

136

INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGIA

GEOMETRIA Y APLICACIONES DE CAMPOS  
OPUESTOS ROTATORIOS E ISOCENTRICOS

PRESENTADO A : Dr. ARMANDO GAITAN G.

POR : NEREYDA URANGO SOTO

BOGOTA, XII-3-82

1/28/82

## INDICE

INTRODUCCION	Pág.
Campos Opuestos.....	1 - 2
Distancia foco-superficie fija.....	3
Distancia foco-eje fija.....	4
Características físicas de los campos opuestos.....	5 - 6
Terapia de movimiento.....	6 - 7
Características físicas de la terapia de movimiento.....	7 - 8
Terapia rotatoria.....	9 - 10
Terapia pendular.....	10 - 11
Skip.....	11
Dosificación de la terapia de movimiento....	12 - 13
Indicaciones para el uso general de la terapia de movimiento.....	14 - 15
Dósímetro de dosis transmitida.....	15 - 17
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

## INTRODUCCION

Por medio de este trabajo he aprendido, la gran importancia que tiene el uso de múltiples campos para conseguir una mayor dosis en el tumor y reducir al mínimo la dosis en los tejidos adyacentes.

En cuanto a la terapia de movimiento, nos damos cuenta de que surgió debido a que con unidades de Rayos X no es posible dar una dosis curativa aún utilizando la técnica de fuegos cruzados. Esta técnica móvil, permite una mejor localización y angulación del enfermo.

La distancia foco-superficie fija y foco-eje fija tiene gran importancia en todos estos tratamientos ya que sin estas distan - cias no se puede garantizar la dosis que recibe el tumor.

Para saber la dosis que recibe el tumor es indispensable usar aparatos muy precisos llamados cámaras de ionización, también podemos usar métodos químicos como por ejemplo la termolumini - cencia.

## CAMPOS OPUESTOS

Son dos campos que convergen en un mismo sitio (volumen blanco), con puertas de entradas diferentes y una angulación de  $180^{\circ}$  entre campos.

En la mayoría de los tratamientos es preciso combinar campos para conseguir la dosis deseada con una distribución aceptable de la radiación en el "volumen blanco", y para que los tejidos sanos reciban una dosis mucho menor que la dosis que se le administra a la lesión.

En los campos opuestos se consigue una dosis alta y homogénea en el tumor y mucho menor en los tejidos circundantes.

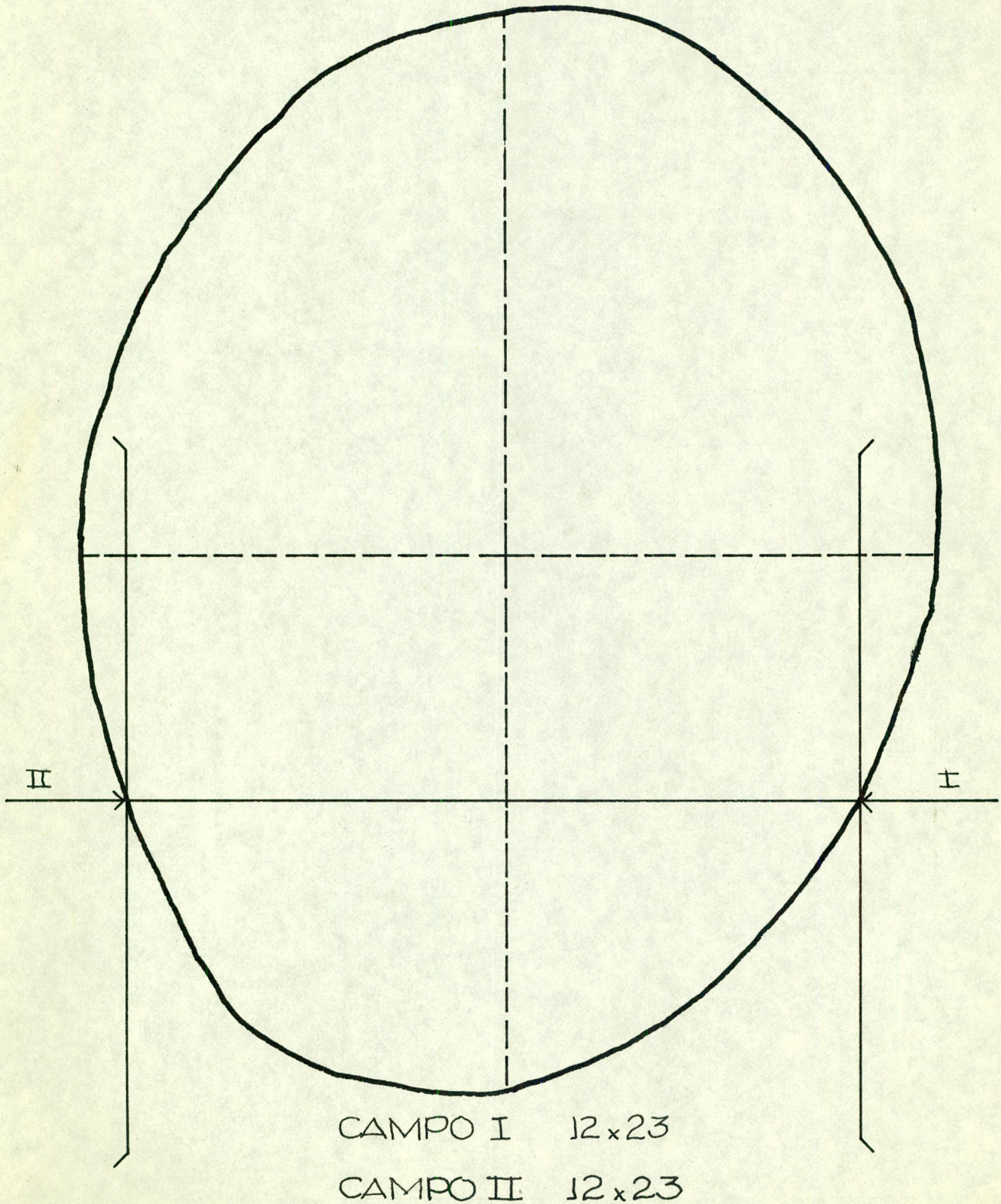
En general se aconseja que los campos opuestos sean del mismo tamaño, para garantizar una mejor distribución de la dosis.

La geometría debe conservarse ejemplo: distancia foco-superficie y/o distancia foco-eje, recordando siempre que cuando se utiliza la distancia foco-eje, el tamaño del campo queda definido sobre el volumen tumoral y no sobre la piel del paciente.

Las consecuencias de una dosis alta en la superficie de la piel generalmente, se traduce en una epidermitis severa cuando se hacen tratamientos con Rayos X y fibrosis subcutánea cuando se

utiliza cobalto-60.

Estos fenómenos indeseables son corregidos precisamente con la utilización de múltiples campos.



### DISTANCIA FOCO-SUPERFICIE FIJA

Es la distancia medida en el rayo central, entre la superficie frontal de la fuente y la superficie del objeto a irradiar. Esta distancia permanece constante durante todo el tratamiento. El porcentaje aumenta en todas las profundidades variando la distancia foco-superficie.

La distancia foco-superficie tiene en ciertos casos una influencia mayor, que la calidad de la radiación pudiéndose corregir con una distancia foco-superficie elevada.

Un porcentaje de dosis a cierta profundidad mayor que la producida en el mismo punto por una irradiación de más energía pero usando una distancia foco-superficie menor. Por ello es muy importante la distancia foco-superficie porque hay que conjugar dos factores opuestos: mientras que a mayor distancia aumenta el porcentaje en profundidad, la intensidad de dicha dosis disminuye.

### DISTANCIA FOCO-EJE FIJA

Es la distancia medida en el rayo central de la fuente al centro del "volumen blanco", permaneciendo constante durante todo el tratamiento.

La distancia foco-eje se obtiene sabiendo la profundidad exacta del tumor y el tamaño del volumen a irradiar restando esta distancia de la distancia foco-superficie, por ejemplo:

Tenemos un tumor centrado y vamos a trabajar con una distancia foco-superficie de 80 centímetros, si la separación de los campos es de 24 centímetros, la distancia foco-eje será:

$$\text{NO} \left\{ \begin{array}{l} 80 \text{ centímetros de D.F.P.} - 12 \text{ centímetros} \\ = 68 \text{ centímetros de D.F.T.} \end{array} \right.$$

Esta técnica fué diseñada por Johns quien estableció una relación constante entre dosis A.R. y la dosis tumor lo cual denominó <sup>Relación</sup> Dosis-Tumor-Aire (T.A.R.).

Esta relación está contenida en tablas para diferentes campos y es válida entre 60 y 100 centímetros de distancia foco-superficie. Para el cálculo basta multiplicar esta relación por el rendimiento del equipo y se obtiene la dosis minuto sobre el tumor.

## CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS CAMPOS OPUESTOS

Las técnicas de tratamientos comprenden una serie de parámetros físicos que incluye la energía efectiva de haz, el número de puertas dirigidas al volumen tratado y por último los factores de tiempo-dosis-fraccionamiento.

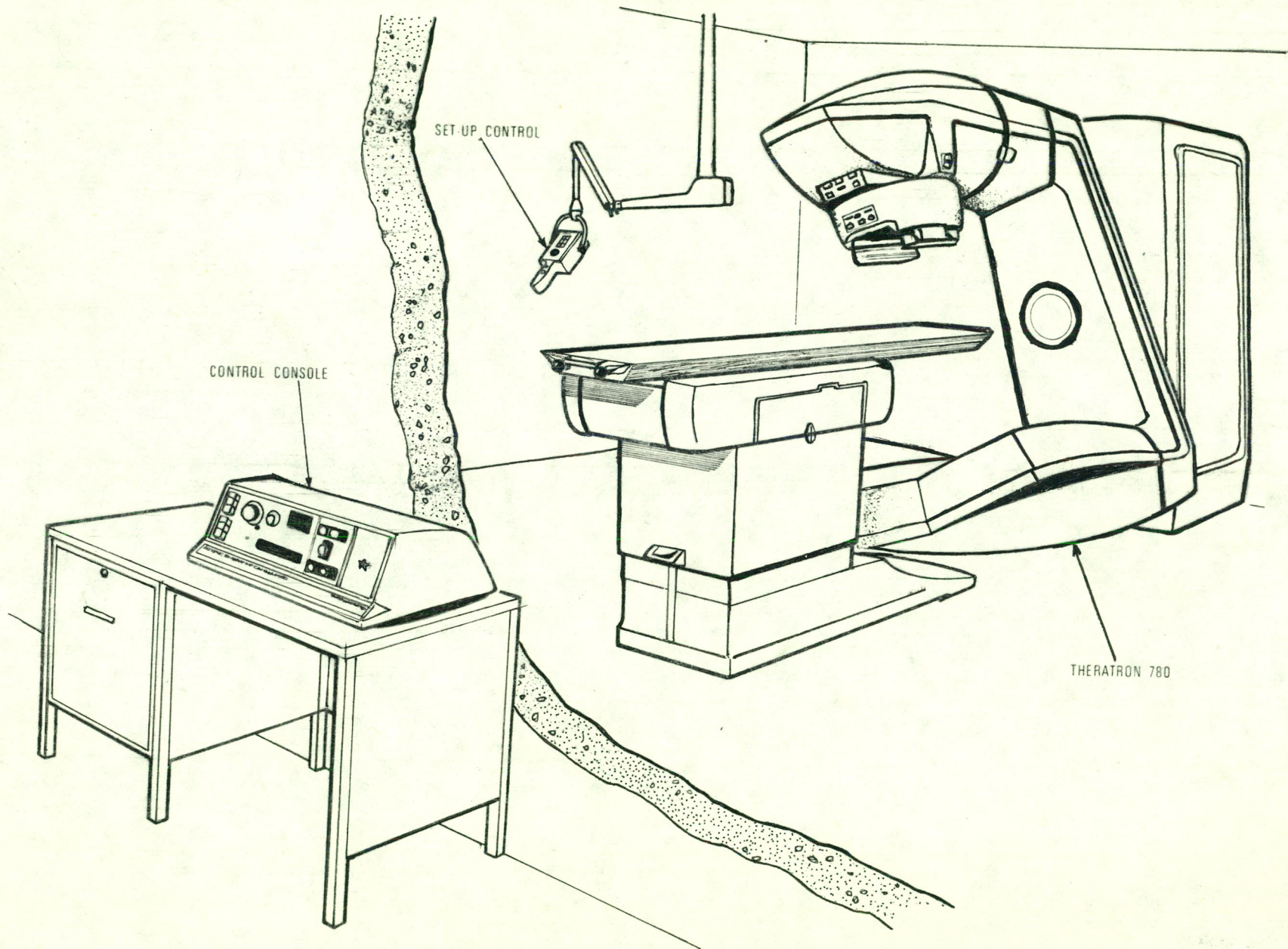
Ejemplo: con la técnica de campos opuestos cuando se usa cobalto-60 y se trata un solo campo por día la dosis a los tejidos adyacentes, puede ser mayor en el área central, mientras que con fotones de 22 MeV la distribución de la dosis es inversa.

*¿el tamaño del campo, el apuro, etc.?*  
*NO*

## INDICACIONES PARA EL USO DE CAMPOS OPUESTOS

Los campos opuestos constituyen la técnica más frecuente utilizada en los tratamiento de cobaltoterapia de las afecciones malignas.

- A. Se usan los campos opuestos para los tumores que se aproximan a la línea media del cuerpo.
- B. Cuando el tumor se encuentra situado excéntricamente (cabeza y cuello), administrando una dosis mayor de radiación por el campo correspondiente al lado de la lesión. Generalmente



CONTROL CONSOLE

SET-UP CONTROL

THERATRON 780

se utiliza la técnica 2:1, es decir, se administran las dos terceras partes de la dosis tumor por el campo homolateral y el resto por el campo contralateral.

Esto se hace con el fin de tratar las cadenas linfáticas opuestas.

#### TERAPIA DE MOVIMIENTO

Es una terapia de múltiples campos en movimiento, para distribuir al máximo la dosis superficial alrededor del volumen dado.

Surgió debido a que con unidades de Rayos X, no es posible dar una dosis curativa aún utilizando la técnica de fuegos cruzados o de campos múltiples. Entonces se diseñaron máquinas que rotan alrededor del paciente o viceversa, sillas rotatorias girando continuamente a una unidad de radioterapia.

Con el desarrollo de la tecnología surgieron posteriormente los Betatrones y las unidades de cobalto-60, que aunque dan una dosis suficiente en profundidad el hecho de que sean rotatorias facilita las angulaciones y una mejor localización del paciente.

La distribución de la dosis superficial en todo el cuerpo evita los fenómenos de fibrosis cutánea y epidermitis y suministra una muy buena dosis a un tumor por más profundo que se encuentre.

La dosis superficial no juega papel en la terapia de movimiento, ya que la piel recibe una dosis relativamente pequeña, tanto,

poco tiene gran importancia la dureza de la radiación tan estimable en la terapia fija.

En la terapia de movimiento solo nos interesa conocer la dosis profunda relativa en el espesor del tumor y en sus profundidades, el descenso de la dosis es rápida y a distancia de pocos centímetros de la dosis máxima. Aquí radica una de las mayores dificultades de la terapia de movimiento, a saber: colocar dentro de la máxima dosis del haz de rayo la totalidad del proceso. Análogas consideraciones podríamos hacer sobre el tamaño del campo, si bien aquí paradójicamente aumenta la contribución en profundidad a medida que disminuye el tamaño del campo.

#### CARACTERISTICAS FISICAS DE LA TERAPIA DE MOVIMIENTO

##### A. Distancia Foco-Superficie y Dosis-Profunda:

No tiene objeto para aumentar la dosis en profundidad, en la terapia profunda, alargar excesivamente la dosis foco - superficie por la prolongación del tiempo.

Mientras que en la terapia de movimiento, sea cual fuere la modalidad rotatoria, pendular o convergente y por tanto con independencia foco-superficie. La única distancia que interesa es la distancia foco-eje o foco-centro de convergencia, esto es la distancia foco-tumor y superficie-tumor.

La distancia foco-superficie es poco importante en relación al anterior. La mayor o menor divergencia del haz en la terapia de movimiento, solo depende de la longitud del campo empleado y de su anchura.

*Copista  
No se puede loguear*

**B. Tamaño del Campo :**

En la terapia estática es conveniente aumentar en ocasiones el tamaño del campo para obtener mayor rendimiento en la dosis profunda.

En la terapia de movimiento se utilizan pequeños campos que guardan relación con el volumen y situación de la zona a tratar. La dosis es tanto más elevada en profundidad cuanto menor sea el tamaño del campo en relación con el volumen del tumor.

La relación dosis superficial o dosis profunda, que en la terapia fija disminuye con la disminución del tamaño del campo, en la de movimiento, por el contrario aumenta a medida que disminuye la anchura del haz, esto es, cuanto menor número de campos pueda colocarse uno a continuación de otro sobre la banda rectangular que el haz describe sobre el perímetro del enfermo. La dosis profunda aumentará paralelamente al número de campos.

**C. Dureza de la Radiación, Capa Hemireductora (C.H.R.)**

La radiación no necesita ser excesivamente dura.

Es, en parte, sorprendente cómo en la terapia de movimiento la capa hemireductora influye poco en la dosis profunda. En la terapia de movimiento no es necesario emplear una calidad de radiación por encima de 0.8 milímetros. *de qué?*

## TERAPIA ROTATORIA

En la terapia rotatoria el equipo gira axialmente alrededor del paciente recibiendo un haz convergente de rayos procedentes de un punto fijo. Se forma una banda rectangular alrededor del perímetro irradiado. El haz de rayos es perpendicular y gira constantemente a su alrededor.

En ocasiones esta terapia se hace de tipo pendular cuando se utiliza un área anterior y uno posterior.

Las instalaciones de terapia profunda generalmente están dotadas para terapia rotatoria, basta disponer de la plataforma giratoria de Dessauer, donde se coloca al enfermo de manera que el rayo central del haz coincida con el centro geométrico del tumor, que es al mismo tiempo el eje de rotación.

En estas condiciones el enfermo debe estar fijo y, si se mueve o se desplaza, las condiciones geométricas de irradiación se modifican bruscamente y el rayo central deja de coincidir con el centro del tumor. Es preciso por tanto colocar al enfermo en las mismas condiciones geométricas de la localización inicial.

En ocasiones puede ser difícil inmovilizar al enfermo. Para fa-

cilitar estos inconvenientes se han ideado los dispositivos fluoroscópicos con mando a distancia, donde la zona inicial se centra al iniciar el tratamiento y se vigila permanentemente durante la sesión, la persistencia de la imagen en la pantalla. Sin embargo, tiene el inconveniente de exigir la presencia permanente de un médico que compruebe o corrija la imagen aparecida en la pantalla.

### TERAPIA PENDULAR

Las características generales de la terapia rotatoria son aplicables a la terapia pendular, cuando el tumor es central y cilíndrico el contorno del paciente.

Sin embargo, para los tumores excéntricos la terapia rotatoria ofrece dificultades que han sido en parte superadas por la terapia pendular.

Cuando el tumor es redondeado y su situación axial está próxima del eje y asimismo el perímetro del enfermo es redondo, el reparto homogéneo de la dosis es difícil de obtener con campos cuyos tamaños en anchura y altura se adaptan a la del tumor.

Debe tenerse en cuenta la proximidad del órgano para preservarlo de los efectos de la radiación.

En este caso hay que hacer que el arco de giro sea de la amplitud conveniente y con la distancia adecuada del foco al eje de rotación.

Si el foco a tratar es alargado hay que procurar que el eje del péndulo y el eje de rotación de la elipsoide que determinan la

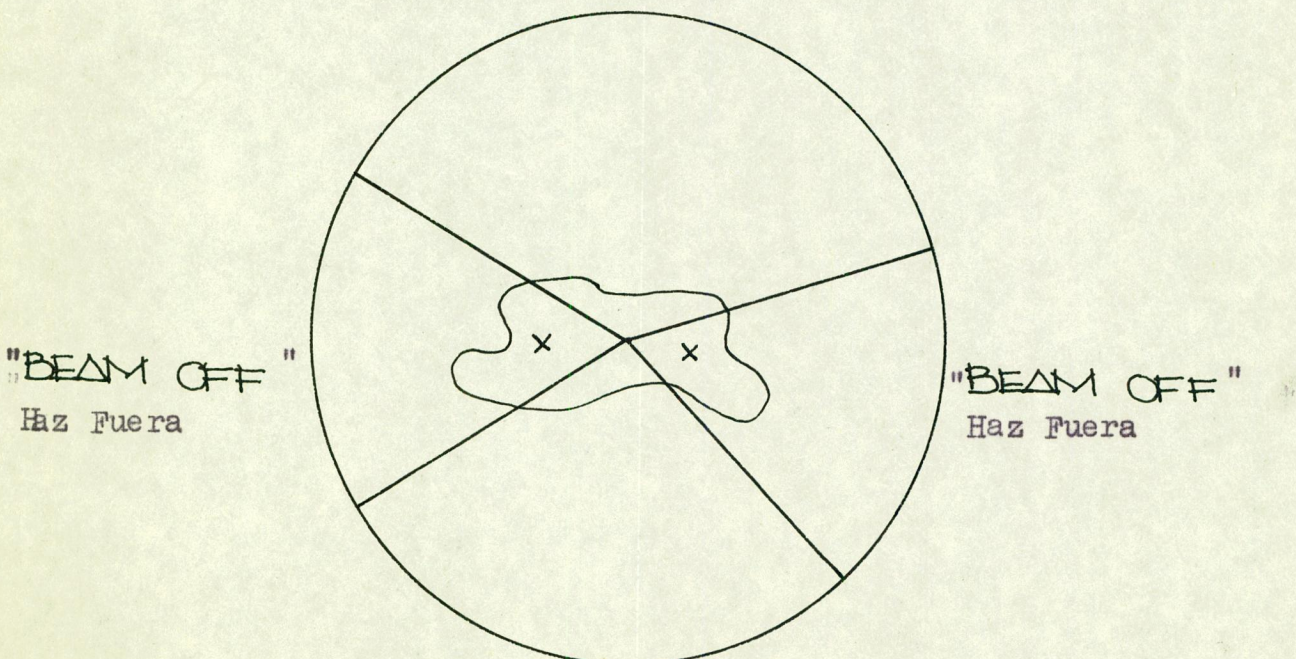
dosis sean paralelos.

El tamaño del campo en la irradiación pendular está sujeto a las mismas consideraciones generales que en la irradiación rotatoria, pero el centraje en esta clase de terapia puede ser más difícil que en la rotatoria, y por tanto, hay que prevenir usar campos excesivamente estrechos.

### "SKIP "

Es una técnica de rotación dentro de la cual se protegen segmentos del cuerpo del haz de irradiación.

Este método consiste en que la máquina va haciendo la rotación completa ( $360^{\circ}$ ) y cuando llega a la zona que se desea proteger del haz de irradiación, la fuente regresa a su posición de "Beam-off" que significa haz fuera, pero continúa su rotación la máquina hasta completar su ciclo.



## DOSIFICACION DE LA TERAPIA DE MOVIMIENTO

Las curvas de isodosi s varían según las condiciones del campo en altura, anchura y, según la forma del maniquí donde se realizan las medidas.

Se estudia también el medio dispersante y su influencia en el reparto de la dosis, se parte del principio que la piel, el músculo y las grasas tienen un coeficiente de absorción igual al del agua. El hueso lo tiene mucho más elevado. El tejido pulmonar por su contenido en aire ofrece un menor coeficiente de absorción.

Para el conocimiento de la dosis en el espesor del tumor se puede adquirir por dos procedimientos:

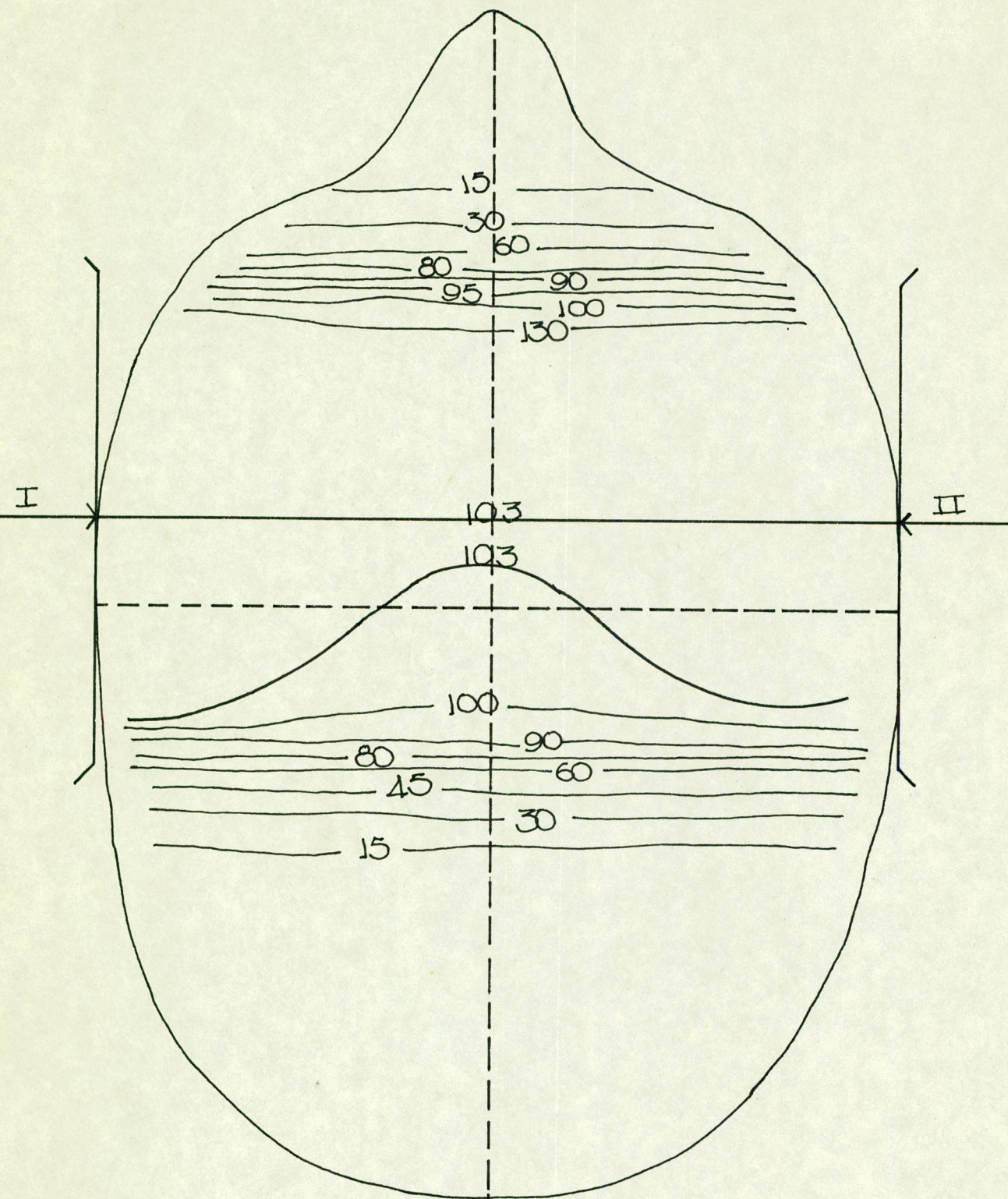
A. Directo:

Consiste en la introducción de una microcámara en la cavidad donde asienta el tumor: recto, vagina, esófago, fosas nasales etc.

Estos casos permiten situar la cámara en posición central al tumor y obtener directamente la lectura de la dosis.

B. Indirecto:

Un método indirecto consiste en medir la dosis de salida. Es



D.F.P. = 80 cm.

CAMPO I 8 x 8

CAMPO II 8 x 8

te método es el más habitualmente empleado.

Se entiende por dosis de salida la que se mide después de haber atravesado los perímetros del paciente, y cuyo rayo central va desde el anticátodo pasando por el centro del tumor situado en el eje de rotación. La cámara de ionización se coloca a 80 centímetros del anticátodo.

Para llevar a cabo la dosificación es preciso trabajar en condiciones constantes de rendimiento con el mismo miriamperaje y kilovoltaje, flujo de r/min, distancia foco-eje de rotación y apertura del campo. Si el foco patológico es central coincide con el eje, la dosis atravesada estará en relación con la dosis parcial y dependerá del espesor absorbente impuesto en la trayectoria foco-cámara de ionización.

Si un espesor absorbente de tejido ofrece mayor coeficiente de absorción, por ejemplo: la columna vertebral, esta diferencia de absorción se acusarán en la cámara.

Para este fin, en el caso de un tumor central y axial, el enfermo gira  $360^{\circ}$ , cada  $1/16$  de vueltas, una señal sonora indicará el ángulo de giro (aproximadamente  $23^{\circ}$ ), en que debe realizarse la lectura del dosímetro.

## INDICACIONES PARA EL USO DE TERAPIA DE MOVIMIENTO

La terapia de movimiento, en cualquiera de sus formas está especialmente indicada en los tumores profundos y muy especialmente en los siguientes casos:

- A. Cuando la dosis profunda, que se obtiene en la técnica de fuegos cruzados puede ser insuficiente para esterilizar el foco enfermo dentro del plan terapéutico más conveniente.
- B. Cuando para incrementar la dosis profunda es preciso aumentar el número de campos con riesgos de posibles entrecruzamientos de los haces de irradiación en los planos próximos a la piel o pueden producirse entrecruzamientos peligrosos en profundidad.
- C. Cuando es preciso aumentar excesivamente la dosis para obtener un mayor rendimiento de ella en profundidad, se produce en la piel lesiones de radioepidermitis intensas.
- D. Cuando el volumen irradiado es tan importante que puede perturbar el estado general del enfermo produciendo síntomas neurovegetativos y tóxicos que se denominan "Síndrome de Adapatación de Selye".
- E. Cuando la situación especial del tumor signifique la irra -

diación de un volumen tan elevado de sangre circulante que haga temer alteraciones importantes en los tejidos hematopoyéticos.

F. Cuando la dosis integral a causa del tamaño de los campos y la disposición de la dosis profunda pone en peligro tejidos críticos cuya alteración pudiera alterarse con la terapia de movimiento.

### DOSIMETRO DE DOSIS TRANSMITIDA

El dósímetro es el aparato que permite una medida directa a la exposición a partir de la determinación absoluta de magnitudes fundamentales.

Son aparatos sumamente precisos y delicados cuya custodia y manejo están encomendadas a personas especializadas.

**Cámara de Ionización:**

Con el nombre de cámara de ionización se designan los sistemas de detención basada en la ionización de los gases que trabajan en la zona de "saturación".

Cuando la radiación incide, sobre la cámara de ionización la corriente de ionización, es una medida directa de la velocidad de producción de pares de iones en el volumen de gas de la misma, no depende de la forma crítica de la estabilidad del voltaje aplicado, ya que dicha corriente es constante en la amplia zona de voltaje.

Entre las cámaras de ionización más usadas tenemos:

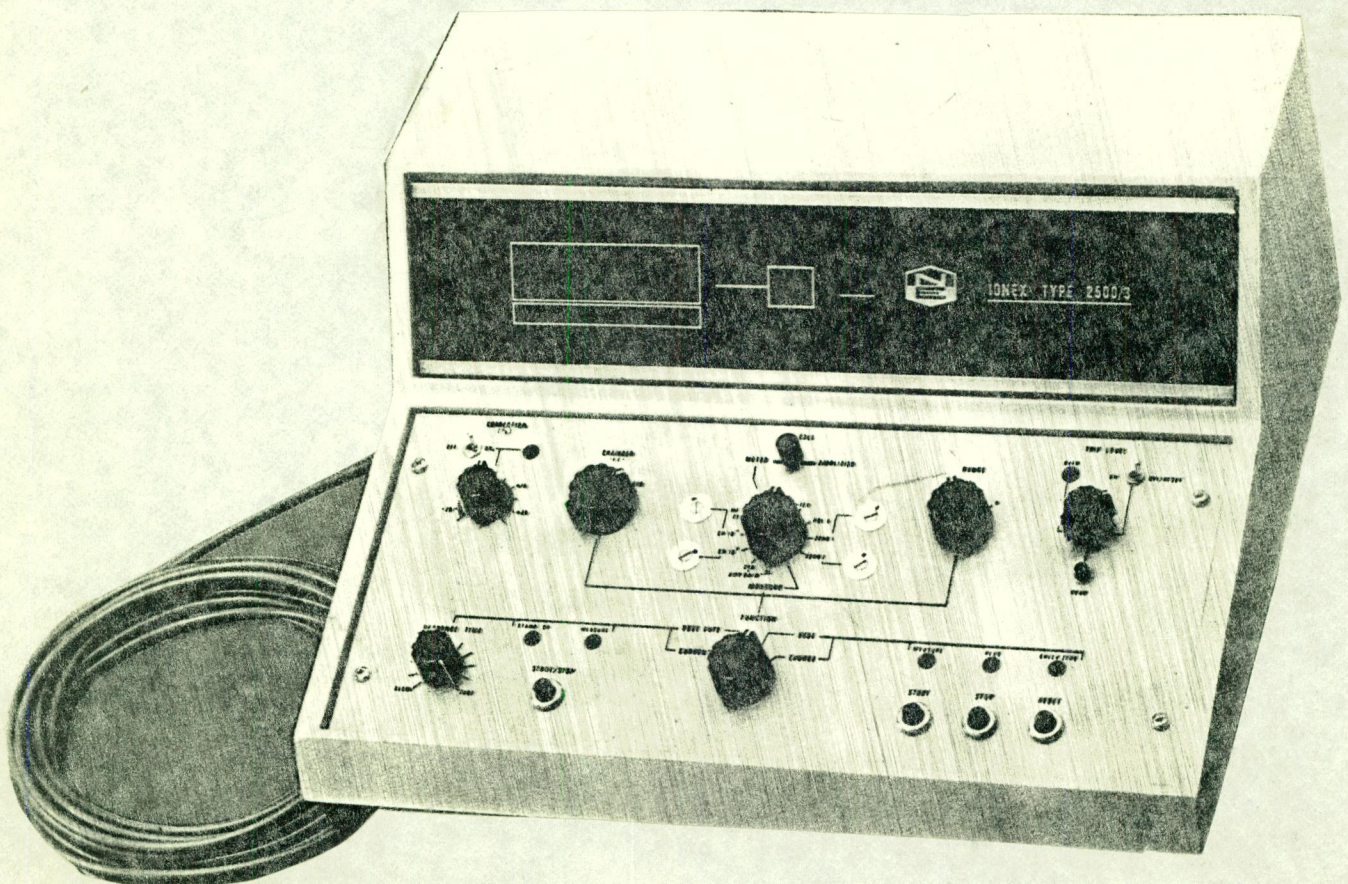
### Cámara Condensador :

Es una cámara cuyo colector se encuentra permanentemente conectado a un condensador.

El condensador está formado simplemente por un tubo cilíndrico de material aislante, y su pared interna está cubierta de una capa de grafito y exteriormente por una emboltura metálica.

El electrodo colector se encuentra aislado de la capa de grafito y emboltura metálica por un material altamente aislante (polietileno).

Para su funcionamiento la cámara se conecta en primer lugar, a un electrometro de capacidad menor que la capacidad total de la cámara y ambos son conectados hasta un potencial  $V_0$ . Luego la cámara se desconecta del electrometro y se sitúa en el campo de irradiación donde se desea hacer la lectura.



## TERMOLUMINICENCIA

Consiste en que, al irradiar ciertas sustancias, los electrones libres producidos son atrapados en imperfecciones de las estructuras cristalinas, donde quedan fijados hasta que al calentar el cristal se liberan de nuevo y al recombinarse con núcleos cargados positivamente se produce una emisión luminosa. Esta se puede medir y calcular así la dosis absorbida. El cristal se puede utilizar entonces para una nueva irradiación. La principal ventaja de este método es su gran sensibilidad, pues se pueden medir dosis desde unos milirads hasta los rads. Entre los materiales más usados tenemos el fluoruro de calcio con manganeso y el fluoruro de litio.

## CONCLUSIONES

1. En la práctica clínica el uso de múltiples campos, es lo más frecuente por facilidad de localización y precisión de los cálculos para dar una dosis deseada.  
Esto adquiere mayor valor cuando se habla de supervoltaje, ya que estas máquinas permiten dar en profundidad la dosis deseada en campos fijos.
2. La terapia rotacional fue muy importante en la era del ortovoltaje, para distribuir la dosis piel alrededor del cuerpo evitando las severas epidermitis que podrían presentarse, ya que los equipos de Rayos X dan una concentración muy baja en profundidad y se necesita una dosis muy alta en piel para obtener la dosis curativa en el tumor.
3. En términos generales, la rotación es una técnica sofisticada que tiene como máxima ventaja concentrar la dosis en un punto, lesionando al mínimo los tejidos vecinos.

4. Con relación a la dosimetría se concluye que en la actualidad se hacen principalmente con cámaras de ionización y termoluminiscencia porque son los métodos más precisos.

## BIBLIOGRAFIA

- "The Physics of Radiology", Prof. Harold Elford Johns.  
Charles C. Thomas. Publisher: Illinois U.S.A.
- "Radiaciones Terapéuticas", Prof. Harold Elford Johns.  
Madrid 1.956.
- "Dosimetría Clínica", Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUR), informe 10d, 1962 Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica 1965.  
(Colección de Informes Técnicos No. 43).
- "Fases Físicas de Radiología", Luiz A. Scaff.  
Sao Paulo: Sarvier, 1.979.
- "Manual de Cobaltoterapia", Dr. Raúl Vera. Ed. Senda Avila.  
Caracas 1.966.
- "Radiaciones Ionizantes", Pérez Mondrigo S, Plata Bidmar A.  
Madrid: Artes Gráficas Langa.
- "Radioterapia Clínica", William T. Moss y William N. Brand.  
Barcelona: Salvat 1.973.

I/136/82

- NEOPLASMS
- RADIOTHERAPY
- FURCA

Instituto Nacional de Cancerología



INC002439