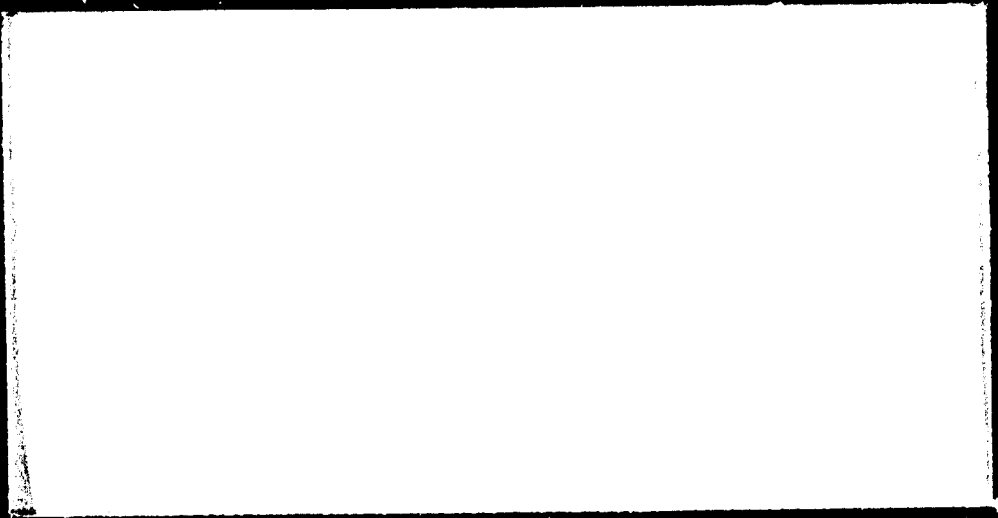


CCF  
EN 



50



7

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

**PROGRAMA DE FISICA MEDICA EN**

**RADIOTERAPIA**

=====

**Mauricio Vergara E.**

**CCHEN/SN/4/72**

**División de Control y Seguridad  
Nuclear.**

**Marzo 1972.**

## 1.- INTRODUCCION .-

La radioterapia es actualmente una de las técnicas más utilizadas en el tratamiento del cáncer, y consecuentemente, la que ha alcanzado el mayor nivel de sofisticación técnica y estadísticas positivas. Ello a su vez implica una concentración a su alrededor de variadas técnicas auxiliares no usuales a la estructura clásica de un servicio clínico y que están fuera de la formación académica normal de un profesional médico. Así, por ejemplo, los computadores y radiofísica son técnicas indispensables y no un lujo para un buen desenvolvimiento de la rutina y calidad consistente de los resultados clínicos.

Aún más, las innovaciones tecnológicas en cuanto a metodología e instrumentación requieren necesariamente de un complejo de personas permanentemente ocupadas de la investigación aplicada y la inter-relación de estos diversos campos.

Todo esto ha motivado, como lo demuestra la experiencia internacional, que un esfuerzo responsable y eficiente por resolver la problemática asociada al tratamiento del cáncer implique necesariamente el concurso de diversas instituciones.

En las páginas que siguen el autor resume la realidad nacional actual de la radioterapia y el programa puesto en marcha por la Comisión Chilena de Energía Nuclear para cooperar a una solución progresiva del problema.

## 2.- ANTECEDENTES .-

### 2.1.- Antecedentes clínicos :

Es responsable predecir que el cáncer llegará a transformarse en uno de los problemas sanitarios más importantes del país. Es claro que los índices demográficos que cada vez crece el número de personas que alcanzan la edad en que la tasa de incidencia de esta enfermedad es alta y que, consecuentemente, aumentará el número de ellos que requerirán tratamiento apropiado.

Al comparar el número de pacientes cancerosos que en Chile se tratan en clínicas de radioterapia con lo que sucede en clínicas de otros países, la diferencia es notable, lo cual conduce a dos deducciones no necesariamente excluyentes entre sí.

- a) muchas personas en Chile mueren de cáncer sin diagnóstico canceroso.
- b) muchas personas mueren con diagnóstico de cáncer tardío, lo cual hace inútil el tratamiento radio-terapéutico.

Instituto	Población en el área	Nº irradiados por año	Nº irradiados por cada 1.000.000 por año.
Inst. Caupolicán Pardo Correa. ( Santiago )	2.600.000	858 (1965)	330
Inst. A. López Pérez. ( Santiago )	1.600.000	352 (1967)	225
Centro de Cáncer ( Valparaíso )	1.400.000	300 (1967)	214
Liverpool	2.800.000	2.315	825
Prague	850.000	940	1.100
WHO recommendation			1.000 - 1.500
Paterson's estimation			1.000 - 1.250

Aún tomando en cuenta una distribución por edades diferentes en Chile comparado con otros países que permitiría estimar que sólo 800 personas por millón están disponibles para

recibir tratamiento radioterapéutico, esta discrepancia se indica indicando que sólo un 34% de los pacientes que se irradian en el extranjero son irradiados en Chile.

## 2.2.- Antecedentes de personal :

Este es el segundo parámetro que incide en el problema que estamos considerando, y quizás sea el más importante.

En primer lugar, como se indicó en la introducción, en radioterapia concurren diversas disciplinas, que en cuanto a personal podríamos clasificar básicamente en tres grandes grupos :

- a) médicos radioterapeutas
- b) físicos hospitalarios
- c) técnicos radioterapeutas

Por médicos radioterapeutas se entiende personal profesional con grado académico de médico y especialización de postgrado en oncología y radioterapia.

Físicos hospitalarios son profesionales con grado académico en física y especialización de postgrado en física sanitaria y radiobiología.

Finalmente, los técnicos radioterapeutas podrían definirse como personal con grado académico o técnico en enfermería y especialización en técnicas de radioterapia y manejo de equipos afines, más personal técnico con especialidad en mantención de equipos productores de radiaciones ionizantes.

Este rubro es el más débil actualmente en el país; el número de médicos radioterapeutas es escasamente de  $18 \pm 2$ , repartidos en 6 clínicas a lo largo del país.

Físicos hospitalarios sólo existe uno ( el autor de este proyecto ). En cuanto a técnicos radioterapeutas se presenta una situación anormal : las universidades chilenas proveen personal ad-hoc para estas funciones ( enfermeras y técnicos laborantes ) y en cantidad suficiente como para suplir la deficiencia en radioterapia, sin embargo su especialización en el tema

no despierta interés entre éste por ausencia casi absoluta de demanda por parte de las clínicas de radioterapia.

### 2.3.- Antecedentes de Equipamiento :

En cuanto a equipos utilizados en radioterapia, éste podría clasificarse en cinco categorías :

- a) aceleradores lineales
- b) unidades de Cobalto y Cesio
- c) unidades de rayos X de ortovoltaje
- d) radioisótopos encapsulados : Radium y Cesio
- e) equipo de dosimetría

Aceleradores lineales no hay actualmente; equipos de telecobalto existen 6 en clínicas dependientes del SNS más un cierto número estimado en 2 o 3 en clínicas privadas, en condiciones de funcionamiento mecánico no óptimos; unidades de rayos X de ortovoltaje existen en un número más que suficiente para los requisitos modernos, en estado deficiente de funcionamiento y calibración.

Respecto a radioisótopos encapsulados para uso en cáncer uterino, sólo se cuenta con radium y de baja intensidad ( no más de 10 mg. por cápsula ), en condiciones dudosas de sellado. Desafortunadamente, por tradición ninguna clínica ha adquirido Cesio 137 encapsulado que reemplaza favorablemente al radium.

El número total de miligramos de radium en clínicas fiscales no es posible indicarlo con exactitud debido a los deficientes métodos de registros.

Finalmente, en cuanto a instrumentación para dosimetría, existen algunos tipos de Siemens Gamma-meter en condiciones claramente inutilizables, ya sea por fallas de funcionamiento o ausencia de calibraciones que garanticen las lecturas. Sólo la Comisión Chilena de Energía Nuclear está dotada de equipo apropiado y en condiciones de funcionamiento óptimos.

#### 2.4.- Antecedentes de instalaciones y edificios :

En general, la mayoría de los fortines para unidades de radioterapia han sido bien diseñados.

El número de camas es insuficiente y, en el caso de pacientes en tratamiento con radium, quienes son los que usufructan principalmente de camas, su distribución es altamente deficiente y, en ciertos casos, con absoluta falta de criterio radio-sanitario.

Finalmente, los edificios que ocupan las clínicas de radioterapia pecan de falta de funcionalidad y facilidades auxiliares.

#### 2.5.- Antecedentes de metodología :

En este aspecto la situación es general : sólo se utilizan las obsoletas técnicas francesas de principios de siglo en braquiterapia ; respecto a la telerapia, a pesar de tenerse la información y gran parte de las facilidades instrumentales, la metodología es rudimentaria.

No existen esfuerzos serios de innovar y se ignoran las ventajas obvias implícitas en las unidades de cobalto modernas existentes. Las técnicas en planificación de tratamiento son ineficientes, con ausencia casi absoluta de técnicas radiográficas, standarización de tratamientos tipos, evaluación sistemática de resultados, cálculos individuales por paciente, uso de computadores, etc.

### 3.- METAS DEL PROGRAMA

Es obvio de los antecedentes expuestos que la solución a la crisis actual de la radioterapia en el país no es simple y requiere el esfuerzo conjunto de diversas instituciones. Dentro de los márgenes de competencia de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, se ha delimitado su participación a los siguientes aspectos :



- a) asistencia técnica en problemas de dosimetría y protección radiológica
- b) formación de físicos médicos
- c) entrenamiento de post-grado de médicos radioterapeutas en centros extranjeros.

A este efecto, se ha establecido un programa de cinco años para suministrar progresivamente estas facilidades. En él participan activamente la Comisión Chilena de Energía Nuclear, cuatro clínicas del país y el OIEA (proveyendo expertos, becas e instrumentación). Se ha previsto entrenar un mínimo de tres físicos médicos e incorporar todo el personal auxiliar existente más un número extra de ocho o diez técnicos a un programa de entrenamiento permanente que permita establecer un nivel continuo de eficiencia mínima.

Debido a las condiciones vigentes se ha establecido centralizar durante estos cinco años las actividades en la CCEN. Esto es, los físicos médicos integrarán un departamento ad-hoc en la Comisión desde el cual se suministrará la asistencia técnica a las diversas clínicas del país. Estos contactos se han formalizado a través de Convenios individuales entre la Comisión y cada clínica para agilizar su iniciación y considerar situaciones particulares de cada clínica (distancia, número de médicos, cantidad de pacientes, calidad de los equipos, etc.)

#### 4.- ESTADO ACTUAL DEL PROGRAMA

Su puesta en marcha es reciente (Marzo de 1971), aún cuando los estudios se iniciaron en 1968. Originalmente se plantearon soluciones tomadas de otros países (Canadá, Inglaterra, Checoslovaquia), y que sin embargo, frente a un análisis de factibilidad considerando parámetros locales, hubieron de desecharse. Finalmente, en 1970 se llegó a un planteamiento híbrido en cuanto a entrenar físicos médicos y su participación en las tareas rutinarias

de una clínica de radioterapia, centralizando sus actividades en la CCEN.

El problema de la ausencia casi total de personal calificado llevó al autor a considerar seriamente la racionalización de los servicios en dos ideas básicas :

#### 4.1.- Laboratorio de Dosimetría :

Adquirir un mínimo de instrumental básico y entrenar dos técnicos para proveer servicios periódicos de calibración de las unidades de teleterapia y control de la dosimetría en las técnicas vigentes, tanto en teleterapia como braquiterapia.

Para ello se cuenta en la actualidad con tres cámaras de ionización tipo Baldwin-Farmer, un dosímetro termoluminiscente modelo Harshaw 2000, patrones secundarios de  $\text{Sr}^{90}$  (10 mCi),  $\text{Cs}^{137}$  (30 mCi),  $\text{Co}^{60}$  (1 Ci), Ra (1mg) y otros, tres cámaras de ionización para bajas energías y varios monitores alfa, beta y gama. Además los laboratorios del Centro Nacional de Estudios Nucleares ( del cual forma parte este laboratorio ), están provistos de variado y moderno equipo de conteo y procesamiento de información más sofisticado.

Desde 1970, este laboratorio realiza controles anuales de los diversos equipos de cobaltoterapia y las dosis establecidas con las técnicas vigentes, utilizando fantomas de plexiglass fabricados en los talleres del Centro Nuclear de acorde a normas establecidas por la H.P.A. ( Inglaterra ).

#### 4.2.- Servicio de Dosimetría Clínica :

Calcular las dosis entregadas a cada paciente con las técnicas vigentes. Para ello se estableció como indispensable la incorporación de las técnicas de computación, como único método de manejar gran cantidad de datos con una exactitud y precisión consistentes con niveles prefijados y poder establecer estadísticas

coherentes que permitan evaluar racionalmente la calidad del trabajo.

Así, durante 1971 el autor confeccionó programas simples para una calculadora de sobremesa programable para las técnicas más usadas en teleterapia e implantes de radium en cáncer uterino. Simultáneamente, con la próxima puesta en marcha del computador del Centro Nuclear ( Junio 1972 ), se estableció contacto con el M.D. Anderson Institute ( Texas, U.S.A. ) para la utilización de programas más completos ( RADCOMP ) que permiten manejar una cantidad mucho mayor de datos.

4.3.- Finalmente, el autor y colaboradores han iniciado la confección de prototipos de aplicadores para braquiterapia, lo cual permitirá a fines de 1972 innovar en el tratamiento de cáncer uterino. Simultáneamente, con el departamento de ingeniería mecánica del Centro Nuclear se está estudiando la factibilidad técnica y económica de construir un simulador para cobaltoterapia que cubra sólo un rango mínimo de las técnicas más usadas, para ampliar así el tiempo útil de los equipos de teleterapia actuales. A este efecto, se ha presentado un proyecto a la CIEN de la OEA para el período 1972-1973, y se ha caracterizado la participación de la Fundación A.López P., la cual pondrá a disposición del proyecto una unidad de rayos X factible de acondicionar como simulador.

#### 5.- PROYECCIONES PARA 1972

Para el año 1972 se ha estimado conveniente intensificar algunas de las actividades desarrolladas en 1971 en una clínica en particular, manteniéndose el ritmo anterior en las restantes. Así, específicamente, se seleccionó a la clínica del Hospital Militar por razones técnicas como su número reducido de pacientes, equipos en estado de funcionamiento óptimos y experiencia previa positiva en trabajos en conjunto, que permiten garantizar el éxito de los trabajos, lo cual servirá de experiencia piloto para su extensión futura a otras clínicas.



Sus actividades estarán relacionadas con los aspectos clínicos de la Radioterapia y la clínica del Hospital Militar servirá como centralizadora de ellas. Trabajaré en conjunto con los médicos radioterapeutas chilenos, para lo cual se ha confeccionado un programa que contempla estadias en cada clínica del país y jornadas de estudio con todos los médicos, tanto de la especialidad en cuestión como otras.

#### 6.- EVALUACION DEL PROGRAMA

Es obvio para las personas más o menos compenetradas del estado de cosas en radioterapia, que las dificultades con que han topado el autor y colaboradores en este programa son numerosas y variadas. Sin embargo, la experiencia un tanto frustrante del período 1968-1970 sirvió para establecer líneas de acción más realistas aunque menos ambiciosas que han permitido lograr un ritmo lento pero efectivo.

Durante 1971 ya se constató una toma de conciencia por parte de los médicos radioterapeutas de la factibilidad de subsanar las anormalidades vigentes en forma creciente. Ello se concretizó en la firma de convenios bilaterales de asistencia técnica entre cuatro clínicas del país ( Hospital Militar, Instituto C. Pardo, Hospital Regional de Concepción y Hospital Regional de Valdivia ) y la Comisión Chilena de Energía Nuclear, lo cual demuestra una aceptación por parte del gremio médico de la competencia de esta Comisión y un reconocimiento a su labor durante años anteriores.

Técnicamente, se ha logrado establecer un control periódico de los equipos de radioterapia y la introducción de algunas normas básicas en dosimetría clínica y protección radiológica. Las clínicas además consultan con frecuencia creciente a esta Comisión en problemáticas ad-hoc, con intenciones claras de innovar y corregir errores previos.

Creemos ya superada esta etapa de concientización,

y es por ello que las actividades en este año están programadas en un marco tecnológico más avanzado, con el fin de obtener avances que beneficien a la comunidad que acude a estos servicios de oncología. Es prematuro dar cifras o mostrar avances clínicos, pero, sin embargo, los trabajos programados en cáncer cérvico-uterino y mama ( notables por su tasa de incidencia creciente en la población chilena ) creemos que marcarán el inicio de una nueva etapa en la radioterapia chilena. Sin pecar demasiado por exceso de entusiasmo, éstos serán probablemente los primeros trabajos científico-clínico de cierto nivel a realizarse desde hace mucho tiempo en el país en radioterapia. Ello motivará al resto de los profesionales a iniciar trabajos similares que redundarán en la labor diaria.

MV/na,