- AUSTRALIA**
Purvis Publications, 58A Gipsy Street, Colytonwood, Victoria 3045
Teléfono: +61 3 9417 5361 • Facsímil: +61 3 9418 7156 • Correo electrónico: pubsales@ozemail.com.au
- BELGICA**
Jean de Lannoy, Avenue du Roi 202, B-1190 Bruselas • Teléfono: +32 2 516 43 08 • Facsímil: +32 2 538 08 41
Correo electrónico: jean.de.lannoy@skynet.be • Web site: <http://www.ion.be/jeanoy.htm>
- BRUNEI**
Parry's Book Center Sdn Bhd., 60 Jalan Negara, Taman Melawati, 53100 Kuala Lumpur, Malasia
Teléfono: +60 3 4073176, 4079179, 4078726, 4087528 • Facsímil: +60 3 407 9180
Correo electrónico: para@pub3.jaring.my • Web site: <http://www.malnet.my/~parrybook/parry.htm>
- CHINA**
Publicaciones del OIEA en chino: China Nuclear Energy Industry Corporation, Translation Section, P.O. Box 2103, Be
- DINAMARCA**
Munksgaard Subscription Service, Nørre Søgade 35, P.O. Box 2148, DK-1016 Copenhagen K
Teléfono: +45 33 12 85 70 • Facsímil: +45 33 12 93 87
Correo electrónico: subscription.service@munksgaard.dk • Web site: <http://www.trunksgaard.dk>
- EGIPTO**
The Middle East Observer, 41 Ghout Street, Cairo
Teléfono: +20 2 3979 732, 3976 911 • Fax: +20 2 3979 732, 3966 804 • Correo electrónico: kudat@skynet.com
- ESLOVAQUIA**
Ata Press s.r.o., Bratislava 20, SO 032 10 Bratislava • Teléfono/Fax: +421 7 546 0489
- ESPAÑA**
Diz de Santos, Lagasca 91, E-28006 Madrid
Teléfono: +34 91 431 24 82 • Facsímil: +34 91 575 55 63 • Correo electrónico: natalia@dizdesantos.es
Diz de Santos, Paines 417, 419, E-08022 Barcelona
Teléfono: +34 93 272 86 41 • Facsímil: +34 93 211 49 91 • Correo electrónico: balmes@dizdesantos.es
Correo electrónico general: revistas@dizdesantos.es • Web site: <http://www.dizdesantos.es>
- ESTADOS UNIDOS DE AMERICA**
Bernan Associates, 4611 F Assanby Drive, Lanham, MD 20706-4191, E.E.U.U.
Teléfono: 1 800-274-4447 (línea sin cargo) • Facsímil: (301) 459-0056 / 1 800 855 3450 (línea sin cargo)
Correo electrónico: order@bernan.com • Web site: <http://www.bernan.com>
- FRANCIA**
Nucleon, Immeuble Pluton, Parc des Acquisitions, F-91194 Gif-sur-Yvette Cedex
Teléfono: +33 1 69 353636 • Facsímil: +33 1 69 350039 • Correo electrónico: nucleon@wanadoo.fr
- HUNGRIA**
Lithotrade Ltd., Book Import, F.O. Box 328, H-1656 Budapest
Teléfono: +36 1 257 7777 • Facsímil: +36 1 257 7472 • Correo electrónico: books@lithotrade.hu
- INDIA**
Viva Books Private Limited, 4325/3, Ansal Road, Darya Ganj, Nueva Delhi 110002
Teléfonos: +91 11 327 9293, 328 3121, 328 5874 • Facsímil: +91 11 326 7274
Correo electrónico: viva.viva@conclglobalnet.com
- ISRAEL**
YOZMOT Ltd., 3 Yohanan Hasandak St., P.O. Box 56055, R-61560 Tel Aviv
Teléfono: +972 3 5284851 • Facsímil: +972 3 5285397
- ITALIA**
Libreria Scientifica Diff. Lucio de Bosisio AE "DU", Via Corridò 6, I-20146 Milán
Teléfono: +39 2 48 95 45 52 o 48 95 45 62 • Facsímil: +39 2 48 95 45 48
- JAPON**
Maruzen Company, Ltd., P.O. Box 5050, 430-51 Tokyo International
Teléfono: +81 3 3272 7211 • Facsímil: +81 3 3276 1937 • Correo electrónico: order@maruzen.co.jp
Web site: <http://www.maruzen.co.jp>
- MALASIA**
Parry's Book Center Sdn Bhd., 60 Jalan Negara, Taman Melawati, 53100 Kuala Lumpur
Teléfonos: +60 3 4079176, 4079179, 4078726, 4087528 • Facsímil: +60 3 407 9180
Correo electrónico: para@pub3.jaring.my • Web site: <http://www.malnet.my/~parrybook/parry.htm>
- PAISES BAJOS**
Martinus Nijhoff International, P.O. Box 269, NL-2301 AX La Haya
Teléfono: +31 793 884 400 • Facsímil: +31 793 615 698
Correo electrónico: order@nijhoff.nl • Web site: <http://www.nijhoff.nl>
Swets and Zeitlinger B.V., P.O. Box 820, NL-2191 SZ Lisse
Teléfono: +31 252 436 111 • Facsímil: +31 252 415 888
Correo electrónico: info@swets.nl • Web site: <http://www.swets.nl>
- POLONIA**
Foreign Trade Enterprise, Ans Polona, Book Import Dept., 7 Krakowska Przemysłowa Street, PL 00 950 Varsovia
Teléfono: +48 22 826 1291 ext. 147, 151, 152 • Facsímil: +48 22 826 6240
Correo electrónico: ans_pol@poczta.oni.pl • Web site: <http://www.aspolon.pl>
- REINO UNIDO**
The Stationery Office Ltd, International Sales Agency, 51 Lizza Lane, London SW9 5DF
Teléfono: +44 171 873 9030 • Facsímil: +44 171 873 8403
Correo electrónico: books_bookorders@stationeryuk.com • information@stationeryuk.com
Web site: <http://www.the-stationery-office.com>
- SINGAPUR**
Parry's Book Center Pte Ltd., 528 A Main Road, HSOH Road, Singapur 1226
Teléfono: +65 744 8673 • Facsímil: +65 744 8676
Correo electrónico: para@pub3.jaring.my • Web site: <http://www.malnet.my/~parrybook/parry.htm>

Igualmente pueden hacerse pedidos y consultas directamente a

Dependencia de Promoción y Venta de Publicaciones, Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagramstrasse 5, Apartado 100, A-1400 Viena, Austria
Teléfono: +43 1 2600 22529 (o 22530) • Facsímil: +43 1 2600 29302
Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Web site: <http://www.iaea.org/worldatom/publication>

99-02900

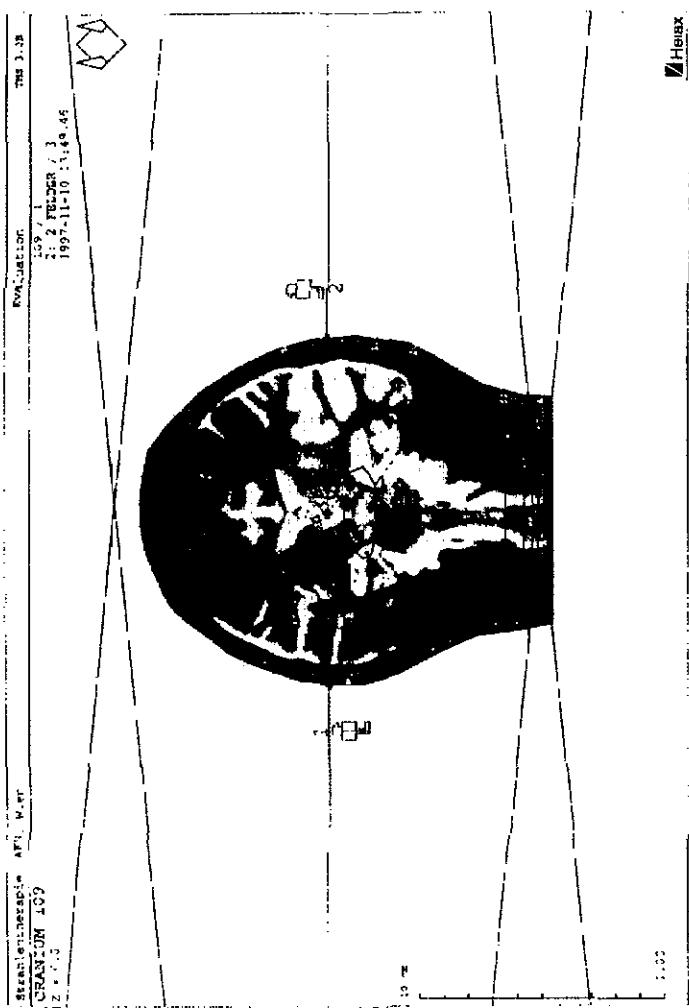


Imagen 30. Paciente N° 109, cráneo

SECCIÓN DE INVESTIGACIONES EN FÍSICA NUCLEAR
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN FÍSICA NUCLEAR
CENSA-CONICET
7. C.C.
EVALUACION
109 / 1
21 FEBRER / 3
1997-11-10 11:49:46