

CATALOGADO

LOS ISOTOPOS RADIO ACTIVOS COMO MEDIO DE DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO

Por el Dr. Mauricio Cader Ramos.

Nació en la ciudad de Santa Ana el 14 de Octubre de 1930 Se graduó en la Universidad de El Salvador, (Facultad de Medicina) el 17 de Febrero de 1957. Actualmente desempeña el cargo de Jefe del Servicio de Cancerología en el Hospital San Juan de Dios de Santa Ana. Ex-residente del Hospital "Curie" de La Habana, Cuba.

La utilización de isótopos radioactivos como agentes terapéuticos tuvo su origen a principios del siglo actual, en el consultorio de un médico en París, en el año 1901. El físico Henni Becquerel, que a la sazón ofrecía conferencias del nuevo producto descubierto por Madame Curie, el radium, guardaba en su bolsillo una muestra del mismo, sufriendo quemaduras en el área de piel correspondiente. Consulta por tal motivo al dermatólogo doctor Ernest Besnier, y surge así la idea de la posible aplicación de sustancias radioactivas en el tratamiento de afecciones de la piel al observar el efecto que en la misma habían ocasionado las radiaciones del radium.

Más tarde, en el año 1921, Hevesy, ganador del Premio Nóbel, realiza las primeras experiencias con las sustancias radioactivas unidas a los isótopos no radioactivos, con el objeto de determinar su mecanismo de acción en el organismo.

De estas experiencias surgieron las dos formas principales de aplicación de la radioactividad en medicina: Primera, por medio de la capacidad de algunos cuerpos de producir radiaciones destructivas en los tejidos, surge su utilización en la terapéutica, siendo las principales en cancerología, hiperplasias tiroideas, hemangiomas, vasculizaciones corneales hiperglobulias, etc. Segunda, que por la fácil detección en el organismo de sustancias radioactivas, al usárselas como indicadores, se logra su aplicación con fines diagnósticos. Los isótopos radioactivos usados como indicadores han cobrado una enorme importancia en muchos campos de investigación básica médica, llegándoseles a considerar el medio de investigación más valioso en Medicina, desde el descubrimiento del microscopio.

Los isótopos radioactivos más empleados con fines diagnósticos actualmente son el yodo 131, para investigar la función tiroidea, y para la detección de tumores cerebrales. El fósforo 32, para investigar la corriente sanguínea periférica y en el diagnóstico de tumores del cerebro y la mama. El sodio 24, en el diagnóstico de varios trastornos circulatorios y para determinar las cualidades del bombeo del corazón; esta última técnica de diagnóstico es llamada radiocardiografía. Finalmente, el hierro 59, para determinar el volumen sanguíneo. Y con fines terapéuticos son: Co 60, Str 90, I-131, Radium 226, Oro 198 y 832

NOCIONES GENERALES DE LOS RADIOISOTOPOS

Los isótopos son formas de un mismo elemento químico, pero que difieren en su peso atómico. Son de dos clases: estables e inestables o radioactivos. Los primeros se llaman así porque no sufren cambio alguno en su estructura. Los segundos se convierten en otros isótopos del mismo elemento (gamma) o bien se transforman en otros elementos (alfa y beta). Tienen la propiedad de emitir espontáneamente energía, bien en forma de partículas materiales, como las partículas alpha y beta, o en forma de radiación electromagnética, como los rayos gamma.

Un factor importante en ellos es lo que se ha dado en llamar *vida media*, la cual indica el tiempo en que la mitad de los átomos de un cuerpo radioactivo cualquiera sufren desintegración, variando dicha vida media, según los diferentes elementos, la que puede prolongarse desde fracciones de minutos hasta miles de años. Por ejemplo, el Sodio 24 tiene un v. m. de 14.8 días, el Oro 198 de 2.7 días, el Yodo 131 de 8 días, el Potasio 42 de 12.4 horas, el Cobalto 60 de 5 años, lo mismo el Estroncio 90; el Carbono 14 de 5000 años, el Radium, 1680 años, etc. Esta propiedad tiene una capital importancia para la medicina, puesto que en su aplicación interna, los isótopos de larga vida media resultan perjudicial y los de muy corta carecen de propiedades terapéuticas por su misma velocidad de desintegración.

Para determinar o detectar las radiaciones ionizantes de estos elementos, se utiliza el tubo de Gieger-Müller y el contador de Centelleo, que son instrumentos altamente sensibles a la ionización, la cual depende del número de partículas alfa, beta y rayos gamma, emitidos por la cantidad de energía liberada a través de la substancia por donde pasan. Esta energía es expresada en términos de millones de

electrones voltios (Mev.) Un electrón voltio expresa la cantidad de energía que adquiere un electrón sobre el que actúa un voltio de diferencia de potencia.

El tubo de Geiger-Müller emite una pulsación eléctrica por cada evento de ionización que se verifica en su interior; este acto de ionización puede ser debido a una sola partícula ionizante alfa o beta, o a un solo fotón gamma. El tubo se conecta a un dispositivo electrónico, registrador, que indica el número de pulsaciones producidas en un tiempo dado. En esta forma, conectado el tubo de Geiger al registrador, se mide la cantidad de radiación, y así es como se utiliza para medir la radioactividad en el organismo.

Al trabajar con radio isótopos, se tendrán todas las precauciones necesarias para que la dosis corporal recibida no exceda de 0.3 r., o sea 300 milirotgens. por semana.

Curie: es la unidad tipo que sirve para medir las emanaciones de radio en equilibrio con un gramo de Radio-elemento.

USOS DEL I 131:

Fue FERMI quien en el año de 1934 obtuvo el I 128, que fue el primer radioisótopo del yodo que se ocupó en la investigación médica. En 1942, Hamilton y Lawrence reportaron que habían producido la total destrucción del tiroides en perros y conejos con yodo radioactivo, sin evidencia de daño a otro tejido. También reportaron el éxito obtenido en el control de síntomas tirotóxicos en pacientes, por el uso del material radioactivo.

En 1946, la Comisión de Energía Atómica de los EE. UU. puso a la disposición de los investigadores el I 131, que por su vida media apropiada y fácil obtención de la pila atómica, se ha convertido en el isótopo radioactivo del yodo que se emplea casi exclusivamente en la actualidad.

Ya en el año de 1952 se habían reportado 1720 casos de hipertiroidismo tratados por el I 131 y perfectamente controlados, y es de suponerse que unas cuatro veces este número de pacientes hipertiroides hayan sido tratados hasta el presente.

Igualmente amplia ha sido la experiencia en el diagnóstico de la función tiroidea utilizando el I 131 como indicador. Actualmente se realizan unas mil pruebas semanales en los Estados Unidos con este objeto.

El I 131

El I 131 es un producto de fisión del uranio y se provee en forma de solución, la cual se puede usar ya sea por vía oral o intravenosa. Las soluciones están estandarizadas en su potencia radioactiva, y su actividad a la hora de la administración se mide en la curva de pérdida de la radioactividad. Las soluciones son estériles, libres de pirógenos y contienen cloruro de sodio al 0.9% con alcohol benzílico al 0.9% como bacteriostático.

Usos

El I 131 es usado en microcuries para estudios diagnósticos en pacientes sospechosos de padecer enfermedades del tiroides o para descubrir metástasis del carcinoma del tiroides; lo mismo que para detectar tumores y otras afecciones cerebrales.

El I 131 es también usado en Millicuries, para terapia de la Tirotoxicosis, y también en unión de otros agentes y métodos para el tratamiento paliativo del Carcinoma de la glándula tiroides y de sus metástasis.

Es también usado en esta misma forma, para inducir al hipotiroidismo a pacientes eutiroides con angina de pecho, como una ayuda en el tratamiento sintomático de esta condición.

Como se Suple

Los Abotts Laboratories lo suplen, pero está bajo el control de la Comisión de Energía Atómica y los requisitos son: 1) Cuando se quiere ocupar dosis terapéuticas en cualquier institución, se necesita que el médico responsable tenga por lo menos tres meses de experiencia junto a un grupo autorizado para el uso del I 131. Y cuando se lo quiere usar en su clientela particular, se necesita un año de experiencia, incluyendo en dichos años, dos meses a tiempo completo trabajando con el I 131.

2) Cuando se quiere ocupar para medios diagnósticos, únicamente se exige un mes de experiencia en el cual haya participado activamente en por lo menos 10 casos.

Modo de Acción

El I 131 ejerce una acción destructora selectiva al tejido tiroides por medio de su radiación Beta emitida. Tiene 8 días de vida media.

En pocos minutos después de la administración E. V. del I 131, la glándula tiroides se satura de él, entonces el yodo, primero en forma inorgánica es convertido en diyodotiroxina y tiroxina, en ésta forma se acumula en el folículo tiroideo.

Muchos factores influyen en el metabolismo del I 131. El uso del yodo en cualquier forma, terapia antitiróidea o sulfasa, está contraindicada.

Pacientes con mixedema, con pequeño o sin tejido tiróideo funcionante, excretan el 80% o más de la dosis diagnóstica en las primeras 24 horas, esto indica que valores menores del 20% captados por tiroides en 24 horas indican la existencia del hipotiroidismo.

Los tumores benignos del tiroides dan una concentración del I-131 paralelamente a las capacidades de la diferenciación histológica: adenomas altamente indiferenciados no concentran el I-131 y dan cifras menores que la de los tiroides normales; los adenomas hiperplásticos concentran más el I-131 que el tiroides normal; los cánceres del tiroides concentran menos que el tiroides normal.

El I-131 se excreta por la orina pero solamente hay necesidad de apartarla cuando la dosis que se le da al paciente excede a los 20 milicuries, lo que en muy raras ocasiones hay necesidad de hacer.

Usos terapéuticos

1º)—*Para el tratamiento de la tirotoxicosis*; en la cual se calcula la dosis, en base al resultado dado por la prueba diagnóstica y el peso aproximado de la glándula, dando de 75 a 125 microcuries por gramo de tejido y por lo general se dan una dosis total de 8 milicuries. *Solamente pasados 6 meses se puede intentar un nuevo tratamiento.*

El tratamiento del carcinoma del tiroides y de sus metástasis presenta problemas especiales, los cuales sólo serán considerados en cada caso individual y con la experiencia. Se estima que sólo el 15% de los casos de carcinoma del tiroides son modificados con la terapia del I-131.

Cuando se quiere tratar una angina de pecho con I-131, para inducir al hipotiroidismo, se ha encontrado que el tiroides normal es menos radiosensible que la glándula hipertiroidismo, por lo que se necesitan dosis altas de I-131.

Respuesta normal al tratamiento

La respuesta normal consiste en ligera exacerbación de los síntomas durante la primera semana, con mejoría real de la tercera a la quinta semana. En el bocio tóxico difuso la glándula que toma una consistencia firme, comienza a disminuir de tamaño, durante las primeras semanas, y prácticamente siempre desaparece si el paciente obtiene la remisión completa de su hipertiroidismo.

En el bocio nodular tóxico, la glándula adquiere consistencia firme, se reduce de tamaño pero raras veces desaparece completamente. A las seis semanas se puede estimar por la respuesta clínica, la posibilidad de obtener el control completo de los síntomas.

Se ha observado que un ligero hipotiroidismo aparece consecutivamente al tratamiento pero es de un carácter más transitorio que el hipotiroidismo que sigue a la cirugía. Por lo demás cede fácilmente con la administración de tiroides desecado.

Efectos indeseables

Ocasional reacción febril, con náuseas y leucopenia que ligero retorno a lo normal. Ligero aumento de la velocidad de sedimentación.

Contraindicaciones

- 1) En presencia de embarazo del 2º o 3er. Trimestre, porque el tiroides fetal se desarrolla durante este período y la captación del I-131 por el tiroides fetal puede ocurrir.
- 2) Presencia de vómitos y diarrea.
- 3) Pacientes que hayan estado bajo tratamiento con drogas anti-tiróideas y sulfas necesitan suspender la medicación por dos semanas; los que han estado bajo tratamiento con yodo o tiroides desecado lo suspenderán por 4 semanas antes de intentar el uso de I-131 en ellos.
- 4) Bocios grandes que produzcan obstrucción mecánica.

Oro radio-activo

El oro radio-activo es una solución rojo cereza estable, la cual contiene 4 a 6 milicurios de oro 198, por miligramo de metal a la hora de preparación.

El Oro 198 es preparado en el reactor nuclear, por el bombardeo de neutrones al oro estable. Su corta vida media ,2.7 días, y la naturaleza de su radiación, la cual consiste primariamente de un 0.97 Mev. de radiación beta y un 0.411 Mev. de radiación gamma, hace su uso aconsejable en la terapéutica humana. La vida efectiva del radio-oro es de 3.9 días, y casi el 95% de la radiación es entregada en 11 días. La actividad específica del Au 198 está entre los 20 a 40 milicurios por cm³. Los portículos de radio-oro son aproximadamente de 0.003 micras de diámetro.

Es razonablemente estable al calor, pero no puede ser esterilizado al auto-clave, bajo presión. Puede mezclarse con soluciones salinas, anestésicos locales, medios radio-opacos, pectina y otros agentes, pero es fácilmente floculado por iones metálicos tales como aluminio

Como se supe

El Au 198 se manda en solución estéril de 5 a 30 c. c. o más en viales de vidrio grueso forrados en envases de plomo. Los distribuidores principales son los Abbots Lab. con el nombre de Aur-coloid, y no se necesita ningún requerimiento especial.

Indicaciones

Su uso es recomendado para los derrames pleurales o de ascitis acompañados con metástasis malignas, donde ejerce un efecto paliativo, reduciendo la acumulación del líquido. La naturaleza paliativa de este agente debe ser recalcada, pues no hay evidencias clínicas de que prolongue la vida y mucho menos una cura. Sin embargo, reduciendo la acumulación de líquidos ayuda grandemente al confort del enfermo y le evita las paracentesis repetidas.

Los pacientes deben de estar en buenas condiciones generales, antes de ser sometidos al tratamiento con el radio-oro.

La opinión general de los investigadores es de que cuando existen efusiones concomitantes con grandes masas tumorales, está contraindicado el uso del oro 198, y en estos casos aconsejan mejor la Roentgenoterapia o la Telecobaltoterapia.

El radio-oro también está recomendado en la administración intersticial en el tratamiento de los carcinomas de la próstata, moderadamente avanzados, así como también en el carcinoma del cérvix o de la vulva.

En el carcinoma de la próstata, los casos deberán ser cuidadosamente seleccionados de incluir aquellos tumores que han roto la cápsula prostática, pero que no hay evidencia de metástasis fuera de la pelvis. Con este criterio han sido alcanzados muy buenos resultados. Cuando el tumor está confinado dentro de la cápsula de la glándula, o cuando las metástasis son evidentes, otros tipos de tratamiento están indicados.

En los cáncer pélvicos, puede ser algún valor en combinación con otras formas de tratamiento, los cuales incluyen la cirugía radical y la aplicación intracavitaria del Radium. Administrado parametrialmente, las partículas son fagocitadas y llevadas a los ganglios regionales por vía del sistema retículo endotelial, donde la radiación es entregada a dosis que no son suficientemente efectivas, cuando se usa el Radium o la radioterapia. El Au-198 para estos propósitos ha sido usado pre-operatoriamente, con buenos resultados.

Metabolismo y distribución

El Au 198 se administra intracavitariamente; una vez hecho esto, las partículas de oro se depositan en la superficie de la cavidad, debido a que el líquido administrado pasa a la circulación, quedándose detrás las partículas coloidales. También los macrófagos juegan papel importante en realizar este depósito de las partículas en las paredes de la cavidad. Se obtiene así en la superficie una distribución bastante uniforme del material radio-activo. Al pasar el líquido a la circulación, una pequeña cantidad del oro radio-activo llega al torrente sanguíneo y una pequeña fracción del mismo es eliminado por la orina. El hígado, bazo y médula ósea acumulan gradualmente una fracción del material administrado, el 20% o menos. Este depósito fuera de las cavidades serosas va produciéndose gradualmente y es por tal causa que la cantidad de radiación que reciben dichos órganos es muy poca.

Müller ha administrado a un paciente 600 milicurios de oro 198 y no ha constatado alteración en órganos importantes como hígado, bazo, etc., después de un estudio cuidadoso de dichas vísceras. A los 11 días de administrado el coloide, la gran cantidad de radiación ha sido recibida por los tejidos. La cantidad de substancias radioactivas eliminada por la orina y las heces es insignificante.

Quando el Oro 198 se inyecta en el parametrio en los casos de carcinoma de la pelvis, especialmente ovario, se pueden encontrar partículas de oro 198 en los linfáticos y ganglios de la región ya a las 6

horas después de la inyección. Posteriormente a la administración intracavitaria, Müller lo ha encontrado en los ganglios axilares.

Uso del Au-198 en derrames pleurales y ascitis

Los primeros en usar el Radio-Oro fueron Müller en Suiza y Kent y Moses en U.S.A. Una significativa reducción del derrame, y con el consiguiente alivio y confort del enfermo, han ocurrido en el 75% de los casos de efusiones pleurales y en cerca del 60% de los casos de ascitis. En el Hosp. Curie obtuvieron un franco alivio sintomático, el 75% de los derrames pleurales y el 70% de los de ascitis, sobre un total de 100 casos tratados.

Andrews y sus alumnos demostraron que sólo el 50% de la dosis administrada, permanecía en el líquido ascítico después de 24 horas, y solamente el 15% después de tres días. Se demostró que las partículas de oro 198 son absorbidas por las paredes, formando precipitados los cuales son fagocitados. No se ha demostrado especial afinidad para alguna clase de tumor local implantado. El mecanismo exacto de acción del oro 198 para controlar las efusiones, todavía no es conocido.

Dosis

La dosis empleada intracavitariamente no está sujeto a un cálculo matemático sino que varía según los investigadores. En los derrames pleurales, la dosis usual varía entre los 35 y 75 milicuries por cavidad afectada. En grandes cavidades peritoneales, las dosis pueden ser desde 100 a 125 milicuries, hasta 150 milicuries, así como la condición del paciente lo permite. Para una pronta y fácil distribución en la cavidad, la dosis se diluye en 200 a 500 c.c. de solución fisiológica. Los efectos clínicos no han sido aparentes sino hasta tres o cuatro semanas después de la inyección. Las dosis no deberán ser repetidas en un intervalo menor de cuatro semanas, y sólo cuando la cantidad de líquido lo necesite.

El método usual de administración comprende: primero, la remoción de la mayor cantidad de líquido que sea posible, luego la solución de radio-oro convenientemente diluida, es entonces administrada por gravedad o por pequeña presión. La instalación del oro 198 se debe hacer inmediatamente después de la extracción del líquido, beneficiándose el paciente, porque utilizamos para su administración

la misma punción y porque experimenta un positivo alivio que será mayor cuanto mayor sea el derrame.

En los casos en que aparezca de nuevo el derrame, es prudente esperar varios días antes de proceder a otras extracciones con el objeto de que el isótopo haya actuado y que el líquido del derrame haya perdido su radioactividad.

El *modus operandi*, como es fácil colegir, consiste en aprovechar la punción de la cavidad pleural o de la paracentesis, para la instalación del oro 198. Se utiliza con tal objeto un tubo fino de polietileno a través del trócar, y en los casos quirúrgicos se deben dejar en el acto operatorio varios tubos de polietileno o sondas de Nélaton en los sitios donde se desea instalar el isótopo, la que se realiza tres o cuatro días después de la operación.

Al principio se usaba hacer cambios frecuentes de la posición del paciente con mira a una distribución uniforme del líquido; pero hoy día se recomienda para este mismo objeto, usar cantidades mayores de solución salina fisiológica para disolver el isótopo y hacer solamente cambios ocasionales de la posición del paciente.

Se han ideado muchos equipos para ser usados en la aplicación del oro radioactivo pero aun con los más sencillos es posible que no pase de 10 o 20 miliroentgens la exposición del operador. Por supuesto, el cuerpo del paciente se vuelve una fuente radioactiva por lo que se deberán tomar las precauciones adecuadas de parte del personal de enfermería.

Complicaciones

Las complicaciones que se han visto con el uso del radio-oro no pasan de una enfermedad de irradiación de mediana intensidad, después de tres o cuatro días. La cuenta de leucocitos puede disminuir hasta 3000 ó 4000 y persistir en este nivel por dos o tres días antes de retornar a lo normal. Botsford y Col reportaron 4 casos de hipoplasia de la médula ósea apareciendo en casos terminales tratados con radio-oro. Una fibrosis pronunciada han sido ocasionalmente notadas, pero esto parece que es un riesgo ya calculado en vista del usual estado clínico avanzado. La *dianea* se nota ocasionalmente después de la terapia intraperitoneal. Tales síntomas varían grandemente en intensidad y nunca han tenido mayores consecuencias. Tampoco son afectados el hígado u otras vísceras del organismo.

Tumores prostáticos

Los resultados del uso del oro 198 son muy alentadores. Los efectos inmediatos sobre el estado clínico de la enfermedad y la ausencia de efectos adversos, justifica su uso. Kerr, Flocks y colaboradores, trataron un total de 129 casos de cáncer prostático, con infiltraciones del isótopo. Una pronta y rápida disminución del tamaño de la neoplasia palpable ocurrió en 98% de los pacientes. En una serie de 50 pacientes observados de 6 a 17 meses después del tratamiento, 27 estaban con vida sin evidencia de la enfermedad y 7 habían muerto sin evidencia de carcinoma; 8 estaban vivos con enfermedad y 8 murieron con evidencias de enfermedad.

Técnica de su aplicación

Los tumores prostáticos son usualmente muy duros, lo que hace difícil la infiltración de la solución del isótopo. Una mezcla de solución salina, con hyaluronidasa y solución de adrenalina al 1:1000 es usado como diluyente. El volumen óptimo es de 15 a 30 c.c. para tratamiento de pequeños y medianos tumores prostáticos. El método preferido es abordar la próstata por vía retro-púbica, hacer una palpación para estimar mejor el tamaño del tumor; luego la vejiga es abierta y se le inserta un cateter suprapúbico. Luego se infiltra el área de alrededor de la uretra y del ápex de la próstata, así como los lóbulos laterales; la región periprostática y las vesículas seminales son inyectadas tanto intravesicalmente como extravesicalmente. Si hay nódulos palpables u otras masas tumorales también son infiltrados. Para la mejor protección del personal, la inyección no se deberá comenzar sino hasta que todo proceder operatorio esté terminado, y cerrará lo más pronto posible.

COMPLICACIONES

Flocks y su grupo reportaron que en sus primeros 50 casos: 15 presentaron alguna clase de reacción rectal, incluyendo; tenesmo en 13, hemorragia en 4, estrechez en 3 y úlcera en 4; 3 de los que presentaron úlcera necesitaron colostomía.

Ya con la técnica mejorada, en sus últimos 67 casos solamente en 3 ocurrieron complicaciones rectales. Este autor recomienda una dosis de 1 a 2 milicuries de oro 198 por gramo de tejido tumoral, con una dosis adicional de 5 a 10 milicuries administrada a cada una de las vesículas seminales.

El grupo de Buins reporta 5 casos de irritación rectal en una serie de 25 pacientes; 3 de ellos requirieron la colostomía. Estos recomiendan una dosis de 0.5 a 0.67 milicurios por centímetro cúbico de tejido tumoral; una dosis adicional de 5 a 10 milicurios para cada vesícula seminal. En ésta, la técnica que creo mejor para calcular la dosis, pues estimar el peso de una glándula resulta más difícil, y es a esto que creo, se ha debido los errores de sobredosificación.

Cáncer pélvico

Se han estado haciendo como estudios preliminares la inyección del oro 198 en los carcinomas del Cérnix y de la vulva. La dosis que emplean es de 50 a 75 milicurios en cada parametrio, y lo recomiendan hacerlo unos 18 a 30 días antes del tratamiento quirúrgico, cuando éste no se lleva a cabo por cualquier razón, un tratamiento completo de Radium y Rayos X pueden hacerse sin riesgos mayores para los pacientes.

La técnica se asemeja a la implantación de agujas de Radium. Se ocupa una aguja de punción raquídea N^o 22 y se inserta por vía vaginal, en el parametrio con una inclinación de 20 a 30 grados en dirección a la pared pélvica, se inyecta despacio el líquido, haciendo variar la dirección de la aguja en unas tres direcciones.

CONCLUSIONES

- 1.—Más de un 75% de los casos de derrames pleurales y más del 60% de los casos con ascitis reciben un franco alivio sintomático con el uso del oro radioactivo.
- 2.—Está al alcance del médico general.
- 3.—Este procedimiento es clínicamente seguro y por ende conveniente para la utilización médica de rutina.
- 4.—Además del efecto paliativo en los derrames en general, actúa aliviando el dolor notablemente.
- 5.—Es efectivo en las pequeñas metástasis diseminadas por las serosas.
- 6.—Es un valioso auxiliar profiláctico en cirugía de los tumores de la pelvis.
- 7.—Es también utilizado como profiláctico para evitar futuros derrames en aquellas neoplasias que corrientemente los producen.

El Co 60

El Co 60 tiene una vida media de 5 años y se obtiene de la pila atómica. El cobalto radioactivo se usa en dos formas: la Telecobalto-terapia, que se presenta en forma de un aparato parecido al de Radioterapia, únicamente que con una gran carga de Co 60, el cual tiene las siguientes ventajas sobre la Radioterapia: La frecuencia de onda es mucho más corta, por lo tanto más penetrante que los Rayos X; su radiación es más homogénea, monocromática, casi exclusivamente rayos gamma, por lo que las reacciones superficiales de radio dermatitis y radionecrosis son menores.

Su manejo está únicamente al alcance del Radioterapeuta.

Las indicaciones para su uso son los mismos que la de la Radioterapia, únicamente que en los tumores profundos es más efectivo el Co 60. También se presenta en forma de aguja y alambres. Para su uso en forma intersticial y superficial, al igual que el Radium, su manejo, el cálculo de la dosis y sus indicaciones son iguales al Radium, únicamente le lleva la ventaja de que da menos reacciones dérmica y su costo que es muy barato.

Estroncio 90:

El estroncio 90 tiene también una vida media de 5 años y también es obtenido de la pila atómica. Se presenta en forma de un polvo encerrado dentro de un cápsula de platino, a la que se le da diferentes formas y tamaños para las distintas aplicaciones. Están constituidas sus radiaciones casi exclusivamente por partículas Alfa y Beta y por su radiación muy superficial que no pasa la dosis efectiva más de tres milímetros de profundidad, le viene su uso en oftalmología y en dermatología.

En oftalmología se usa para el post-operatorio de los Pterigiones y evitar las recidivas; en las vascularizaciones corneales, y evitarlas en el post-operatorio de los injertos de la córnea.

Y finalmente en dermatología: en todas las afecciones en las cuales se indican radiaciones, llevando el Sr. 90 la ventaja de evitar lesiones a tejidos sanos.

Su manejo es sencillo y está al alcance del médico general, y sólo consiste en hacer la aplicación directa en la parte afectada durante los minutos o segundos que se necesiten según sea la cantidad de

radiación que se desea entregar. Junto con el aparato mandan la cantidad de radiación que uno está entregando por segundo.

Y finalmente el P 32

Es un radio-isótopo que puede ser usado en dos formas, ya sea por la vía oral o la E. V. Sus indicaciones son diagnósticas y Terapéuticas. Entre las primeras está la investigación de la velocidad de circulación sanguínea, cuyo método es de rapidez y comodidad, únicamente que se necesitan aparatos un poco costosos. Y finalmente su uso terapéutico que para algunos autores es el tratamiento de elección, en la Policitemia Vera, y como tratamiento paliativo en algunas formas de leucemia.

CURIE: Unidad de radioactividad Es igual al 3.7×10^{10} desintegraciones por segundo, que son aproximadamente las desintegraciones que ocurren en un segundo en un gramo de Radium en equilibrio con radón

FISION NUCLEAR: División de un núcleo atómico en dos partes usualmente debido al choque de un neutrón, liberándose una gran cantidad de energía

RADIOACTIVIDAD: Proceso espontáneo que ocurre en muchos núcleos inestables y que consiste en la emisión de partículas cargadas (alfa o beta) o radiación electromagnética (gamma)

RADON: Producto de desintegración del Radium por emisión de partículas alfa. Su isótopo más importante es el Rn 222. Su vida media es de 3.82 días y emite partículas alfa de 5.49 Mev.

RAYOS GAMMA: Radiación electromagnética de elevada frecuencia y gran poder de penetración, emitida por el núcleo de ciertas sustancias radioactivas. Es imposible absorberla totalmente. Su frecuencia es en general superior a la de los Rayos X.

ROETGEN: Unidad de energía de un haz de Rayos X o gamma que produce en un cm^3 de aire en condiciones normales un número de iones cuya carga equivalente es un statcoulomb. La energía ganada por la absorción de un "r" de rayos X en un gramo de aire es de 83.8 ergs

ROETGEN Equivalente Físico: Dosis de cualquier radiación ionizante (X, gamma, partículas Alfa o Beta) que produce una absorción de energía de 83.8 ergs por gramo de tejido.

ROETGEN Equivalente Humano: Dosis de cualquier radiación que produce un efecto fisiológico igual al producido por un roetgen de rayos X o rayos gamma.

<i>Radioisótopos utilizados</i>	<i>Principales Indicciones</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Forma de aplicación</i>	
<i>Iodo Radioactivo I 131</i>	Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> Funcionamiento Tiroideo Localización de Bocios Intra Torácicas y Aberrantes Detección de Metástasis Tiroideas Detección Tumores Cerebrales 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor Comodidad Para el Paciente. Superior al Metabolismo Basal Y Disif. I Serico. 	Oral o E. V
<i>Fósforo Radioactivo P-32</i>	Diagnóstico Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Hipertiroidismo Cáncer del Tiroideas Afecciones Cardíacas 	<ul style="list-style-type: none"> Evita Operación. No Contra-Indicación Absolutas. 	Oral E. V
<i>Oro Coloidal Radioactivo Au-198</i>	Diagnóstico Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad Circulatoria Policitemia Vera Algunas formas de Leucemia 	<ul style="list-style-type: none"> Rapidez y Comodidad 	Oral E. V
<i>Estroncio Radioactivo Sr-90</i>	Lesiones Superficiales De los ojos	<ul style="list-style-type: none"> Cáncer de la Próstata y Del Utero. Derrames de las Serosas Bloquea el S. Linfático. de Origen Cancerosos. Pterigión Recidivante Vascularización de la Córnea, Tumores, Angiomas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Actúa Directamente Dentro del Tumor y Bloquea el S. Linfático. E Intra-Cavitario. Intersticial 	Ext.
<i>Cobalto Radioactivo Co-60</i>	Lesiones Superficiales De los ojos	<ul style="list-style-type: none"> En todas las Afecciones donde se indican Radiación Superficial 	<ul style="list-style-type: none"> Radiación muy Superficial Que Evita Daño a Otros Tejidos 	Ext.
<i>Cobalto Radioactivo Co-60</i>	Cancerología	<ul style="list-style-type: none"> Telecobaltoterapia en Tumores Profundos 	<ul style="list-style-type: none"> Radiación muy penetrante Homogénea y Poco Daño 	Sup. Ext.
<i>Cobalto Radioactivo Co-60</i>	Cancerología	<ul style="list-style-type: none"> Agujas, Aplicación Intersticial en Tumores de Piel, Utero, Vejiga, Próstata, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Más Económico que el Radium y Menos Reacc. 	Interst.