

Cien años de Rayos X en El Salvador

En conmemoración del primer Centenario de los Rayos X

Desde las borrosas placas radiológicas de finales del siglo XIX hasta los trabajos con imagenología 3-D actuales que combinan los puntos fuertes de exploración del diagnóstico por imágenes, se ha observado toda una evolución encaminada a formar de la radiología una herramienta de primera mano para la Medicina.

En este escrito se evalúa la historia de los rayos X y el apareamiento de las distintas técnicas radiológicas. También se explica sobre los trabajos de la medicina nuclear, desde la roentgenterapia hasta las derivaciones de radioterapia en el uso de energías altas e isótopos.

Por otra parte está la historia de los rayos X en El Salvador, describiendo además algunos aspectos relevantes para la Historia de la Medicina Salvadoreña, hasta tratar de reflejar su estado actual en el sector público y privado.

Al final se evalúan las modalidades de diagnóstico por imágenes, detallando ampliamente, así como se hace en los textos de las técnicas radiológicas tradicionales, en una descripción puramente técnica de los fenómenos físicos asociados a la radiología. Brevemente se trata de formar una visión del futuro para la generación de imágenes diagnósticas, por la vía de la digitalización de las mismas, que abre posibilidades difícilmente antes soñadas.

Contenido

INICIOS DE LA RADIOGRAFÍA

Alcances iniciales

Los medios de contraste

Aparecimiento de las técnicas

HISTORIA DE LA RADIOLOGIA EN EL SALVADOR

Los inicios

Radiología tradicional: Técnicas aplicadas

LA RADIOTERAPIA

Las radiaciones

Roentgenterapia tradicional

Terapéutica con energías altas

Los isótopos

DIAGNOSTICO POR IMAGENES

La Resonancia Magnética

El Ultrasonido

La Tomografía Computarizada

El futuro para los diagnósticos

BIBLIOGRAFIA

Marcas Registradas

Los nombres de productos y fabricantes son marcas registradas. Su mención es únicamente para fines ilustrativos del contexto tecnológico de los rayos X.

XP Xcelerator es marca registrada de Acuson Corporation.

Hewlett Packard, SONOS y HP son marcas registradas de Hewlett-Packard Company.

Toshiba y SONOLAYER-a son marcas registradas de Kabushiki Kaisha Toshiba.

Pielograf, Reliev y Radialar son marcas registradas de Juste, S.A.Q.F.

Philips, DIAGNOST, Integris y Gyroscan son marcas registradas de Philips

International, B.V.

Varian y Clinac son marcas registradas de Varian Medical Equipment.

Telebrix es marca registrada de Laboratoires Guerbet.

Macintosh y HyperCard son marcas registradas de Apple Computer, Inc

Windows y X-Windows son marcas registradas de Microsoft Corporation.

Photoshop es marca registrada de Adobe Systems, Inc

General Electric es marca registrada de General Electric Corporation

Siemens, SONOLINE Versa y SOMATON son marcas registradas de Siemens AG

Aquasonic es marca registrada de Parker Laboratories, Inc

Performa es marca registrada de Acoustic Imaging

Aloka es marca registrada de Aloka Co. Ltd

Sonicator es marca registrada de Electronics Corp.

Kodak, Ektascan y X-Omat son marcas registradas de Eastman Kodak Company

Otros nombres de productos son marcas registradas de sus fabricantes o concesionarios.

INICIOS DE LA RADIOLOGIA

Alcances iniciales

El 8 de noviembre de 1895 Wilhelm Conrad Roentgen, profesor de física de la

Universidad de Wurzburg, Alemania, descubrió 'una nueva clase de rayos', a

los que llamó Rayos X. A continuación se describe este acontecimiento

histórico tal como lo relata el 5 de noviembre de 1897 Sylvanus P.

Thompson, físico fundador de la British Roentgen Society.

"El 8 de noviembre de 1895 será siempre una fecha inolvidable en la

historia de la ciencia. En este día se observó por primera vez una luz que

el ojo humano nunca había visto ni en la tierra ni en el mar. La observó el

profesor Wilhelm Conrad Roentgen, en el Instituto de Física de la

Universidad de Wurzburg en Baviera. Lo que vio con sus propios ojos fue una iluminaci3n d3bil y temblorosa de color verdusco sobre un pedazo de cart3n cubierto de un preparado qu3mmico fluorescente. Sobre la superficie d3bilmente iluminada se vea una sombra oscura lineal. Todo esto suceda en una habitaci3n cuidadosamente obscurecida, de la cual se haba excluido escrupulosamente toda clase de rayos o luces conocidas". "En la habitaci3n haba un tubo de Crookes estimulado internamente por las chispas producidas por un carrete de inducci3n, pero cuidadosamente protegido por cart3n negro, impermeable a toda clase de luz conocida, a3n la mas intensa. Sin embargo, en esta oscuridad arreglada expresamente para que el ojo pudiera observar fen3menos luminosos, no se vea nada hasta que aparecieron los rayos desconocidos, emanados del tubo de Crookes y penetrando la cubierta de cart3n hasta llegar a la pantalla luminiscente, revelando de esta forma su existencia, y haciendo visible la oscuridad."

"Para el investigador avezado, no fue cuesti3n mas que de unos minutos, observar en la pantalla fluorescente la iluminaci3n producida por los rayos invisibles, y la l3nea sombreada que la atravesaba y darse cuenta, inmediatamente de que en el tubo de Crookes estaba la fuente de los rayos. Los rayos invisibles, ya que invisibles eran hasta que caman sobre la pantalla tratandose qu3mmicamente, tena un poder penetrante hasta entonces nunca imaginado. Penetraba cart3n, madera y tela, con gran facilidad. Atravesaban incluso una tabla gruesa, un libro de 2,000 paginas, iluminando la pantalla colocada en el otro lado. Ciertos metales como el cobre, el hierro, el plomo, la plata y el oro, eran menos penetrados, siendo los mas densos practicamente opacos. Lo mas sorprendente de todo fue que atravesaban la piel humana, que era muy transparente, mientras que los

huesos eran bastante opacos. Asm fue como el descubridor interponiendo sus manos entre la fuente de rayos y el pedazo de cartn fluorescente vio la silueta de los huesos de su propia mano, en la pantalla. El gran descubrimiento se hizo realidad".[1]

[Ref.: Thompson, S. P.: Discurso presidencial en la British Roentgen Society]

Wilhelm Conrad Roentgen dio inicio a grandes posibilidades mdicas, mediante la radioscopia y la radiografma para reproducir las partes internas del cuerpo humano. Su aplicacisn inicial fue en el estudio del esqueleto y los pulmones, en vista de su facilidad de observacisn por su contraste natural. Los huesos tienen muchas sales de calcio que los hacen mas radio-opacos que otras partes, mientras que los pulmones, por su contenido de aire, son mucho menos densos que las otras partes cercanas, lo que hace que sean mas transparentes.

De esta manera se pudo observar y establecer alteraciones de otros srganos que se exteriorizan hacia los campos pulmonares, o sea, alteraciones del corazsn y de los srganos mediastmnicos que determinan un agrandamiento o una deformacisn de la imagen normal del mediastino, que por contraste destaca entre las dos transparencias pulmonares como una sombra media muy opaca. Tambiin, gracias a la radiologma se demostraron derrames pleurales y otras alteraciones de la pleura que cubrman o enmascaraban la transparencia de un campo pulmonar.

En cuanto a los demas srganos y vmsceras internos, que eran no susceptibles al examen radiolsgico por estar constituidos por tejidos de densidad parecida que los hacma poco diferenciables radiolsgicamente, no bastaba una simple radiografma, sino que era necesario aplicar una tcnica

que permitiera seleccionar un órgano o víscera en especial. Para ello se debía buscar la forma de hacerlo resaltar sobre los demás órganos.

En el caso de las vísceras delimitadas por paredes (la cavidad peritoneal, las celdas renales, los espacios subaracnoideos, etc.), desde un principio se intentó hacerlas más visibles a las radiaciones roentgen desde dos maneras: haciendo que sus cavidades fuesen distendidas por medios de contraste opaco de forma que pudieran reproducirse el molde de la luz y demostrar los caracteres de la pared interna y, a partir de sus eventuales alteraciones, deducir la enfermedad causal, o bien intentando lograr medios de contraste transparentes en torno a la víscera sometida a examen, de forma que fuera revestida por un halo de transparencia, que permitiera una representación nítida de sus contornos, y en consecuencia, de su forma, tamaño, y de eventuales deformaciones externas en alguna parte, como puede ser en caso de tumores y abscesos.

La radiografía se utiliza también en disciplinas como la arqueología, la metalurgia y la criminología.[2]

Los medios de contraste

En su orden cronológico de introducción: el sulfato de bario, las suspensiones oleosas de yodo y los compuestos orgánicos estables de yodo hidrosoluble, los que se pueden inyectar en la circulación sin ningún temor, ya que son rápidamente eliminados por el hígado y riñón, sin provocar fenómenos de yodismo ni dar lugar a embolias. (Más adelante, en Radiología tradicional: técnicas aplicadas en El Salvador, se amplía sobre la forma de aplicación de los Medios de contraste.)

Aparecimiento de las técnicas

El radiodiagnóstico, desde los inicios, se valió de dos técnicas

fundamentales: la radioscopia y la radiografma. La radioscopia, basada en la fluorescencia que provocan los rayos X en algunas sustancias como el platinocianuro de bario y el tungsteno de calcio, permite ver una imagen caracterizada por sombras oscuras, que corresponden a las partes que absorben mas las radiaciones e impiden la iluminacisn de la pantalla fluorescente, como los huesos, y por zonas de intensa luminosidad en los lugares en que las radiaciones conservan su efecto fluorescente por haber atravesado partes muy permeables a los rayos, como los pulmones. La radiografma, basada en el efecto fotografico de los rayos X, da una representacisn de las partes corporales totalmente distinta: los huesos aparecen blancos porque impiden la reduccisn de la gelatina al bromuro de plata como consecuencia de su gran absorcisn de los rayos X, y los pulmones, mas permeables, aparecen oscuros por el intenso ennegrecimiento de la pelmcula fotografica. Todas las otras partes (mzsculo, conjuntivo, srganos parenquimatosos, etc.), que estan constituidos por tejidos de densidad equivalente a la del agua, determina una iluminacisn mediocre de la pantalla radioscpica y una escasa impresisn de la pelmcula, que a su nivel tomara una tonalidad grisacea muy diferente de la sombra blanca de los huesos o de la negra de los pulmones, tal como se observa en la radiografma.

Ha sido posible tener buenas representaciones del aparato digestivo, las glandulas salivales, la vejiga y el ztero debido al alcance de su luz desde el exterior; inyectando mediante una sonda introducida en el orificio externo correspondiente el medio de contraste adecuado (sustancias yodadas), se obtiene una buena reproduccisn de los caracteres de las cavidades de estos srganos. Los mitodos para estos zltimos son la

sialografma, cistografma e histerosalpingografma. La representacisn del arbol urinario y del arbol bronquial con la pielografma y la broncografma ha sido mas trabajosa, ya que la luz correspondiente se comunica con el exterior a travis de otras vmsceras. En las cavidades cerradas, es decir que no se abren mas o menos directamente al exterior, se ha recurrido a la inyeccisn trascutanea del medio de contraste, clavando la aguja en el punto mas propicio para alcanzar facilmente la cavidad a explorar.

La ticnica denominada neumoencefalografma (desarrollada por Bingel en 1922) trata con la introduccisn en el canal vertebral de cantidades suficientes de gas, mediante puncisn lumbar o suboccipital, y se hace realizar a la cabeza del paciente movimientos adecuado, obteniindose la representacisn de los espacios que contienen lmquido cefalorraquumdeo, situados alrededor y en el interior de la masa cerebral; el gas, por su ligereza, tiene a subir, a penetrar en los espacios subaracnoideos intracraneales y a dibujar casi toda la pared de cisternas que surcan la superficie del encifalo. Despues, a travis de los agujeros de Luschka y de Magendie y del acueducto de Silvio, llega a las cavidades de los ventrmculos cerebrales, mostrando su morfologma en una forma muy clara.

La mielografma trata la introduccisn directa de sustancias yodadas en el canal vertebral, permitiendo ver la midula espinal, con las ramces de los nervios espinales. Permite tambiin demostrar la localizacisn exacta y las caractermsticas de los procesos propios de las formaciones nerviosas, como los tumores, y otros procesos que sobresalen en la luz vertebral provocando manifestaciones de compresisn medular y radicular, como las hernias discales.

Otra ticnica, la ventriculografma, desarrollada por Dandy y Bingel en

1918, trabaja con la introducción directa de gas en los ventrículos, previa trepanación quirúrgica del cráneo, examen que manifiesta únicamente los ventrículos cerebrales.

Entre estos exámenes radiológicos se mencionan también la introducción directa en la cavidad articular de contrastes gaseosos o radioopacos (neumoartrografía y artrografía opaca), con los que es posible estudiar el espacio articular y las formaciones relacionadas con él, incluyendo alteraciones anormales.

En 1924 Graham y Cole idearon el opacar la bilis mediante la administración de sustancias yodadas unidas de forma estable a compuestos orgánicos, correspondientes a aquellos que son sustraídos de la sangre por el hígado para ser eliminados por la bilis. Primero fue usada la tetrayodofenoltalemina (yodo unido a grupos fenólicos) y después otros compuestos yodados menos tóxicos; por medio de la colecistografía oral se obtuvo la representación de la vesícula biliar. Desde entonces han sido elaborados nuevos medios de contraste yodado, intensamente opacos a los rayos X, inyectados por vía intravenosa, que son excretados principalmente por el hígado y en muy poco tiempo se concentran en las vías biliares en cantidad tal que permiten una visión radiológica clara.

Con el uso de los medios de contraste, la colangiocolecistografía permite una visualización completa de todas las vías biliares, del conducto hepático común y del colédoco y, posteriormente, del conducto cístico y de la vesícula biliar.

Una modalidad es la colangiografía operatoria, en la que se introducen los citados productos en el árbol biliar, combinándolos con diversas tomas de presión del mismo: radioneumonografía operatoria (Mallet-Guy y Caroli).

Modernamente se ha introducido una nueva técnica: la opacificación de las vías biliares mediante punción de los canales intrahepáticos, por vía percutánea.

En 1922 Swick y Lichtenberg hicieron el primer trabajo de urografía, que permite la representación de la morfología normal, y por lo tanto de alteraciones eventuales, de la pelvis renal, de los uréteres y de la vejiga.

Al igual que otras disciplinas, por necesidades estratégicas, la medicina recibió impulsos fuertes durante las guerras mundiales, dedicando los gobiernos muchos recursos para la investigación. General Electric. y Siemens. desde hace varias décadas se dedican a la investigación y el desarrollo de la radiología. En la década de los noventa otros fabricantes de aparatos de rayos X también participan en el mercado, llevando las posibilidades de exploración a niveles nada despreciables, con niveles de radiación muy equilibrados, velocidad, etc.

Por ejemplo, El DIAGNOST. 96 de Philips., conocido como D96, hace estudios normales gastro-intestinales, pulmonares, urográficos y radiología del esqueleto. Realiza también procedimientos especiales de angiografía digital, a una dosis mínima de rayos X, con sencillez de uso y gran ahorro de película médica. El Integris. C2000 también de Philips. tiene la gran ventaja de tener un brazo en forma de C, que facilita encajonar los rayos X.

HISTORIA DE LA RADIOLOGIA EN EL SALVADOR

Los inicios

La historia del origen de la salud pública en El Salvador encuentra un serio obstáculo en la falta de información al respecto, lo que hace

relevante las palabras de un maestro de la medicina salvadoreña, el Dr.

Roberto Masferrer, cuando dice en el prólogo de las Memorias de 25 años del Colegio Médico: "...la historia de la medicina, como cualquier otro aspecto de la historia, se escribe todos los días en las páginas del tiempo; desgraciadamente son pocos los que se han dedicado a recoger en el papel de los hechos, maravillas y tristezas de todas las épocas y lugares. De allí resulta que la historia de la medicina en general es fragmentaria e incompleta y en algunos países casi ausente, debido a la falta de un médico que en forma imparcial se haya propuesto escribir la historia de la medicina nacional..." [3]

En El Salvador la Institución Sanitaria Nacional fue creada bajo el nombre de Consejo Superior de Salubridad, conforme a disposiciones contenidas en el primer código de sanidad del país, decretado por la Asamblea Legislativa el 30 de mayo de 1900. El 23 de julio de 1900, se emitió el acuerdo del Poder Ejecutivo en que se nombraron las autoridades del Consejo Superior de Salubridad, siendo los fundadores el Dr. Tomás García Palomo, Dr. Carlos Bonilla y Dr. Francisco Guevara. En su primer año el Consejo financió su presupuesto en parte por arbitrios especiales, llegando a "10,000.00. En 1908 hubo una epidemia de viruela, una de disenteria basilar en 1917 y una de fiebre amarilla en 1919. El 16 de octubre de 1911 se creó el Departamento de Ingeniería Sanitaria del Consejo. Dicho Consejo Superior de Salubridad en 1918 pasó a denominarse Dirección General de Sanidad, institución que perduraría con este nombre hasta 1964, cuando se transformó en Dirección General de Salud.

En 1930 se promulgó un nuevo código de sanidad, en donde se advierte ya un perfeccionamiento organizativo, apareciendo normas de trabajo en la

institución[3]. En 1936 se emitió un decreto por medio del cual las municipalidades debían consignar en su presupuesto un 5% de sus ingresos para campañas de higienización y saneamiento.

En 1938 se creó el Departamento de Lucha Antipalúdica. En 1940 se organizó en Santa Tecla la primera Unidad Sanitaria, contando con servicios de salud, unidad sanitaria, delegación sanitaria y de inspección.

En 1943 se fundó el Colegio Médico de El Salvador. En 1949 se celebró el Primer Congreso de Sanidad y en 1953 se iniciaron los Puestos Sanitarios Rurales. En 1954 se publicó el Plan de Organización de Servicios Médicos y se inauguraron el Hospital de Maternidad y el Hospital de Tuberculosis de Soyapango.

En el Diario Oficial de fecha viernes 28 de septiembre de 1945, Tomo No. 139, página 3281 y siguientes, se lee:

MINISTERIO DEL INTERIOR

Ramo de Asistencia Social

No. 730 Palacio Nacional

San Salvador, 22 de septiembre de 1945.

A propuesta de la Dirección del Hospital Rosales, el Poder Ejecutivo,

ACUERDA: aprobar las tarifas generales de los distintos servicios del mencionado centro y que regirán en lo sucesivo:

...GABINETE RADIOLOGICO Y FISIOTERAPICO

SECCION RADIOLOGICA

Dentaduras de 1 a 2, "2.00 por examen Columna dorsal, "20.00 por examen

Dentaduras de 3 y más, "1.50 por Columna lumbar, "20.00 por examen
examen Craneo, "20.00 por examen

Dedos, "2.00 por examen Cara, "10.00 por examen

Mano, "4.00 por examen Senos, "10.00 por examen

Muñeca, "6.00 por examen Mastoides, "10.00 por examen

Codos, "8.00 por examen Tsrax, "10.00 por examen

Rodilla, "10.00 por examen Hmgado, "15.00 por examen

Tobillo, "10.00 por examen Vesmcula biliar, "35.00 por examen

Brazo, "8.00 por examen Riqones, "15.00 por examen

Antebrazo, "8.00 por examen Riqones con contraste, "50.00 por

Pierna, "10.00 por examen examen

Pie, "6.00 por examen Examen completo

Gastro-intestinal,

Muslo, "15.00 por examen "60.00 por examen

Cuello, "15.00 por examen Estsmago y Duodeno, "20.00 por examen

Hombro, "10.00 por examen Enema de Bario, "25.00 por examen

Clavmcula, "10.00 por examen Apindice, "20.00 por examen

Cadera, "10.00 por examen Radioscopmas, "2.00 por examen

Pelvis, "15.00 por examen Superficiales, "2.00 por cada area

Vejiga, "15.00 por examen Profundos, "5.00 por cada area

Las radiografmas que los enfermos solicitaren se cobraran segzn el tamao de las placas respectivas, y son las siguientes:

Dentarias (Gratis)

Placas 5 x 7 2.00

Placas 8 x 10 3.50

Placas 10 x 12 4.00

Placas 11 x 14 5.00

Placas 14 x 17 6.00

En este Diario Oficial de 1945 de igual manera se establecen para el

Hospital Rosales tarifas medicas para otros servicios:

- Servicios de pensionistas
- Laboratorio quimico bacteriológico
- Gabinete de anatomia patológica, metabolismo basal y electrocardiografico
- Gabinete de Radium y electrocoagulacion
- Servicio de transfusiones
- Arsenal quirúrgico
- Tratamiento de penicilina

Dos años mas tarde, en el Diario Oficial de fecha 28 de enero de 1947,

Tomo No. 142, paginas 223 y siguientes, se establece una nueva tarifa para los servicios de rayos X y otros servicios, observandose un ajuste de precios para los distintos tipos de placas. Como se vera, algunos exámenes suben de precio mientras que otros bajan.

MINISTERIO DE ASISTENCIA SOCIAL

Acuerdo No. 3 Palacio Nacional

San Salvador, 8 de enero de 1947.

A propuesta de la Direccin del Hospital Rosales, el Poder Ejecutivo,

ACUERDA: aprobar las tarifas generales de los distintos servicios del mencionado centro y que regiran en los sucesivo

...TARIFAS DE GABINETES RAYOS X

Dentarias de 1 a 2, cada placa "1.00 Pelvis, cada placa..... 20.00

Dentarias de 3 s mas, cada placa "1.00 Vejiga, cada placa.....

15.00

Cadera..... 15.00 Columna dorsal, cada placa... 15.00

Dedos..... 4.00 Craneo, cada placa.....
12.00

Manos..... 4.00 Cara, cada placa.....
12.00

Muñeca..... 4.00 Mastoides, cada placa.....
10.00

Codos..... 5.00 Tórax, cada placa..... 15.00

Rodilla..... 6.00 Hombro, cada placa.....
15.00

Tobillo..... 5.00 Riñones, cada placa.....
15.00

Brazo..... 6.00 Intestinos, cada placa.....
20.00

Antebrazo..... 6.00 Examen completo Gastro-intestinal,
Pierna..... 6.00 cada placa... 75.00 a 100.00

Pie..... 5.00 Apéndice, cada placa.....
30.00

Muslo..... 8.00 Radioscopías, de 2.00 a 5.00

Cuello..... 10.00 Superficiales por cada aplicación
de

Hombro..... 10.00 minuto, por cada área.... 4.00

Clavícula..... 5.00 Profundas por cada aplicación de
minuto, por cada área.... 8.00

Las radiografías que los enfermos solicitaren se cobraran según el tamaño
de las placas respectivas y son las siguientes:

Dentarias (Gratis)

Placas 5 x 7, cada una 2.00

Placas 8 x 10, cada una 3.50

Placas 10 x 12, cada una 4.00

Placas 11 x 14, cada una 5.00

Placas 14 x 17, cada una 6.00

En este referido Diario Oficial se presentan ademas otros datos muy interesantes, como son las nuevas tarifas para servicios midicos del Hospital Rosales, que de alguna manera dejan ver modificaciones en los servicios que se prestaban, al comparar con 1945.

Las nuevas tarifas se refierman a:

- Servicios de Pensisn especial, general, econsmica y mmnima.
- Sala de operaciones y anestesia.
- Medicinas.
- Gabinete de fisioterapia, electroterapia y mecanoterapia.
- Laboratorios de sangre.

Estas tarifas tenman un descuento del 50% para los enfermos en Pensisn General, y un 75% de descuento para los enfermos de Pensisn Econsmica.

Ademas se establece que sslo a las personas calificadas como pobres se les darma servicio midico–quirzrgico con provisn de medicamentos. Para los otros enfermos se establecma una tarifa adicional que incluma precios para consultas midico–quirzrgicas, inyecciones, operaciones de cirugma menor, curaciones, extracciones dentales, etc. La puncisn lumbar, por ejemplo, tenma un costo que oscilaba entre "1.00 y "5.00.

Obviamente el Hospital Rosales es un protagonista de la Historia de la Medicina Salvadoreqa. De allm se derivaron el Hospital Bloom y el Hospital

de Maternidad. Por tratarse de un hospital con amplios servicios, y ante la inexistencia de centros privados altamente especializados, llegaban a il enfermos de cualquier estrato. Habman tarifas selectivas, como se refleja en los Diarios Oficiales referidos.

En 1958 habman 23 hospitales, 18 generales y 5 especializados. Se tuvo el primer Congreso Nacional de Hospitales y se emitis la Ley del Consejo Superior de Salud Pzblica y de la Juntas de Vigilancia de las profesiones midicas, odontolsgicas y farmaciuticas.

En radioterapia, este aqo se instals una bomba de cobalto en el Hospital Rosales a un costo de "68,321.36.

En 1965 se registraron en El Salvador 680 midicos, 2 por cada 10,000 habitantes. Ya distribuidos por departamento varma desde 8.0 a 0.4 midicos por cada 10,000 habitantes [4].

En 1965 el pams contaba con las siguientes instituciones pzblicas de salud: El Ministerio de Salud Pzblica y Asistencia Social, el Instituto Salvadoreño del Seguro Social, el Ministerio de Educacisn, el Instituto de Colonizacisn Rural, la Administracisn de Centros Penales y la Administracisn Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL).

"En 1964 se firms un convenio por parte de la Secretarma de Estado con UNICEF y OSP/OMS, mediante el cual UNICEF se compromete a aportar equipos de rayos X montados en vehmculos auto-motores, los vehmculos mecanicos para el transporte de personal, los equipos para el laboratorio msvil..."

Menciona el Informe Cuadrienal del Ministerio de Salud presentado a la Conferencia Sanitaria Panamericana, celebrada en Washington D.C. del 26 de septiembre al 15 de octubre de 1966.

El Dr. Fabio Molina Vaquerano en su trabajo "Diagnsstico y analisis del

sector salud de El Salvador" menciona que actualmente se notan en los hospitales departamentales y centros de salud la falta de subespecialidades médicas y quirúrgicas. Faltan varios servicios de diagnóstico y tratamiento como anatomía patológica, electrodiagnóstico, endoscopia, medicina física y rehabilitación, electrocardiografía, gasometría, terapia respiratoria, fisioterapia (en algunos) y unidad de cuidados intensivos; la falta de algunos establecimientos, de adecuadas áreas de emergencia, de consulta externa, de servicios de laboratorio, de salas de partos, de operaciones, de rayos X y de hospitalización.

En los últimos años Japón se ha hecho una donación de 6.6 millones de dólares en equipo moderno para implementar en hospitales, incluyendo el Hospital Rosales. Los equipos de rayos X han sido parte del material donado.

En el sistema público de salud de todo el país, en 1992 el número de radiografías tomadas fue de 276,345, que corresponde a un incremento del 57.3% en relación al año de 1984 y del 1.3% en relación a 1989.

El ISSS, al parecer, cuenta con el equipo más moderno sobre todo para la atención de pacientes crónicos, enfermedades cardiovasculares, traumas por accidentes y enfermedades ocupacionales. En 1980 se introdujo en el Hospital General del ISSS el ultrasonido como método de diagnóstico de patologías abdominales no gineco-obstétricas (ver Ultrasonido, en la sección Diagnóstico por Imágenes). Entre septiembre de 1980 y julio de 1981 se aplicaron los primeros 100 colecistasonogramas. Estos exámenes no son considerados invasivos; se detectó en esos 100 análisis que el ultrasonido era una ayuda eficaz para detectar colelitiasis[5].

Se cuenta a nivel nacional con dos aparatos de cobalto, ubicados en el

ISSS y en el Instituto Nacional del Cancer. Este último realizó de junio de 1992 a mayo de 1993 31,169 aplicaciones de cobalto. En 1991 el promedio de diario de exámenes de rayos X por consulta médica fue en los hospitales de 0.2 y en los centros de salud de 0.3; de los exámenes de rayos X tomados en los establecimientos hospitalarios el 91.3% correspondió a hospitales y 8.7% a centros de salud; el 65.1% de los exámenes de rayos X se realizó en los Hospitales de San Miguel, Bloom, Rosales, Santa Tecla y Santa Ana. En 1991 el número de exámenes de rayos X por hora técnico de rayos X, fue de los hospitales de 0.9 y en los centros de salud de 0.3. Obviamente aquí hay una subutilización del técnico de rayos X.

Por cada 100 consultas médicas se realizaron en el país:

- en 1984 7.2 exámenes de rayos X
- en 1989 11.1 exámenes de rayos X
- en 1992 9.5 exámenes de rayos X
- en 1993 11.2 exámenes de rayos X

En el sector privado hay muchas clínicas con médicos de especialidades. El Dr. Molina Vaquerano explica también en su trabajo que "...Existen muchas clínicas radiológicas sobresalientes en el país. La de Brito Mejía Peza, Maza, Centro Scan, Hospital de la Mujer y la de San Miguel, todas ellas cuentan con Scan, realizando la tomografía axial computarizada; también pueden realizar exámenes de ultrasonografía y otros. Tienen Scan los hospitales públicos Benjamin Bloom, de Especialidades (arrendado al Seguro Social) y el Hospital Militar. Solo la clínica radiológica de Brito Mejía Peza hace el examen de resonancia electromagnética; hacen mamografías la Clínica Brito Mejía Peza y la clínica radiológica de Maza..."

El Dr. Molina Vaquerano menciona también que los hospitales privados tienen

atención hospitalaria para casi todas las subespecialidades médicas y quirúrgicas. Se cuentan con buenos servicios de ojos y oídos, con excelentes equipos e instrumental en los hospitales privados y en el Hospital Bloom y Rosales. En rayos X, continúa el Dr. Molina Vaquerano, hay una concentración de exámenes realizados en los hospitales en relación a los centros de salud y otros establecimientos. Una descentralización sería conveniente para este problema.

Radiología tradicional: Técnicas aplicadas

Las técnicas radiológicas se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios: por los órganos que se exploran, por el tipo de contraste utilizado, por el tamaño de la exploración, etc. Aquí se presenta una clasificación en base a los órganos que se exploran.

Métodos radiológicos para enfermedades del aparato respiratorio y circulatorio

- Senos paranasales

- Laringografía

- Tórax

- Broncografía

- Gammagrafía pulmonar

- Angiografía pulmonar

- Quimografía cardíaca

- Angiocardiografía

- Angiografía coronaria

- Registro hemático cardíaco

Métodos radiológicos en enfermedades genitourinarias

- Examen radiológico simple

n Urografia intravenosa

n Urografia retrógrada

n Cistoureterografía

n Insuflación retroperitoneal de aire

n Angiografía renal

n Renografía

n Gammagrafía renal

n Linfografía

n Neumografía pulmonar

n Histerosalpingografía

Métodos radiológicos en enfermedades gastrointestinales

n Radiografía simple

n Serie gastrointestinal superior

n Examen del intestino delgado

n Enema de bario

n Angiografía mesentérica y celiaca

n Gammagrafía hepática

n Panangiografía hepática

n Colecistografía y colangiografía

n Esplenoportografía

n Gammagrafía esplénica

n Gammagrafía pancreática

Métodos radiológicos en las enfermedades del sistema nervioso

n Radiografía simple

n Gammagrafía cerebral

n Angiografía

n Ventriculografma

n Intratecografma

En cuanto a los medios de contraste utilizados en El Salvador, se mencionan Conray., que durante la década de los ochentas fue de mucha aplicacisn para pielogramas en las clínicas privadas, mientras que para los años noventa generalmente se usa en los hospitales públicos; cuentan además Myodil., Telebrix. [Colebrina], Pielograf. y Radialar..

Pielograf. 70% es medio de contraste hidrosoluble de aplicacisn intravenosa para estudios de urografmas, angiografmas, flebografmas y artografmas. Su contenido es yodado y esta contraindicado para la mielografma.

Radialar., conocido en algunos países como Reliev. y en otros como Pielograf. 60%, esta indicado para urografia intravenosa, angiografia cerebral, arteriografmas selectivas, aortografmas, TAC, y exploraciones radiológicas diversas. Hace buen trabajo en regiones como el corazón y el cerebro, pero esta contraindicado para mieloma múltiple o casos de insuficiencia renal o hepática grave. Carece de sal sódica y esta constituido basicamente por sal meglumínica.

Los estudios radiológicos tienen su propia técnica. A continuación se describen algunos métodos, según detalles del estudio de Gladis Yanira Ruano Gamez en su tesis de graduación de la Universidad de El Salvador. Las modificaciones al texto original son únicamente de sintaxis.

ARTERIOGRAFIA CEREBRAL POR VIA CAROTIDEA. Se inicia aplicando un sedante al paciente, se desinfecta la zona a puncionar, se aplica la anestesia local y se procede a puncionar la arteria. Una vez que se ha logrado tomarla mediante una aguja de Cournand y utilizando un catéter con llave de tres vías, se inyectan 10cc de medio de contraste; luego se toma la placa en

posicisn anteroposterior, siguiendo con la toma lateral si obtiene exploracisn clara en la primera. En algunos casos, para facilitar el estudio, se puede bloquear el paso del flujo sangumneo del lado contrario al que se esta inyectando y al mismo tiempo inyectar en el lado que se esta examinando.

ARTERIOGRAFIA FEMORAL. Es una ticnica parecida a la anterior, diferenciandose en que la arteria a puncionar es la es la femoral a nivel de la ingle. Una vez rasuradas las vellosidades de la zona, se comprueba la permeabilidad arterial inyectando 10cc de suero salino o dextrosa, se inyectan 45cc de medio de contraste y se procede a tomar las placas, cubriendo el fimur, la pierna, y si es necesario, tambiin el pie.

VENOGRAMAS. Previa asepcia, se liga el miembro a examinar, se canaliza una vena a nivel del pie y luego se prueba la permeabilidad mediante una inyeccisn de 10cc de suero (dextrosa). Luego se inyectan 40cc de medio de contraste (Conray.) y se toma una placa; luego se inyectan otros 10cc de medio de contraste y se toman el resto de placas. Las primeras tres placas se toman con el miembro ligado, mientras que para las otras dos se desliga el miembro.

FISTULOGRAMAS. El radislogo coloca al paciente sobre la mesa en deczbito supino. El midico caliza la fmstula e introduce un catiter lo mas posible.

La cantidad de contraste (Conray.) a inyectar depende de la profundidad de la fmstula.

HISTEROSALPINGOGRAFIA. El especialista hace primero asepcia de la regisn genital, introduce un espiculo para abrir mas la vagina y toma el cuello del ztero mediante una pinza. Se auxilia demas de un histersmetro; por medio de una canula para histerosalpingografma conecta la jeringa que

contiene 10cc de medio de contraste (Conray.). Cuando todo esta listo se posiciona a la paciente para tomar la primera placa despues de que el midico inyecta 5cc de medio de contraste; luego se toma otra placa en la misma posicisn despues de inyectarle otros 5cc. Para este estudio la paciente debe adoptar la 'posicisn ginecolsgica'.

MIELOGRAFIA. En El Salvador generalmente se realizan mielografmas lumbares, pocas veces se hacen cervicales. Se coloca un soporte en la mesa en la parte donde quedan los pies del paciente, para que iste se pueda parar al momento de angular la mesa. El paciente se coloca sobre la mesa en posicisn lateral haciendo que la frente llegue a las rodillas para arquear la espalda. El midico desinfecta la regisn a puncionar, se aplica la anestesia local y se espera el efecto. Se continza puncionando con agujas de puncisn lumbar, hasta que sale lmquido medular, aplicando entonces 10cc de medio de contraste (Myodil.); el paciente es colocado en deczbito prono y se toman las placas angulando previamente la mesa a unos 300 s 450, segzn indicaciones del midico. La lateral se toma con el rayo en sentido horizontal a travis de la mesa. Una vez las placas estan completas y claras se procede a extraer el medio de contraste, indicando al paciente que se mantenga acostado sin levantar mucho la cabeza, haciindole ingerir suficiente agua.

COLANGIOGRAFIA POR TUBO EN T. Se inyecta a travis de la sonda del tubo que tiene el paciente. Se le inyectan 15cc de medio de contraste (Conray.) y se toman las placas, mientras, la sonda permanece pinzada.

COLANGIOGRAFIA ORAL. Inicialmente el paciente debe hacer dieta blanda y tomar medio de contraste en capsulas durante la noche anterior. Se hace el examen en completo ayuno. Se toma primero una placa y si se observan gases

sobre la vesmcula se toma otra angulando el tubo en sentido caudal para desplazar gases y descartar calculos; en caso de que estos zltimos existan se suspende el examen, de lo contrario si la vesmcula se visualiza bien se toma otra una despues de haberle hecho tomar un vaso de leche con bastante grasa, con la idea de examinar el funcionamiento de la vesmcula. Si en la primera placa fue necesario tomarla con angulo, asm se tomaran las siguientes; la zltima placa es la de control, usando cono. En el caso de visualizacisn dificultosa de la vesmcula, se prepara al paciente de igual manera para el dma siguiente. Si persiste el problema, se abandona el estudio.

PIELOGRAFIA DE RUTINA. En este estudio, como en los demas tipos de pielogramas, se requiere una preparacisn previa, aplicando la noche anterior un purgante (p.e. aceite de ricino) y dieta blanda sin grasa para que llegue limpio y no aparezcan gases o heces que entorpezcan la visualizacisn de alguna patologma al momento de leerse la placa. El examen debe hacerse en completo ayuno. El paciente debe orinar antes de tomar la primera placa. Si se considera que no hay limpieza suficiente, se pospone el estudio para el dma siguiente, de lo contrario se continza. Se investiga si hay alergia a los mariscos, para prever cualquier reaccisn al medio de contraste. Si no es alirgico, se inyectan 30cc de medio de contraste, pero si pesa mas de 135 libras, se inyecta una cantidad mayor, segzn criterio del midico.

PIELOGRAMA POR INFUSION. El medio de contraste es diluido en suero salino normal, dejandose pasar a chorro con aguja no. 18. En el momento que termina de pasar el medio de contraste se toma una radiografma y luego se siguen tomando todas las demas a cada cierto tiempo.

PIELOGRAMA DE SECUENCIA RAPIDA. En este estudio se sigue todo el procedimiento del pielograma de rutina, excepto la secuencia con que se toman las placas.

PIELOGRAMA RETROGRADO. Se introduce el cateter desde la uretra hacia los riñones, se inyecta el medio de contraste y se toman placas con medio de contraste. Luego el medico tira de los cateteres y sigue tomando placas hasta que estos son sacados por completo.

CISTOURETROGRAMA. Se diluye el medio de contraste en 300cc de suero normal, previa asepsia de la parte genital del paciente. Se introduce una sonda Folly ya sea numero 8 a 10 segun el grosor de la uretra, y por medio de esta se llena la vejiga con el medio de contraste. Por ultimo se procede a tomar las placas.

URETROGRAMA. Se hace asepsia en la parte genital y se introduce una sonda, de igual manera que en el cistouretrograma. Se diluye un frasco de medio de contraste en 20cc de suero salino y unos 15cc de gel para lograr la estabilidad de esta mezcla en la uretra. La solucisn se inyecta a travis de la sonda por medio de una jeringa de 50cc. El medio de contraste se inyecta en dos momentos: primero una mitad y luego la otra.

TUBO DIGESTIVO SUPERIOR. Como en todos los estudios de tubo digestivo se usa sulfato de bario diluido en agua como medio de contraste, evitando que se formen grumos. El paciente debe someterse al examen en ayuno. La primera radiografma se toma con el paciente de pie, las demas acostado sobre la mesa de rayos X. El bario se aplica al paciente en un vaso para que lo ingiera con pajilla y se procede a tomar la placa del esófago; las demas son del estomago.

ESOFAGOGRAMA. El paciente no necesita preparacisn previa, y solo se toma

una vista.

El paciente es acostado sobre la mesa de rayos X en posición decúbito prono, elevando el costado izquierdo de manera que quede oblicuo; en esta posición se le da a tomar sulfato de bario en un vaso por medio de una pajilla perforada, para que también haya entrada de aire al organismo y se obtenga un doble contraste para mejor visualización de las paredes del esófago.

TRANSITO INTESTINAL. No requiere preparación previa, pero cuando el paciente tiene junto con este un estudio de tubo digestivo superior, se toma este primero y luego se hace ingerir un vaso adicional de medio de contraste y se procede con el estudio de tránsito intestinal. Las placas en este caso van seriadas, es decir cada intervalo de media hora a partir de la toma de medio de contraste.

ENEMA BARITADO (COLON). Además de bario se usa el aire como medio de contraste.

La preparación previa incluye toma de purgante, dieta blanda y enemas de agua tibia para evacuar las heces que se encuentran en el colon. En paciente debe estar en completo ayuno. El bario es introducido por el recto hacia el colon por medio de una canula, la que está conectada a una bolsa plástica que contiene el material de contraste en polvo. Esto se diluye con agua hasta alcanzar unos 400cc, inflándose a la vez con aire. Se coloca al paciente sobre la mesa de modo que quede lateral. La canula debe lubricarse antes que el paciente se la introduzca. Una vez dentro, se deja pasar el material de contraste a la vez que el paciente va girando sobre su mismo eje para que el bario se disperse y se llene por completo el colon. Se cierra entonces el paso al líquido y se toman las placas,

cubriendo todo el abdomen.

Si la placas resultan buenas, se evacua el bario y se introduce aire de la misma bolsa, con precaución, para darle doble contraste y ver mejor la mucosa. El paciente debe albaquear todo y luego tomar la última placa.

SERIE CARDIACA. Para el contraste debe usarse sulfato de bario mezclado con agua. El paciente debe mantener un poco de material de contraste en la boca mientras se coloca en la posición correspondiente. Al tomar la placa debe ingerirse la mezcla y respirar profundamente a la vez. Como se examina el tórax la inspiración es muy importante.

ARTROGRAMA. Se punciona la articulación de la rodilla con una aguja de punción lumbar, previa asepsia de la región a puncionar. Se inyecta 40cc de aire y luego 5cc de medio de contraste. El paciente debe hacer que se expanda el aire y el medio dentro de la articulación, haciendo movimientos o caminando algunos pasos. Antes de tomar las placas se hace sostener del pie del paciente un peso, sostenido por una cuerda. El paciente debe acostarse sobre la mesa en decúbito prono quedándole los pies a un extremo de la mesa.

Por otra parte, se acostumbran hacer exámenes misceláneos menores como de craneo, cara, nariz, senos paranasales, maxilar superior, mandíbula y demás radiografía oral; órbita, columna cervical, dorsal, lumbar, sacro y coxis, pelvis, cadera, abdomen, costillas, tórax pulmonar, hombro, húmero, antebrazo, mano, dedos de la mano, muñeca, codo, muslo, rodilla, pierna, tobillo, pie, dedos de pie, series óseas, series abdominales. También cuentan: mastoides, conductos auditivos, agujero óptico, silla turca, serie cardíaca y senos paranasales con tres vistas.

En el mercado se encuentra diversas películas médicas para radiografía, como Fuji., Konica. y Kodak.. También Kodak. cuenta con una amplia línea de procesadores de imágenes, como el Kodak X-Omat. y las impresoras láser Kodak Ektascan.. Los nuevos fabricantes de materiales para radiología y diagnóstico por imágenes, para ser competitivos ante la exigencia del mercado, trabajan productos con resultados digitales con el objetivo de mejorar la calidad de la imagen y ahorrar material radiológico.

LA RADIOTERAPIA

Las radiaciones

No se puede hablar de los Rayos X o de Roentgen sin mencionar la radioterapia, que es otro gran recurso de la medicina. La radioterapia es la utilización de las radiaciones ionizantes con fines terapéuticos.

Estas radiaciones poseen la capacidad de ionizar la materia que atraviesa.

Ceden su energía para desplazar o captar electrones de las órbitas de algunos átomos (efecto fotoeléctrico y efecto Compton) o para

materializarse en un positrón y un electrón en las cercanías de un núcleo pesado cargado positivamente; los átomos que han perdido los electrones

transforman en iones positivos, mientras que aquellos en los que se fijan los

electrones liberados se convierten en iones negativos. La ionización de

átomos que forma parte de moléculas constituyentes de la materia viva es la

causa de transformaciones químicas capaces de determinar modificaciones en

el metabolismo y estructura de la célula. Los efectos finales se

manifiestan por degeneración y necrosis celular, o bien por mutaciones

genéticas cuyos efectos serán distintos según que la célula afectada sea

somática o germinal. Las radiaciones ionizantes son de dos tipos:

radiaciones electromagnéticas y radiaciones corpusculares. Las primeras

están representadas por los rayos X y los rayos gamma, y las segundas por los electrones, protones, neutrones, núcleos de helio, etc., cuya energía depende de la velocidad de las partículas.

La energía de una radiación ionizante se expresa en electronvolt (eV) y sus múltiplos: keV y MeV, que corresponden a 1,000 y un millón de eV respectivamente. El eV es la energía que posee un electrón acelerado por una diferencia de potencial de 1 volt.

La radioterapia usa radiaciones de energía comprendidas dentro de límites muy amplios: desde algunos keV de los tubos radiógenos para rayos blandos, hasta los 50 MeV y más de los betatróns. Estas amplias posibilidades se deben tanto a la investigación de la física nuclear como al desarrollo de la técnica constructora de aparatos aceleradores de partículas (ver más adelante, en Terapéutica con energías altas, ampliaciones sobre los aceleradores). Entre las fuentes de radiaciones ionizantes, en radioterapia, se utilizan los rayos X (roentgenterapia), los rayos gamma (gammaterapia) y los rayos beta (betaterapia); las radiaciones cósmicas solo se emplean en experimentos.

Al inicio las radiaciones usadas generalmente eran los rayos X producidos por tubos radiógenos alimentados con tensiones máximas de 250 kV, debido a lo cual actualmente se entiende por roentgenterapia tradicional la que utiliza energía hasta ese valor.

En la actualidad también se usan en radioterapia radiaciones de energía superiores a 1 MeV, que han sido calificadas como energías altas, denominación muy discutible ya que estas radiaciones, si bien alcanzan la energía de varias decenas de MeV, no pueden clasificarse, desde un punto de vista estrictamente físico, en el grupo de energías altas, ya que en física

nuclear se utilizan energías muy superiores, de hasta miles de millones de eV. En el campo de radioterapia se ha intentado utilizar, dentro de ciertos límites, radiaciones de energía cada vez mayores para poder irradiar con dosis adecuadas los focos tumorales profundos. En efecto, la penetración está en función de la energía y para energías comprendidas entre los 1 y 10 MeV la absorción es homogénea en los huesos y en los tejidos blandos. Al aumentar la energía de la radiación no varía la fuerza del efecto biológico, pero en cambio hay una mayor penetración y, en ciertas condiciones, una mejor distribución de la dosis.

La radioterapia comprende:

- _ Radioterapia tradicional
- _ Radiumterapia o curieterapia
- _ La terapéutica con energías altas
- _ La radioisotopoterapia.

Radioterapia tradicional

La fuente de radiaciones usada son los tubos de rayos X alimentados con tensiones que generalmente alcanzan un máximo de 250 kV. Los tubos radiogénicos que se usan todavía son semejantes a los tubos realizados en 1913 por Coolidge; las partes fundamentalmente están constituidas por un estuche a un vacío muy intenso, un cátodo representado por un filamento y un anticátodo desde el que se emiten los rayos X. Entre el cátodo y el anticátodo se aplica una diferencia de potencial (que califica la radiación X) que impulsa los electrones emitidos por el filamento del cátodo hacia el anticátodo; éste detiene los electrones produciendo calor y Rayos X. Los problemas que plantea la construcción de un tubo radiogénico son: lograr un vacío intenso en la ampolla y proteger y enfriar el tubo y el material de

que esta compuesto el anticatodo. Estos problemas han sido bien resueltos por la tecnica moderna, gracias a lo cual se dispone actualmente de tubos de rayos X altamente perfeccionados. Para obtener radiaciones poco penetrantes, usadas para el tratamiento de lesiones cutaneas o mucosas, facilmente accesibles desde el exterior, se utilizan tubos que operan a tensiones muy bajas (40–50 kV) y a distancias focales prximas: plesioroentgenterapia. Los tubos radisgenos para plesioroentgenterapia son de dos tipos: tubo Chaoul y tubo Philips.

Curieterapia

Utiliza como fuente principal el radio, que emite radiaciones alfa α , beta β y gamma γ . No se usa en estado puro, sino en forma de sal, el sulfato, contenido en recipientes especiales de platino en forma de placas, agujas o tubitos. La pared de platino de estos recipientes, cuyo espesor varma desde 0.5mm hasta 1mm, tienen la funcisn de absorber las radiaciones gamma mas blandas, dejando pasar las radiaciones gamma mas duras y homogeneas. Las placas estan constituidas por soportes metalicos a los que se ha incorporado el radio cubierto por una lamina de metal. La placas suelen tener una cantidad de radio comprendida entre los 2 y 10 mg por cm².

El radio es un metal alcalimotirreo que se funde a 7000C y hierve a 1,1400C. Es difmcil encontrarlo en su estado natural, pero es extramdo de algunos minerales como la pecblenda, donde se encuentra en mnfimas proporciones. Su permodo de desintegracisn se eleva a 1,620 aqos. La actividad de una masa de un gramo de radio es casi o igual a la un curie. La desintegracisn del radio genera el radsn o 'emanacisn de radio' [2].

Terapiutica con energmas altas

En la Medicina Nuclear actual, donde se trabaja con generadores para

radiaciones de energías altas, se tienen tres grupos:

- Generadores de rayos X de alto voltaje, que producen radiaciones roentgen de energía hasta de 2 MeV: transformador de resonancia, generador electrostático de Van de Graaff.

- Aceleradores de partículas, capaces de producir radiaciones corpusculares o rayos X de 4 a 50 MeV: aceleradores lineales y terminales (betatrones).

La firma Varian. dispone de modelos de aceleradores lineales como el Clinac. 2100C y el Clinac. 600C, con gran maniobrabilidad de uso por su sistema computarizado.

- Unidades de radioisótopos para teleterapia: bomba de Cobalto (^{60}Co) y bomba de Cesio (^{137}Cs).

La radioisotopoterapia.

Se utilizan elementos radiactivos artificiales como el Co, el Cs, el Ta, El I, el Sr, el Y el P. El fósforo, el estroncio y el itrio se usan principalmente como emisores beta [6].

También se usa el Iridio 192, pero tiene la desventaja de poseer una vida de corta duración: 74.2 días.

Se trata de abandonar el radio en los usos radioterapéuticos por las precauciones severas que exige su aplicación. El cobalto 60 y el cesio 137 lo han ido reemplazando porque no son tóxicos [2].

DIAGNOSTICO POR IMAGENES

Resonancia Magnética Nuclear

Es una técnica no ionizante ni invasora que ha sido utilizada por químicos orgánicos, bioquímicos, y algunos médicos desde la Segunda Guerra Mundial para identificar y analizar moléculas intrincadas de lípidos o sólidos homogéneos, encontrando también aplicaciones en medicina.

Al enfocar el núcleo de los átomos de un solo elemento (como el hidrógeno) en un tejido biológico por vez, la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) puede distinguir si esos núcleos se comportan normalmente en respuesta a determinadas fuerzas externas, como el magnetismo.

Algunos investigadores sugieren que estos núcleos atómicos pueden ser considerados como las versiones submicroscópicas de los trompos que hacen girar los niños. Los núcleos tienden tanto a girar como a tambalearse, como les ocurre a los trompos. Al traducir esto a los estudios clínicos, el tejido a ser estudiado (cualquiera, desde un dedo hasta el cuerpo entero, dependiendo del tamaño del equipo) se coloca dentro del diámetro de acceso de un electroimán, exponiendo a los núcleos de los elementos incluidos a un campo magnético uniforme. Como resultado, la mayoría de los núcleos se alinean en la dirección del campo magnético. Luego, los núcleos alineados y, girando como los trompos, son sometidos, en una breve explosión, a un campo magnético alternante. Esta corriente se genera a la misma frecuencia en la que los núcleos están rotando, pero a un ángulo de 90° con respecto al primer campo magnético. Los núcleos que giran comienzan a ampliar su oscilación.

Cuando se corta la honda, la oscilación de los núcleos que rotan se estrecha nuevamente y la energía que los mismos absorbieron se transforma en un pequeño voltaje eléctrico. El voltaje puede ser detectado por una bobina receptora superficial y retransmitido a una computadora para su análisis. Esta señal indica el comportamiento normal o anormal de los núcleos en respuesta a las fuerzas magnéticas.

La reconstrucción computarizada presenta la pérdida de densidad y voltaje del núcleo de un elemento en particular. A causa de la distribución de ese

elemento en el cuerpo, las imágenes de algunos órganos se parecen en cierta forma a exámenes tomográficos computarizados.

A. Everette James, Jr., MD, JD, Jefe del Departamento de Radiología y Ciencias Radiológicas de la Escuela de Medicina de la Universidad de Vanderbilt, Nashville, menciona que tradicionalmente "hemos considerado a la enfermedad en función de la histología y patología, utilizando la anatomía alterada como nuestro parámetro más importante. Pero, como es lógico, antes del cambio estructural debe haber un cambio funcional que involucra una química bastante compleja. Como mínimo, la RMN nos ofrece lo que probablemente será una oportunidad para evaluar este desorden químico".

El imán utilizado puede ser un imán resistente, llamado de esa forma porque la corriente eléctrica pasa a través de una bobina en la que encuentra resistencia (provocando calor), o un imán superconductor cuyas bobinas se enfrían hasta -296°C con helio líquido y nitrógeno líquido. Es más barato preparar imanes resistentes, pero requieren grandes cantidades de potencia mientras están en operación, se los debe enfriar con agua, y requieren muchos ajustes. Los imanes superconductores cuestan más inicialmente y necesitan menos potencia al no encontrar resistencia en la conducción de electricidad, pero deben ser recargados con nitrógeno y helio para mantener su estado superfrío.

En los estudios preclínicos y clínicos, la imagen RMN de los núcleos de hidrógeno (protones) se popularizó a causa del gran contenido de agua del cuerpo. Sin embargo, muchos otros núcleos tienen propiedades magnéticas, a pesar de que son menos abundantes en tejido biológico. En la primera mitad de la década de los ochentas se hicieron pruebas que con los espectros del metabolito de fosfato, los cuales, cuando se notaban variaciones, mostraron

indicios de enfermedades o estados de tales, como la isquemia. Sin embargo, las enfermedades cardíacas y circulatorias reciben también gran atención por parte de los investigadores.

Otras pruebas hechas en la cabeza (para mayor referencia ver Moore, Med. Phys. 1981; 8:435–458) han mostrado registros de gran calidad, semejante a los de la tomografía computarizada. Puede también determinar con detalle depósitos excesivos de grasa en los vasos sanguíneos principales. Se descubrió también que la RMN es tan sensible que como el ultrasonido y más sensible que la centellografía para detectar metastasis de menos de 1.5cm de diámetro, y más sensible que las otras dos modalidades para detectar la cirrosis (Lancet 1981, 1:78–79, 963–966) [7].

Con respecto a los problemas neurológicos, la RMN proporciona buena diferenciación entre materia blanca y gris en el cerebro. Este diagnóstico potencial puede extenderse a enfermedades desmielinantes como por ejemplo la esclerosis múltiple, problemas nutricionales o tóxicos que implican desmielinación, y enfermedades neuronales degenerativas.

También puede obtener imágenes de huesos y tejidos blandos.

Algunos informes dicen que las imágenes obtenidas con la RMN con protones son muy exactas para determinar la configuración, situación y volumen de la hipófisis y pueden detectar microadenomas y hasta tejidos que están funcionando anormalmente dentro de la glándula.

El mesencéfalo, la parte axial del cerebro, el cuarto ventrículo, el cerebelo y la médula se ven con exactitud y se pueden relacionar rápidamente con las estructuras óseas que los circundan.

La familia de Gyrosan., como el Gyrosan. NT y el Gyrosan. S 15 ACS de Philips. han tenido mucha aceptación desde 1993 por maniobrabilidad y demás

ventajas técnicas. Toshiba. ha presentado modelos capaces de depositar imágenes en disco óptico (disco compacto), dando con esto gran capacidad de almacenaje y calidad de recuperación. Los equipos de años anteriores depositaban las imágenes en cinta de VCR, como el formato VHS, terminando con el tiempo y uso con recuperación borrosa de imágenes por el desgaste de la cinta, el polvo y la acumulación de óxidos en las cintas magnéticas.

Precauciones con la RMN

Es normal que se recomiende no exponerse a mujeres embarazadas o personas con epilepsia, injertos metálicos, o con problemas cardiovasculares, agregando que el cristalino y los testículos también podrían ser particularmente susceptibles a cualquier efecto adverso. Sin embargo, estas recomendaciones sólo se aplican a voluntarios (la decisión en el caso de los pacientes la toma el médico), y al parecer no existe evidencia de efectos patológicos, genéticos, de desarrollo o de comportamiento provocado por la RMN [7].

El Ultrasonido

El ultrasonido es vibración mecánica cuya frecuencia se sitúa entre los 16 y 100 Kilohertz. La vibración mecánica es energía mecánica que necesita un medio material para su propagación, la que se realiza como un movimiento ondulatorio en línea recta y a una velocidad determinada, que depende de las características acústicas del medio.

La producción de sonido puede hacerse por medio de diversos procedimientos:

- 1- Silbatos y sirenas
- 2- Generadores magnetoacústicos
- 3- Generadores piezoeléctricos

Los dos primeros métodos tan sólo consiguen la producción de ondas de

sonido de frecuencia relativamente baja (30~300 KHz). Como en medicina se requiere la utilizaci3n de ondas ssnicas de frecuencias mas elevadas (ultrasonido), se emplean los generadores piezoelctricos, como los cristales. Algunos cristales presentan cargas elctricas en la superficie de los mismos cuando se les somete a compresin o traccin mecanica ejercida sobre su eje principal. Las sustancias que presentan esta propiedad se denominan 'piezoelctricas' (cuarzo, sal de la Rochels, titanato de bario, zirconato de bario). Los cristales de estas sustancias carecen de centro de simetrma y tienen uno o mas ejes de simetrma que son polares, es decir, que son equivalentes a los dos sentidos del mismo.

Un cristal natural de cuarzo tiene la forma de un prisma hexagonal terminado en dos piramides. El eje OO es el eje sptico del cristal. Cuando se coloca una lamina tallada en el cristal perpendicular a uno de sus ejes elctricos entre dos electrodos y se aplica una tensin elctrica, la lamina sufrira una deformacin mecanica variando sus dimensiones. Las variaciones que experimenta la lamina son paralelas a las alternancias del campo elctrico. Para la producci3n de ultrasonido se aplica una corriente alterna de alta frecuencia, teniendo el ultrasonido una frecuencia constante y caractermstica para cada lamina o placa piezoelctrica. El factor fmsico mas importante a considerar es el medio, de cuya absorcin se va a derivar una serie de factores fisiol3gicos que son la base de su indicaci3n terapeutica. En ecodiagnstico interesa mas la deteccin de las reflexiones (ecos) producidos en virtud de la intersecci3n del haz de sonido con el medio, porque tales reflexiones proporcionaran la informaci3n diagnstica deseada.

La onda ultrasónica tiene ciertas características que forman la base de su acción:

Intensidad, que es la energía sonora que llega a una superficie de 1 cm² x segundo.

Frecuencia y longitud de onda, que conociendo la frecuencia de un haz de ultrasonido y su velocidad de propagación en un medio se puede conocer la longitud de onda aplicada a la fórmula.

$$F = V_s/L$$

donde

F= frecuencia

V_s= velocidad sonora

L= longitud de onda

La gama de frecuencias más utilizadas en ecodiagnóstico oscila entre 1 y 10 MHz. Las frecuencias más elevadas van ligadas a una atenuación más rápida del haz sonico por absorción por el medio, lo que condiciona un alcance limitado a zonas superficiales. Si el diametro del haz es menor, su poder de definición es mayor. Por el contrario, a frecuencias más bajas la atenuación es menor, en virtud de su menor absorción, permitiendo exploración a planos más profundos. Si el diametro del haz es mayor, su definición es menor y se tiene mayor influencia de los fenómenos de dispersión, refracción y difracción.

Velocidad de propagación del ultrasonido.

Se define como la distancia recorrida por el haz ultrasónico durante la unidad de tiempo. El haz sale del generador con una velocidad de propagación dependiente de la densidad del medio donde se inicia la propagación. Por ejemplo:

Aire.... 340 mt/seg

Agua.... 1,540 mt/seg

Hueso... 3,000 mt/seg

Interacción del haz ultrasónico y el medio

El sistema esquelético por su gran absorción, y el aire con su reflexión son los más indicados para la exploración con ultrasonido ya que ambos provocan una atenuación energética considerable del ultrasonido hasta el punto de poder llegar a comprometer seriamente la formación de la imagen ecográfica. Con respecto al medio, la característica física más importante a considerar es la resistencia que opone al paso del sonido, que se denomina impedancia acústica, que es característica y constante para cada medio. El grado de impedancia entre dos medios es la causa de que a nivel de la superficie limitante de ambos (interfase) se produzcan las reflexiones de ecos, que una vez detectados y registrados van a proporcionar información sobre los medios atravesados por el haz ultrasónico.

Cuando un haz de ultrasonido se dirige al interior del organismo ocurre lo siguiente: atraviesa la piel, lo que se facilita interponiendo entre el transductor y ésta una sustancia transmisora, como aceite mineral. Una vez dentro, en cada interfase se va a originar una reflexión del haz, cuya importancia dependerá del grado de impedancia acústica que existe entre los medios separados por esa interfase. Las sucesivas reflexiones le irán restando energía, la cual también se pierde por la absorción de ondas por cada medio atravesado.

Sistemas de detección y análisis de la información diagnóstica

El equipo de ultrasonido consta de dos elementos principales:

- el transductor
- el sistema analizador–amplificador

El transductor. Es el elemento explorador del ecografo y contiene un generador piezoelctrico laminar variable para frecuencias de 2.25 a 10 MHz y su funcisn incluye la produccisn de ondas ultrassnicas y la recoleccisn de ecos (reflexiones). Segzn el fensmeno inverso de la piezoelectricidad, si al transductor se le hace llegar una corriente alterna de alta frecuencia cuyo nzmero de alternancias coincida con la frecuencia de resonancia del generador, esto producira ultrasonido de una frecuencia constante y caractermstica para cada uno de ellos. La emisisn de ultrasonido se realiza en forma discontinua intermitente y de este modo los intervalos de emisisn del ultrasonido; el generador puede recibir los ecos provenientes de las estructuras atravesadas

Sistema Analizador–Amplificador. Tiene tres funciones

- 1–Producir corriente alterna de alta frecuencia que transmitida al transductor produzca ultrasonido.
- 2–Recibir la corriente elctrica en que el generador a convertido los ecos que le llegan, y amplificarla.
- 3– Representar las seales elctricas en un osciloscopio.

La imagen ecografica es la representacisn grafica obtenida en el sistema de registro del ecografo y de cuyo analisis podremos obtener los datos diagnssticos en la exploracisn del enfermo con ultrasonido. El tipo de imagen obtenido depende del sistema ticnico empleado.

Ticnica exploratoria.

Hay varios tipos de exploracisn, entre los que se cuentan el transversal, longitudinal, oblicuo y coronal. Hay tambiin diferentes tipos de rastreo,

que incluyen simple, sectorial o en abanico, y el rastreo compuesto o combinado. [8]

Estudios en el Instituto Salvadoreño del Seguro Social muestran que la ultrasonografía es útil para estudios en casos de neoplasmas abdominales como litiasis biliar, patologías renales, malformaciones congénitas, neoplasias, etc. [10] (En Historia de la Radiología en El Salvador se menciona sobre la ultrasonografía en el país).

Tecnología de los años noventa como los aparatos XP Xcelerator., de Acuson, disponen de capacidad para aplicaciones abdominales, obstétricas y ginecológicas, de endocavidad, vasculares y cardíacas, etc; la presentación se hace a escalas de grises y en el sistema conocido como Doppler y el Doppler a color.

En el estudio de algunas patologías se prefiere el ultrasonido porque tiene ventajas como rapidez, economía relativa, capacidad de producir imagen a tiempo real y en cualquier plano sin revisión de formato. La rapidez permite también estudios intervencionistas. En la mayoría de países es el método indicado para el análisis de la pelvis femenina. Supera a la tomografía en sujetos astimios [10].

Entre las desventajas se tienen: dificultad de manejo de algunos equipos o modelos, menor resolución espacial y poder de resolución si se compara con la tomografía computarizada y la resonancia magnética, y dificultades eventuales con la disposición de medios de contraste adecuados en el mercado. Se señala además que por la baja impedancia acústica de áreas con grandes volúmenes de gases como los pulmones y la columna vertebral, hay dificultades de exploración [10].

En ultrasonido, Philips. también cuenta con aparatos semejantes. Siemens.

dispone del SONOLINE Versa., también con capacidad de ampliación Doppler y Doppler a color. Hewlett Packard. dispone de equipo para ultrasonido cardíaco y otros diagnósticos como monitoreo obstétrico, neonatal y de gases anestésicos, cateterismo, electrocardiografía y diagnóstico cardíaco.

El SONOS. 100CF de HP., por ejemplo, tiene Doppler PW/CW.

El SONOLAYER-a. conocido como SSA-270A de Toshiba., el Performa. y la familia de los Aloka. SSD-680, SSD-1200 y SSD- 2000 al igual que otros fabricantes, también disponen de imágenes a escalas de grises y por sistemas Doppler, con aplicaciones en monitoreo del flujo sanguíneo, para biopsias y operaciones e imagenología 3-D en aplicaciones cardíacas, neonatales, etc. En El Salvador está muy difundida la ultrasonografía debido a su precio y la facilidad de uso.

Esta generación brinda lo último en cartografía lineal, convexa, de sector, Doppler, anular y coloreada. Incluye exploración por ultrasonido 'a tiempo real'. Para el uso en ultrasonido, en el mercado se encuentran varios accesorios, como la gelatina Aquasonic. Clear y sistemas afines como el ultrasonido terapéutico (radioterapia) Sonicator. 715 y 716.

Precauciones en el uso del ultrasonido

En la década de los ochentas se iniciaron en Estados Unidos pruebas para determinar la influencia de la ultrasonografía sobre los fetos. En el corto plazo no se comprobaron consecuencias positivas ni negativas (Dr. Edward A. Lyons del departamento de diagnóstico por ultrasonido de la Universidad de Manitoba, Winnipeg, Canada). Habrá que esperar los resultados a largo plazo.

De todas maneras se puede partir de que el ultrasonido no provoca ninguna malformación ni tumores malignos, pero el embarazo no es una de sus

indicaciones, por lo que no debera usarse como un procedimiento de rutina.

La Dra. Doreen Liebeskind, radisloga del Colegio de Medicina de medicina Albert Einstein, Nueva York, opina que habrma posibilidad de lesiones sutiles porque consta que el ultrasonido puede originar modificaciones geniticas en cultivos de cilulas. Podrman presentarse alteraciones de los reflejos, del cociente de inteligencia, de la capacidad de concentracisn, u otras perturbaciones psicolsgicas, psiquiatricas o neurolsgicas.

Puesto que la naturaleza asegura la mayorma de funciones fisiolsgicas por mzltples vmas, es posible que lesiones mmnimas ninguna consecuencia perceptible. En Estados Unidos existe mucho excepticismo respecto a la practica alemana de sonografiar rutinariamente dos veces cada embarazo.

Tomografma computarizada (TC)

Tuvo sus inicios en 1972-75, trayendo la novedad en la forma de grabar las imagenes. Un haz de rayos X es dirigido al paciente; el atenuante remanente de radiacisn es medido por un detector, que a su vez lo transmite a una computadora. Esta reconstruye la imagen en base a mzltples ecuaciones matematicas (algoritmos).

La imagen obtenida es distinta a la de rayos X convencional (radiografma).

Los rayos X forman una imagen directamente en el detector de radiacisn (pelmcula). Con la tomografma computarizada (TC), como los rayos X forman una imagen electrsnica que es depositada y presentada como una matriz de intensidades. El formato de la imagen de TC es de celdas imaginarias, asignando un nzmero a cada una y presentandolas en densidad o niveles de brillantez distintos en un monitor. La celda imaginaria es un pixel (unidad bidimensional). La unidad tridimensional es el voxel.

Los nuevos monitores de video permiten altas resolucisn de imagen,

mientras que la forma digital del archivo de la imagen permite su ampliación y manipulación. Los avances en monitores de alto pixelaje para informática y para la televisión convencional han permitido disponer de imágenes más claras y más detalladas, disminuyendo las dificultades por la velocidad de exposición. La exploración radiográfica por medio del 'escaner' tomográfico tiene la ventaja de poder examinar órganos comprendidos entre dos planos paralelos a su vez identificar con exactitud la naturaleza de una lesión.

Los escaners han venido evolucionando desde sus inicios por medio de generaciones continuas. Desde la primera generación en los 70's se han logrado mejoras técnicas y alcances de acuerdo a las necesidades. A finales de los 80's apareció la cuarta generación, en donde fabricantes líderes de sistemas médicos como Toshiba, y Philips, han logrado escaners muy veloces y con gran alcance de exploración.

En tomografía computarizada, se encuentra también el SOMATON. AR.HP de Siemens.

Las capacidades de ese tipo facilitan la Imaginología, que consiste en el estudio con imágenes tridimensionales del cuerpo humano que permite ver al interior del organismo de una manera que antes era imposible sin la intervención quirúrgica [9]. Se crea una representación anatómica completa a partir de la combinación de distintos métodos: Resonancia magnética, tomografía computarizada y tomografía por emisión de positrones (PET). La imaginología es una herramienta única para la planificación quirúrgica y para cualquier otro objetivo médico porque combina los "puntos fuertes de cada tipo de modalidad diagnóstica" (Dr. Matthew D. Rifkin, profesor de radiología del Hospital de la Universidad Thomas Jefferson, de Filadelfia).

El futuro para los diagnósticos

Ya se ha comenzado a conformar la manera en que se manipularán los diagnósticos por imágenes en el futuro. La nueva generación de escáneres tiene ya un formato digital para las imágenes, lo que abre la exploración a múltiples usos. En el ambiente Macintosh., ya se han diseñado programas en HyperCard. para expedientes integrales de pacientes, pudiendo visualizar fotografías, imágenes de diagnósticos, historial médico del paciente, diagnósticos clínicos, etc., y todo para cuerpo entero.

Para el ambiente Windows. está Photoshop. y las otras aplicaciones de Multimedia para programas con bondades semejantes, que trabajan con imágenes gráficas, video y audio. Estos programas permiten emular las imágenes digitales de disco óptico provenientes del software de los escáneres. En X-Windows. hay programas para uso hospitalario que cuentan con utilidades completas para el diagnóstico médico. Aunque el ambiente de la Mac es avanzado, para El Salvador, así como para la mayoría de países, es más conveniente el ambiente Windows. porque tiene también avances que son más dominados por los usuarios, así como mayor cantidad de software disponible.

Es difícil predecir hasta qué punto los diagnósticos por imágenes pueden hacer desaparecer los análisis convencionales con rayos X, porque hay muchos factores que influyen en eso. El costo del equipo y la limpieza en la exploración, el grado de conocimiento técnico de las tecnologías nuevas y la disposición en el mercado de productos afines (como químmicos y medios de contraste), determinan el predominio de una modalidad diagnóstica. En El Salvador es común encontrar, como ya se había señalado antes, muchas clínicas privadas que trabajan con rayos X convencionales, notándose

tambiin la abundancia de ultrasonido. En el futuro, ante la contmnua aparicisn de tecnologma de radiologma convencional, se podrma decir que seguira existiendo, pero cediendo cada vez mayor cuota a las imagenes diagnssticas y su amplitud de exploracisn.

Existen ya bibliotecas enteras de imagenes diagnssticas del cuerpo humano en discos compactos (CD-ROM) que facilitaran en un futuro cercano la enseanza de estas disciplinas midicas. Lo que se busca es que el midico tenga a la mano todas las herramientas, confiables y suficientes, para un mejor analisis del paciente, y garantizar asm que la Medicina cumpla sus misisn.

BIBLIOGRAFIA

, Elementos de Radiografma

International Medical Section

Eastman Kodak Company

– Diccionario Enciclopidico Hachette Castell

Vol. 9

. Apuntes de clases para Salud Pzblica en una visisn integral

Dr. Roberto de J. Badia

Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador, marzo de 1975

/ Salud en El Salvador, 1962–1965

Ministerio de Salud Pzblica y Asistencia, El Salvador

0 Colesistosonografma

Revisisn de los primeros 100 casos del ISSS

Dr. F. E. Msnico, Dr. A. R. Amaya y Dr. M. G. Polanco

1 Hombre, Ciencia y Tecnologma

Enciclopedia Britanica, Vol. 7

2 Informaciones Roemmers, edicisn bimestral No. 66 Oct–Nov/83

Laboratorios Roemmers, S.A.R.L., Argentina

– Informaciones Roemmers, edicisn bimestral No. 67 Dic/83–Ene/84

Ibmdem

3 La ultrasonografma como mitodo diagssticos en las hepatopatmas.

Dr. Nelson Anmbal Montalvo U., Nov. 1992

Instituto Salvadorego del Seguro Social

4 El Hospital, revista bimestral

Volumen 46 No. 5, Oct–Nov 1990

Volumen 47 No. 1, Feb–Mar 1991

Volumen 50 No. 5, Oct–Nov 1994

Volumen 50 No. 6, Dic–Ene 1995

El Hospital, Inc.

5 Patologmas mas frecuentes diagnosticadas mediante ultrasonografma abdominal en el Hospital Midico Quirzrgico del ISSS

Dr. Marco Antonio Lemus B., mar–may/1992

Instituto Salvadorego del Seguro Social

Otras referencias

– Radiologic Science for Technologist. Physics, Biology, and protection

Stewart C. Bushong, fourth edition

C.V. Mosby Company, 1988

– Rayos X

Tesis de grado en radiotecnologma, Universidad de El Salvador, 1988

Gladis Yanira Ruano Gamez

– Diagsstico y analisis del sector salud de El Salvador

15 de oct 1993 ~ 15 may 1994

Dr. Fabio Molina Vaquerano

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

– Diario Oficial, viernes 28 de septiembre de 1945

Tomo No. 139, El Salvador

– Diario Oficial, 28 de enero de 1947

Tomo No. 142, El Salvador_