

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS**

**DIAGNOSTICO DE FRACTURAS SUTILES DE
EXTREMIDADES SUPERIORES POR GAMMAGRAFIA
OSEA (MEDICINA NUCLEAR)**

Estudio realizado en 32 pacientes atendidos en el Departamento de Medicina Nuclear del Hospital General San Juan de Dios y Clínica Privada de Medicina Nuclear, 10. de abril al 15 de mayo de 1995. Guatemala.

TESIS

*Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.*

POR

MARIO RENE GRADIZ GARCIA

En el acto de investidura de:

MEDICO Y CIRUJANO

Guatemala, julio de 1995



FORMA C

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 26 de junio de 1995
DIF-042-95

Director Unidad de Tesis
Centro de Investigaciones de las
Ciencias de la Salud - Unidad de Tesis

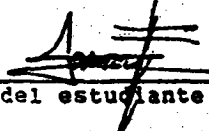
Se informa que el: BACHILLER EN CIENCIAS Y LETRAS MARIO RENE
Título o diploma de diversificado, Nombres y ape-

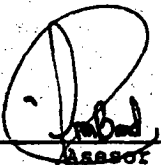
GRADIZ GARCIA Carnet No. 89-13258
llidos completos

Ha presentado el Informe Final del trabajo de tesis titulado:

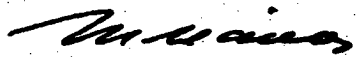
DIAGNOSTICO POR MEDICINA NUCLEAR DE FRACTURAS SUTILES DE
EXTREMIDADES SUPERIORES

y cuyo autor, asesor(es) y revisor nos responsabilizamos de los conceptos metodología, confiabilidad y validez de los resultados, pertinencia de las conclusiones y recomendaciones, así como la calidad técnica y científica del mismo, por lo que firmamos conformes:


Firma del estudiante


Firma y sello personal

DR. I. BERNARDO CORONADO M.
MÉDICO Y CIRUJANO
COL. 6959


Revisor
Firma y sello

Registro Personal



12
05
7 (2934)

EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FORMA D

HACE CONSTAR QUE :

El (La) Bachiller: MARIO RENE GRADIZ GARCIA

Carnet Universitario No. 89-13258

Ha presentado para su Examen General Público, previo a optar al
Título de Médico y Cirujano, el trabajo de Tesis titulado:
DIAGNOSTICO POR MEDICINA NUCLEAR DE FRACTURAS SUTILES DE
EXTREMIDADES SUPERIORES

Trabajo asesorado por: DR. BERNARDO CORONADO

y revisado por: DR. MANUEL CACERES
quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite,
firma y sella la presente

ORDEN DE IMPRESION:

Guatemala, 26 de junio de 1995

DR. EDGAR DE LOS BARILLAS
Por Unidad de Tesis



DR. RAUL CASTILLO RODAS
DIRECTOR
CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD



IMPRESION:

Dr. Edgar de los Barillas Oliva Gonzalez
DECANO

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	01
II.	DEFINICION DEL PROBELMA	02
III.	JUSTIFICACION	03
IV.	OBJETIVOS	04
V.	REVISION BIBLIOGRAFICA	05
VI.	METODOLOGIA	35
VII.	PRESENTACION DE RESULTADOS	40
VIII.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	49
IX.	CONCLUSIONES	51
X.	RECOMENDACIONES	53
XI.	RESUMEN	54
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
XIII.	ANEXOS	58

I. INTRODUCCION

Entendemos por fractura como una deformación lineal o pérdida de la continuidad del hueso ocasionada por fuerzas que sobrepasan el módulo de elasticidad ósea (24). Esta definición anterior puede modificarse con la aplicación de la centelleografía ósea, debido que una fractura pueda visualizarse en una placa convencional de Rx se necesita que por lo menos un 50% de la matriz ósea pierda su continuidad, en el caso de las fracturas sutiles (ocultas) que son aquellas que no se observan por radiología ya que la pérdida de matriz ósea en estas es menor del 50%, en cambio el mecanismo de la centelleografía ósea es detectable porque capta el area donde exista mayor actividad osteoblastica. (8-19-21-23-28-29).

El presente estudio demostro el beneficio que obtiene el paciente al realizarle centelleografía ósea y hacer una llamada de atención para recordar lo importante que es la clínica para el diagnóstico en general.

El estudio se realizó con una población de 32 pacientes que consultaron por trauma en extremidad superior y sospecha de fractura, en la Emergencia de Cirugía de Adultos del Hospital General, con estudio radiológico de tejido óseo normal y que se le efectuó centellograma óseo localizado en el Departamento de Medicina Nuclear del Hospital General San Juan de Dios y Clínica Privada, durante el periodo del 1 de Abril al 15 de Mayo de 1995.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA:

Entendemos por fractura ósea, la deformación lineal o pérdida de continuidad del hueso, ocasionada por fuerzas que sobrepasan el módulo de elasticidad ósea (24).

Desde el apareamiento de los rayos X y su aplicación en el campo de la medicina, este ha sido el método diagnóstico más utilizado en la práctica médica para determinar la existencia de fracturas óseas. Actualmente existe un considerable número de casos que se presentan como fracturas "sutiles" u "ocultas", siendo aquellas que no comprometen más del 50% de la matriz ósea y que no son detectadas por la radiografía convencional, debido a su estudio estrictamente anatómico. (12-17-28).

Medicina Nuclear es un método complementario que estudia básicamente la función de órganos y sistemas siendo en algunas patologías sensible y específica, una de ellas es la detección de enfermedades óseas como metástasis, infección o trauma, ya que su mecanismo de acción es a nivel de la unión del radiofármaco con los cristales de hidroxapatita. (8-16- 19-21-29).

El presente estudio demostro la utilidad de la gammagrafia ósea en el diagnóstico de fracturas sutiles en pacientes que consultaron a la Emergencia de Cirugía del Hospital General San Juan de Dios.

III. JUSTIFICACION

La Medicina Nuclear es un campo relativamente nuevo en nuestro país, y ha sido de gran utilidad en el diagnóstico funcional de procesos patológicos que años atrás no fue posible establecer diagnóstico preciso.

Dado que es un método aplicable en muchas ramas de la medicina, aunado al hecho de que en nuestro país, las lesiones traumáticas constituyen un importante número de consultas a los hospitales nacionales, se decide establecer la utilidad de la gammagrafía ósea en el diagnóstico de fracturas sutiles de miembros superiores, considerando que es un problema frecuente en nuestro medio y que muchas veces, no puede ser diagnosticado por radiografía convencional, acarreando así secuelas y algún grado de incapacidad para el paciente afectado.

IV. OBJETIVOS:

GENERALES:

- * Determinar la utilidad de la centellografía ósea en el diagnóstico preciso de fracturas sutiles de extremidades superiores.
- * Relacionar los hallazgos clínicos del examen físico con los hallazgos centellográficos.

ESPECIFICO:

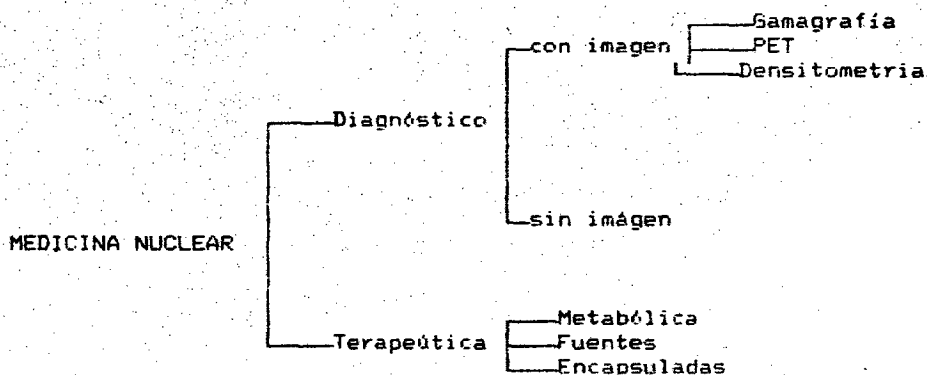
- * Evaluar la sensibilidad y especificidad de la gammagrafía ósea en el diagnósticos de fracturas de miembros superiores.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

BASES DE LA MEDICINA NUCLEAR Y ENFOQUE HISTORICO

La medicina nuclear es la especialidad médica que emplea los isótopos radioactivos, las variaciones electromagnéticas de los componentes del núcleo y las técnicas biofísicas afines para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica. (10).

CAMPOS DE LA MEDICINA NUCLEAR



Los principios de la medicina nuclear se deriva del descubrimiento de la radioactividad. En 1903 les fue concedido el premio Nóbel de física a Marie Curie, a su esposo Pierre Curie y a Ah Becquerel por el descubrimiento y estudio de la radiactividad natural. Madame Curie fue también galardonada con otro premio Nobel, en 1911, el de Química, por aislamiento del Radio Puro.

Los primeros radioisótopos artificiales los obtuvieron Federic Joliot y su esposa Irene Curie, concediéndoles el premio Nóbel de Química en 1935.

Los isótopos radioactivos artificiales se obtienen de un reactor nuclear o un ciclotrón, siendo este último en el que ha permitido la comercialización a precios asequibles de los múltiples radionúclidos que se suelen utilizar actualmente en la investigación y aplicación clínica, posibilitando el marcaje de múltiples moléculas que facilitarán de toda clase de estudios funcionales.

En el nacimiento del reactor nuclear, Enrico Fermi tuvo una participación fundamental, por lo que en 1938 recibió el Premio Nóbel de física, de forma parecida a Ernest Lawrence que fue galardonado con el mismo premio en 1930 por haber inventado el ciclotrón.

En el desarrollo de la Medicina Nuclear tuvo una enorme importancia la personalidad de Von Hevesy, quien recibió el Premio Nóbel de Química en 1943, siendo el primero en postular que todos los procesos vitales, incluso los aparentemente inmóviles, responden a un incesante cambio (noción de "equilibrio dinámico") producido por las distintas funciones del organismo, que no son más que procesos químicos y físicos. (10).

Estos principios, que en Medicina Nuclear se engloban bajo el concepto de metodología de trazadores, brindan la oportunidad de ampliar los conocimientos sobre la función de determinados órganos o sistemas. Aprovechando esta función y utilizando el radiofármaco específico se puede obtener la imagen de su distribución y la cuantificación en función del tiempo, deteniendo de esta forma un estudio morfofuncional de notable aplicación clínica.

En este breve perfil histórico de la medicina nuclear no podemos dejar de señalar, por su transcendencia, dos hechos fundamentales: La introducción del generador de Tc 99m en 1951, que permitió disponer de un radionúclido casi ideal, por sus características físicas y su cómoda disponibilidad en los servicios de medicina nuclear y la aparición de la Gammacámara de Anger en 1958, que supuso la existencia de un instrumento para la detección de la radiación gamma emitida por el Tc 99m. Este binomio, cámara de Anger y Tc 99m ha sido el que ha permitido la rápida difusión de los estudios morfofuncionales en el diagnóstico por imagen.

El diagnóstico por imagen en Medicina Nuclear se fundamenta en el análisis de la morfología y función de un determinado órgano, efectuado tras la administración de un radiofármaco con la ayuda de un equipo de detección. (23).

PRINCIPALES SECUENCIAS EN EL DIAGNOSTICO POR MEDICINA NUCLEAR

Obtención del Radionúclido
/
Preparación del Radiofármaco
/
Control de calidad del Radiofármaco
/
Administración del Radiofármaco
/
Distribución y localización del Radiofármaco
/
Obtención de imágenes
/
Procesado de la información
/
Valoración
/
Diagnóstico

RADIOFARMACOS

Se denomina radiofármaco a todo compuesto radiactivo utilizado para el diagnóstico o tratamiento de una determinada patología. En medicina nuclear, la mayoría de los radiofármacos se utilizan con fines diagnósticos y por tanto no poseen efectos farmacológicos. Esto ha dado lugar a discrepancias respecto a la terminología utilizada para definirlos. Aunque se ha propuesto el término de radiotrazador, es el de radiofármaco el más comúnmente utilizado. Un radiofármaco puede ser un elemento radiactivo (^{133}Xe o ^{85}Kr), una molécula de pequeño tamaño (^{75}Se -seleniometionina o el ^{131}I -hipurán), o sustancias de gran tamaño ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -macroagregados de albúmina, ^{125}I -fibrinógeno o ^{111}In -granulocitos). En general, el radiofármaco consta que debe ser marcado (16-28-29).

Preparación de radiofármacos

El proceso mediante el cual un radionúclido se une a una determinada sustancia se denomina marcaje.(16).

Características de un radiofármaco

Un radiofármaco viene por el radionúclido utilizado (por ej., ^{123}I), la forma química en la cual está presente el radionúclido (por ej., MIBG) y el tipo en forma farmacéutica (solución inyectable, por ej.). La "cantidad" del radiofármaco se define por: la radiactividad total del radionúclido expresada en Ci o Bq o sus submúltiplos o múltiplos uCi, mCi o MBq, GBq; la actividad específica o actividad referida a la masa total del elemento o compuesto químico considerado, expresado en Ci/mol, mCi/mmol, mCi/mg, uCi/ μg , MBq/mol, etc.; la concentración radiactiva o radiactividad referida a la unidad de volumen de la solución en ml. La elección del radiofármaco, para una determinada exploración dependerá de las características de sus componentes, ya que en el fármaco actúa como vehículo transportador del radionúclido hasta el tejido u órgano a explorar. Deberá, por tanto, elegirse una sustancia que posea las propiedades biológicas adecuadas para estudiar la función de un determinado órgano y escoger además un radionúclido con sus características físicas ($T_{1/2}$ de desintegración y energía de emisión fotónica) compatibles con la exploración y que sea capaz de fijarse al fármaco.(11-12-16-28).

La energía óptica de detección es de 150 keV y, por tanto, energías próximas a este valor serán detectadas con alta eficiencia y sensibilidad por los aparatos utilizados en la actualidad, es decir, la gammacámara. Bajas energías ($<30\text{keV}$) no serán detectadas por los detectores de INa (Tl), mientras que altas energías ($>600\text{keV}$) son de difícil detección por estos equipos. (16).

T_{1/2} efectivo. Una vez el radiofármaco ha sido administrado, desaparece del sistema biológico por varios mecanismos: excreción urinaria, excreción fecal, respiración, etc. Obviamente, la pérdida del radiofármaco será debida a dos mecanismos: decaimiento físico del radionúclido y eliminación biológica del radiofármaco (12).

Tipo de emisión radiactiva.

Como ya se ha expuesto, los radiofármacos decaen por emisión alfa, beta o gamma. (16). Las partículas alfa y beta producen más dosis de radiación que los fotones gamma y, por tanto, los radionúclidos emisores de partículas alfa y/o beta deben usarse de forma limitada en medicina nuclear.

Radiofármacos de tecnecio.

Aproximadamente el 90% de los radiofármacos utilizados con fines diagnósticos son compuestos marcados con ^{99m}Tc. La importancia que ha alcanzado este radionúclido se debe principalmente a las siguientes causas: a) la ausencia de emisión de partículas alfa y/o beta. (emisor gamma puro); b) su corto periodo de semidesintegración física (6 horas); c) la fácil detección (E=140 keV); d) la disponibilidad a partir del ⁹⁹Mo (Generador ⁹⁹Mo/⁹⁹Tc), y e) la facilidad de incorporación a gran número de compuestos. (16-28).

La vía de administración más común de un radiofármaco es la intravenosa, utilizándose también las vías oral, intradérmica, intratecal, inhalatoria y sublingual.

Mecanismo de localización del radiofármaco en tejido óseo

Se utiliza la denominación mecanismos de localización o fijación para describir las vías por las cuales el radiofármaco es concentrado en una región específica del organismo. Describimos a continuación el mecanismo de localización ósea más frecuente.

Difusión simple o intercambiable.

El pertecnetato y otros trazadores como el $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ se utilizan en gammagrafía cerebral porque permiten la visualización de las lesiones cerebrales al difundirse a través del tejido alterado de la barrera hematoencefálica. La difusión es probablemente el primer paso de la localización de los trazadores utilizados en gammagrafía ósea.(23). El radiofármaco difunde desde la sangre al interior del líquido extracelular, incluyendo los líquidos que rodean la superficie del mineral óseo. Una vez el trazador es expuesto a las estructuras cristalinas se fija rápidamente a la fase sólida para mantener una concentración baja en el líquido extracelular.

Detección de fotones (detector de centelleo). La medicina nuclear que podemos llamar convencional utiliza radionúclidos emisores de radiación gamma. Esta radiación electromagnética, al atravesar la materia, produce en su átomos ionizaciones y excitaciones. Los detectores de centelleo se basan en el fenómeno de la luminiscencia que presentan ciertas sustancias al ser sometidas a una radiación. Este fenómeno consiste en que, tras la excitación producida por la radiación, se producen unos destellos luminosos susceptibles de medición.

Toda la instrumentación para la obtención de imágenes en medicina nuclear utiliza este tipo de detectores. Consta de tres partes fundamentales: sustancia luminiscente, fotocátodo y fotomultiplicador (ver fig.1).

Al interaccionar un fotón con la sustancia luminiscente, le cede toda o parte de su energía, excitando sus átomos. La desexcitación de éstos devuelve toda la energía, en forma de fotones de luz visible (destellos). Estos fotones de luz excitan el fotocátodo, que actúa como una célula fotoeléctrica, desprendiendo algunos electrones (e^-). (23). Estos electrones son multiplicados en el fotomultiplicador, con lo que se consigue a su salida un débil impulso eléctrico que es proporcional a la energía cedida por fotón. En resumen, cada fotón que interacciona con el material luminiscente producirá un impulso eléctrico a la salida del detector. A continuación del detector podemos colocar un equipo analizador de impulso que nos permitirá realizar mediciones espectroscópicas. Este analizador permite limitar la detección a aquellos fotones que cedan un determinado rango de energía (ventanas). (23).

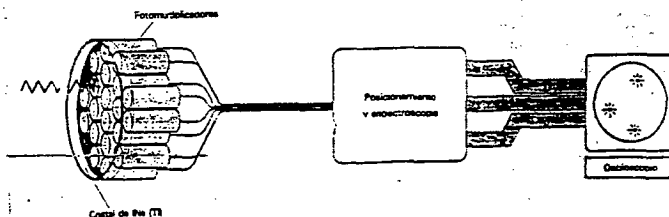


Fig. 1

Detección de positrones

Los positrones (e^+) son partículas inestables en presencia de materia. Cuando un elemento radiactivo emite un positrón, éste lleva una determinada energía cinética, que va perdiendo a través de la materia hasta que se une a un electrón y se aniquilan, convirtiéndose en dos fotones que salen despedidos en sentidos opuestos y que tienen una energía de 511 KeV. La detección de los e^+ se basa en la detección simultánea de dos fotones de estas características. Habitualmente, los detectores utilizados son del tipo de centello. La diferencia con la detección de la emisión gamma estriba en que son necesarios dos detectores y que, además, deben estar conectados a un circuito de coincidencia.

Instrumentos para la obtención de imágenes

Gamma Cámara o cámara de Anger.

Se trata de una modificación del detector de centelleo sólido que, además de detectar los fotones de radiación gamma, sea capaz de localizar el lugar donde se ha producido detección de cada fotón. (13). Si además, restringimos la detección a aquellos fotones que provengan de una sola dirección, dispondremos de un aparato capaz de obtener imágenes planas de la distribución frontal de un determinado material radiactivo.

El detector consta de la substancia luminiscente, que es un cristal de $\text{Na}(\text{TI})$ en forma de disco de débil grosor, y que esté acoplado, mediante una guía de luz, al fotocátodo que lleva un conjunto de fotomultiplicadores adosados en simetría hexagonal. El escaso grosor del cristal es apto para la baja energía de los radioisótopos más utilizados ($^{99\text{m}}\text{Tc}$: 140 KeV).

Un fotón que interacciona con el cristal en una determinada posición producirá un destello luminoso, el cual generará, a la salida de cada uno de los fotomultiplicadores, un impulso eléctrico de intensidad variable, según la luz detectada por cada uno de ellos. Es decir, de mayor amplitud para los que se encuentren más próximos y de menor amplitud para los que se encuentren más alejados. Con un circuito electrónico adecuado, a partir de todas estas señales podremos conseguir las dos coordenadas X e Y, que nos proporcionan la posición en la que ha sido detectada el fotón. Además, se obtiene la señal Z, suma de las de todos los fotomultiplicadores, y que es proporcional a la energía cedida por el fotón, lo que permite efectuar medidas espectroscópicas o seleccionar los de una determinada energía. Las señales correspondientes a las coordenadas x e y, si la amplitud del impulso corresponde al rango de energía permitido (seleccionado) puede ser llevadas a un osciloscopio, en el que aparecerá un impulso luminoso en su pantalla. (13).

Con el fin de eliminar los fotones que provenga de una dirección distinta a la elegida para efectuar la detección, se coloca un colimador entre el objeto a detectar y la parte sensible del detector.

En la formación de la imagen, la colimación produce efectos que combinan los de colimador y los de la unidad de espectroscopia. Es decir, el colimador hace que los fotones que provienen de una orientación distinta a la de de sus orificios, sufran una dispersión (scattering,) con la consiguiente pérdida de energía. Puede ser que algunos de estos fotones sean detectados, pero su energía será menor que la de los fotones incidentes,. Es entonces cuando la unidad de espectroscopia rechaza estos fotones de menor energía, con lo que se logra una colimación efectiva y, por tanto , una imagen de mejor calidad.

Son dos los tipos de colimadores más ampliamente utilizados, el pin-hole y el de orificios paralelos. El colimador tipo pin-hole es un cono de material de alta densidad que se coloca delante del cristal de la gammacámara y que actúa como un diafragma dejando pasar los fotones cuya dirección les permita pasar por el único orificio de que disponen. El diámetro de éste determina su resolución y sensibilidad.

El colimador de orificios paralelos está constituido por una gruesa lámina de plomo en la que se han practicado un sinfín de orificios de un cierto diámetro y con una separación entre ellos que se denomina septo.

Las características de cada colimador vienen definidas por el número de orificios y su diámetro (que determinan resolución y sensibilidad del colimador) y por el grosor de los septos (que está en función de la energía de los fotones para los que se va a utilizar).

Las imágenes se formarán tras la acumulación de gran cantidad de pequeños puntos luminosos en el osciloscopio. Estas imágenes pueden recogerse sobre soporte fotográfico. En ellas puede observarse claramente que están formadas por diferentes densidades de puntos que se corresponden con zonas de mayor o menor intensidad o cantidad de radiofármaco. A estas imágenes se las denomina imágenes analógicas.

Normalmente se intenta conseguir un equilibrio entre actividad administrada, sensibilidad y poder de resolución del sistema detector, el más adecuado al tipo de estudio que se esté realizando.

Si disponemos de un ordenador, al cual se le introduzcan las señales X, Y y Z a través de un interface que las digitalice, podremos formar las imágenes en la memoria del ordenador, pudiendo almacenarlas y procesarlas para obtener información cuantitativa.

A estas imágenes se las denomina imágenes digitales.(23).

Tomografía por emisión de fotones

La tomografía por emisión de fotones (SPECT) consiste en obtener la distribución tridimensional del trazador, partiendo de imágenes planares obtenidas desde diversas orientaciones y aplicando métodos de reconstrucción tomográfica. Los aparatos para SPECT suelen consistir, por tanto, en la unión de una cámara de Anger a un sistema rotativo, de manera que se puedan obtener imágenes del paciente desde cualquier orientación, en torno a él.

Esta técnica evita uno de los problemas de las imágenes planares que consiste en la superposición de órganos que se encuentran en la dirección de detección de la cámara.(20).

Tipos de estudios

La forma de adquisición más sencilla es la estática, que consiste en la formación de una sola imagen acumulando cuentas (interacciones radiación-detector aceptadas), bien durante un periodo de tiempo predeterminado, bien acumulando una determinada cantidad de ellas. Este tipo de adquisición es adecuado para aquellos estudios en los que interese obtener la distribución del radiofármaco una vez se ha localizado de una forma estable o bien mientras la cinética del trazador sea lenta como el en caso de la centellografía ósea.

Para los estudios onciogamma-gráficos, o cuando la cinética del trazador es rápida, al estudiar los cambios de distribución que se producen, se utiliza la adquisición dinámica. Este tipo de adquisición consiste en la gammagrafía ósea (60).(20).

La 60 es una técnica de "emisión" en la que las imágenes se obtienen a partir de un haz de fotones originado por un radiofármaco con tropismo óseo que se administra al paciente.(23).

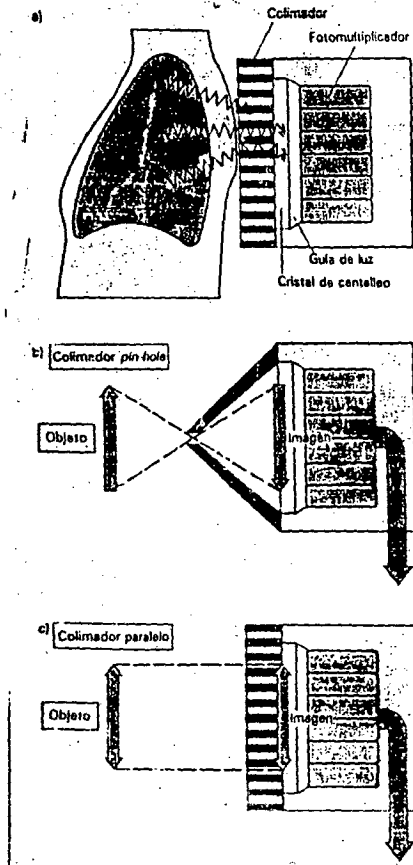


Fig. 2.

- a) Esquema de un colimador
- b) Colimador Pin-Hole
- c) Colimador de Orificios Paralelos

MARCADORES ÓSEOS.

El primer radionuclido exitoso usado en centellografía ósea para lesiones óseas fue el Strontium (Sr) (15-20-22-23), actuando como un sustituto del calcio; de aquí es fácil que se incorpore a los cristales de hidroxapatita, haciendo esto posible que el marcador óseo se fije al hueso y se pueda dar una imagen centellográfica. Sin embargo el Sr. posee una vida media muy prolongada de 65 días promedio; además los problemas de excreción del agente después de la inyección intravenosa por el intestino y riñones durante las primeras 24 - 48 horas perturba considerablemente la imagen. Strontium 87m tiene una vida media mucho mas corta (2.8h), pero este tiene también un aclaramiento lento en la sangre. Fluorine 18 viene a ser una alternativa muy util para el Sr pero este tiene una limitada utilidad o eficacia en los laboratorios de medicina nuclear los cuales no pueden situar dentro del alcance del ciclotron del reactor nuclear.

La introducción del Tecnecio 99 (Tc99m) no fue si no hace muy poco tiempo, dentro de un corto período de tiempo el Tc99m polifosfato, pirofosfato y difosfato han sido utilizados para uso general.(25-26). Químicamente son compuestos de fosfato que contienen muchos residuos fosfato (P-O-P) hasta 46 y únicamente 2 como lo es en el pirofosfato. El Fosfonato es un compuesto con residuos (P-C-P) óseos en vez de residuos (P-O-P) óseos. De estos difosfonatos son los mayormente utilizados actualmente. Ahora se tienen disponibles en la presentación de Tc99m Hidroxi-etileno-difosfonato (HEDP) y Tc99m Metileno-difosfonato (MDP). Los compuestos de fosfonatos poseen una alta afinidad a los cristales de hidroxapatita en la fase mineral de el hueso, especialmente en los sitios donde el nuevo hueso esta en fase de formación como lo es a nivel de las placas epificiarias de los huesos largos en crecimiento.(19-21-23-28-29).

Seguida a la administración intravenosa de Tc99m marca los fosfatos y difosfonatos que rápidamente se distribuyen por todo el líquido del espacio extracelular del cuerpo.(16).

GAMMAGRAFIA ÓSEA

Bases y fundamentos

La gammagrafía ósea es el método de exploración utilizado en medicina nuclear para obtener imágenes del sistema musculoesquelético. No obstante, no son imágenes que representan solamente unas estructuras anatómicas, sino que también son funcionales y expresión del metabolismo óseo (1). Estas imágenes son consecuencias de la fijación de un radiofármaco en el hueso que conserva o tiene aumentada su capacidad osteoblástica. Es la exploración no invasiva más sensible y que con mayor precocidad proporciona información fidedigna de cualquier alteración del esqueleto, ya sea de origen metabólico, traumático, infeccioso o tumoral, con menor costo y menor irradiación del paciente en comparación con otras técnicas.

El año 1971 se marca un hito en el diagnóstico de la patología ósea, ya que Subramanian y McAfee (25-26), logran marcar moléculas de polifosfatos, que tienen tropismo óseo, con $99m\text{Tc}$ en forma de pertecnato, uniendo así las excelentes características físicas del $99m\text{Tc}$ y su fácil disponibilidad y manejo con la afinidad de los polifosfatos para incorporarse al componente mineral del hueso.

Posteriormente se marcan moléculas de pirofosfatos y, a partir de 1972, varios autores proponen los difosfonatos como las mejores moléculas para ser marcadas con $99m\text{Tc}$, por su mayor incorporación al hueso y su resistencia in vivo a la acción destructora de las fosfatasa.

De todos ellos el más comúnmente utilizado es el metilendifosfonato (MDP). (7-23).

Técnicas para la obtención de las imágenes

Es ya habitual la denominación de "gammagrafía ósea en tres fases", que significa la obtención de imágenes en tres momentos, diferentes en el tiempo de la incorporación del radiofármaco al hueso. (25-26).

Primera fase

Colocado el paciente debajo de la gammacámara, se obtienen imágenes seguidas, cada 2-3 segundos, sin interrupción, a partir de la inyección endovenosa del radiofármaco y durante un minuto. Con estas imágenes dinámicas puede observarse la llegada del trazador y la vascularización y perfusión sanguínea de la zona que se explora, tanto en el hueso como en los tejidos blandos que le rodean. Es la fase de flujo sanguíneo.

Segunda fase

Inmediatamente después, durante los 5 primeros minutos postinyección, se obtiene nuevas imágenes, esta vez estáticas y por acúmulo de cuentas. En esta fase el radiofármaco se encuentra predominantemente en el espacio vascular, pero ya empieza a salir del mismo y a incorporarse al hueso. Se denomina fase precoz o del pool sanguíneo.

Tercera fase

Es la propiamente ósea, obtenidas de 2 a 4 horas, después de la inyección. En algún caso, por ejemplo en el diagnóstico diferencial de las metástasis, pueden obtenerse una imagen más tardía, entre 18 y 24 horas después de la inyección. A las 2 horas se ha fijado en el hueso el 50-60% de la dosis inyectada y el resto se va eliminando por la orina.

Las dos primeras fases proporcionan información sobre el flujo y pool sanguíneo, información importantísima para el diagnóstico diferencial de las lesiones que puedan verse en la fase ósea, sobre todo en infecciones, distrofia simpática refleja, osteoma osteoide, tumores malignos o benignos, fracturas, etc.(12).

CENTELLOGRAFIA OSEA

Imágenes normales

La característica principal de normalidad es la simetría entre las dos mitades del esqueleto cortado por un plano sagital. La captación del radiofármaco debe ser uniforme, aunque es normal la presencia de zonas más activas como consecuencia de una mayor actividad metabólica, por crecimiento, tensión ósea, estrés óseo o muscular, etc. Así, en el cráneo suelen aparecer más activas las suturas y la base, así como el etmoides, el maxilar superior y los alveolos durante la dentición. El esternón y los omoplatos son más activos que las costillas y existe un aumento periarticular de la captación, destacando la actividad elevada de las sacroilíacas. En la pelvis, la sínfisis del pubis es más activa, pero puede estar enmascarada por la imagen de la vejiga como consecuencia de la actividad urinaria. En la proyección posterior son visible las imágenes renales.

En niños y jóvenes las zonas más activas son las epífisis, principalmente las femorales distales y proximales de las tibias. También suelen ser visibles las zonas de osificación de los ilíacos.

Fracturas

La gammagrafía es útil en el diagnóstico de las fracturas difíciles de visualizar radiológicamente, como son las de esternón, escápula y los huesos de carpo y tarso(1-28-29). Es posible además demostrar la existencia de fracturas de estrés antes de que aparezcan en la radiología. El patrón gammagráfico consiste en un aumento de captación de trazador en la zona de fractura debido a la reacción ósea que se origina. La gammagrafía permite realizar un seguimiento de las fracturas; si la captación persiste más elevada de lo habitual durante los 6-12 meses posteriores se sospechará la existencia de un retraso de consolidación. La aparición de un área hipoactiva entre los dos fragmentos óseos indica la incapacidad del hueso para una correcta consolidación y la formación de una pseudoartrosis.(17).

FACTORES QUE ALTERAN LA CALIDAD EN EL RASTREO ÓSEO.

Variaciones en la calidad del rastreo óseo utilizando el mismo radiofármaco, puede resultar por varios factores, que a continuación se presentan (25-26):

- 1.- Estado de hidratación del paciente: La deshidratación reduce el grado de aclaramiento del radiofármaco, aumentando su vida media.
- 2.- Función renal: La reducción de la función renal, al igual que la deshidratación reduce el aclaramiento y aumenta la vida media del agente.
- 3.- La calidad del radiofármaco: Evidentemente el pobre control, tal como la oxidación del Tc99m fosfato puede producir variaciones en la calidad de la imagen.
- 4.- La presencia de obesidad o ascitis aumentan la distancia entre el disparo y el área en estudio, e incrementa la absorción del tejido, todo esto produce una deficiencia en la calidad del rastreo de la imagen ósea.
- 5.- La edad del paciente: En general esto es inversamente proporcional entre la edad (después de los 30 años) y la calidad del rastreo óseo.
- 6.- Intervalo del rastreo: El tiempo entre la administración IV y la captación de la imagen puede ser previamente discutido.
- 7.- Terapias sistémicas: Quimioterapia y corticoesteroides son especialmente efectivos en disminuir la captación global de Tc99m fosfato; otra gran cantidad de drogas se ha descubierto que alteran la distribución biológica de los agentes marcadores óseos.

RASTREO ÓSEO NORMAL.

Todas las articulaciones poseen una variable claridad dependiendo de la edad y del estado metabólico del paciente. Aumenta la actividad en el cuello, hombros, articulación esternoclavicular, punta de las escápulas, articulaciones sacroiliacas, uniones costoverbrales, suturas faciales y algunas fisuras craneales es lo normal. El esternón tiene una muy alta claridad en el rastreo óseo. El grado de higiene dental puede dar diferentes patrones de claridad a nivel mandibular y maxilar. Es común encontrar en el cráneo un grado intermedio de claridad, aumentando la captación a nivel del hueso frontal o región parasagital, ocasionalmente se asocia con cambios radiográficos de hiperostosis interna. En niños, las líneas de sutura del cráneo tienden a mostrarse exageradas y éstas regresan a la normalidad cuando se cierran. En infantes, el rastreo óseo viene a ser muy útil en la evaluación de pacientes con cierre prematuro de fisuras craneales, y en la determinación de la necesidad de una intervención quirúrgica.(16).

EDAD ÓSEA

Para identificar en el papel que juega en el rastreo óseo la edad esquelética, Spencer y Col. (16). describieron el tiempo de apareamiento de los centros de osificación radiográficamente en rastreo óseo de pacientes de 0 a 26 años. Ellos realizaron una tabla de imágenes radiográficas determinando fechas para el apareamiento y desapareamiento de 71 centros de osificación ósea y encontró que este número de placas de crecimiento epifisiario pueden ser apreciadas por centellografía ósea antes que la evidencia radiográfica pueda mostrar osificación.(16). Como puede observarse en el cuadro No. 1.

CUADRO 1

Aparecimiento y Desaparecimiento de placas epificiarias por centellografía ósea, según diferentes tipos de huesos y edades.

HUESO	APARECIMIENTO	DESAPARECIMIENTO
Fémur, distal	primer año	20
Fémur, cabeza	primer año	Pubertad
Fémur, trocánter mayor	3(f),4(m)	18
Peroné, distal	5	15 a 19
Peroné, proximal	2(f),4(m)	18 a 25
Húmero, tubérculo mayor	-----	20
Húmero, cabeza	primer año	16 a 17
Húmero, condilo medio	primer año	18
Húmero, condilo lateral	primer año	16 a 17
Rótula	-----	Pubertad
Radio, distal	primer año	19
Escápula, Ang. Inf.	4	14 a 20
Escápula, Cav. Glenoidea	-----	16 a 18
Escápula, Coracoides	5	15
Tibia, distal	primer año	18
tibia, proximal	primer año	20
Cúbito, distal	primer año	16 a 18

=====
 Adaptado de Spencer, RB y Col. (16).
 =====

TRAUMA ÓSEO

La radiografía convencional es el método escogido para la detención y seguimiento de la reparación de la fractura. Tales como las fracturas por stress producidas por un estímulo repetitivo, de una acción muscular prolongada sobre el hueso el cual esta inacostumbrada a dicho stress, no son fáciles de diagnosticar por estudios radiológicos (1). Dos tipos diferentes de fracturas por stress han sido descritas: Fractura por fatiga, la cual es producida por un stress muscular anormal o torque sobre el hueso normal sobre un hueso anormal. Osteopetrosis, artritis reumatoidea, fibrodisplasia, hiperparatiroidismo, infarto óseo e irradiación ósea predisponen a fracturas insuficientes.

Fracturas por stress son especialmente comunes entre atletas, trotadores, escaladores y bailarines aeróbicos. El dolor en las extremidades bajas es de común queja en estos pacientes y éste puede estar causado por condiciones severas. Brill (1) ha descrito una estrategia diagnóstica en la cual el rastreo óseo es utilizado para el diagnóstico correcto:

RASTREO ÓSEO POSITIVO

- Artritis
- sobre hueso de la espinilla
- fracturas por stress
- hipertrofia benigna por sobre uso

RASTREO ÓSEO NEGATIVO

- Entrapamiento Arterial
- Síndrome de Compartimiento
- Hernia Muscular
- Tendinitis Calcificativa

En estas fracturas por stress, el rastreo óseo típicamente muestra una captación focal intensa en el sitio de la fractura. Usualmente, la perfusión regional es pobremente incrementada. Durante el proceso de curación, la lesión se toma con menor intensidad y puede este dificultar su diferenciación con el sobrehueso de la espinilla.

El uso de rastreo óseo para la detección de fracturas ocultas tiene un mérito merecido. El rastreo óseo viene a dar resultados positivos en las primeras 7 a 24 horas después de la fractura y dentro de los 2 primeros días, viene a ser un estudio desarrollado por mucho investigadores (8-19-21-28-29) en estos el rastreo óseo tuvo una sensibilidad del 100% en detectar fracturas de escafoidea en alrededor de 200 pacientes.

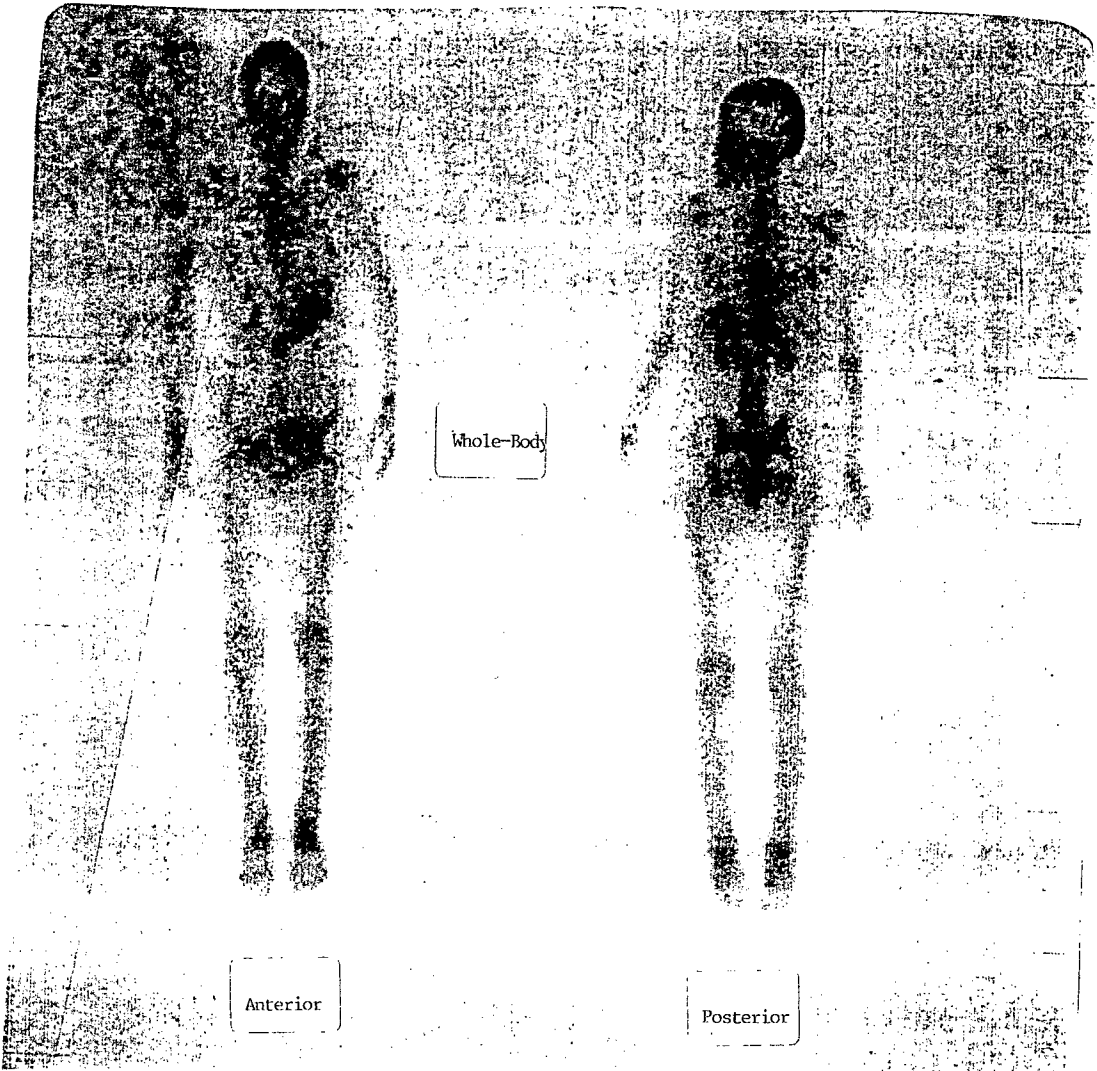


Fig. 5 Whole-Body (Cuerpo-Entero) de paciente femenina de 68 años con historia de trauma en muñeca izquierda, estudio radiológico no evidenció fractura ósea; podemos observar por gammagrafía a nivel de muñeca izquierda aumento de la captación del radiofármaco, compatible con fractura por sus antecedentes traumáticos.

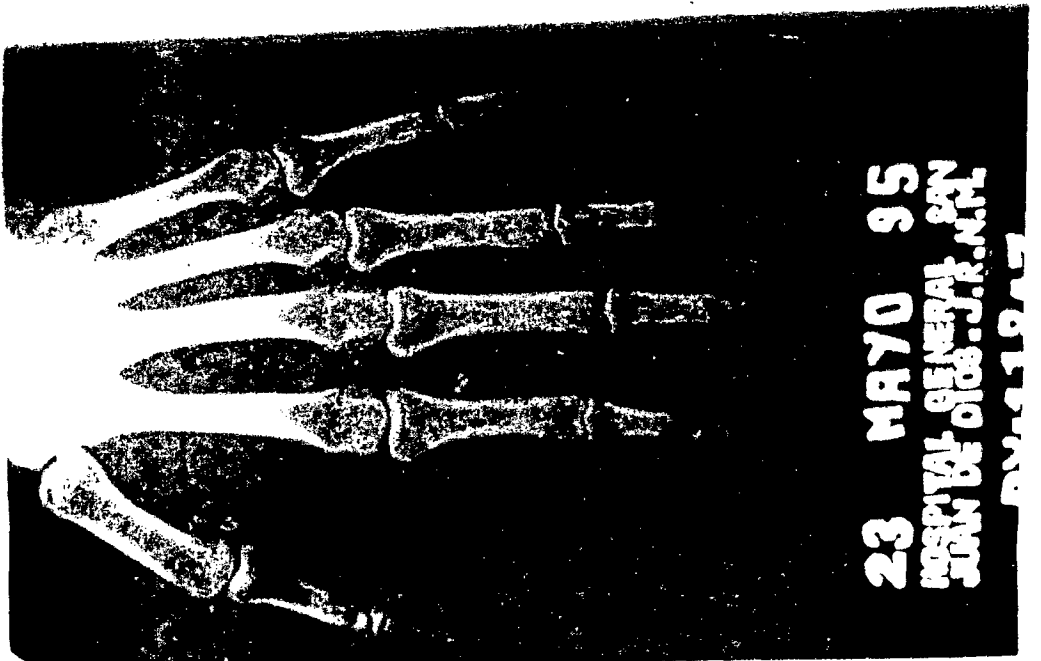
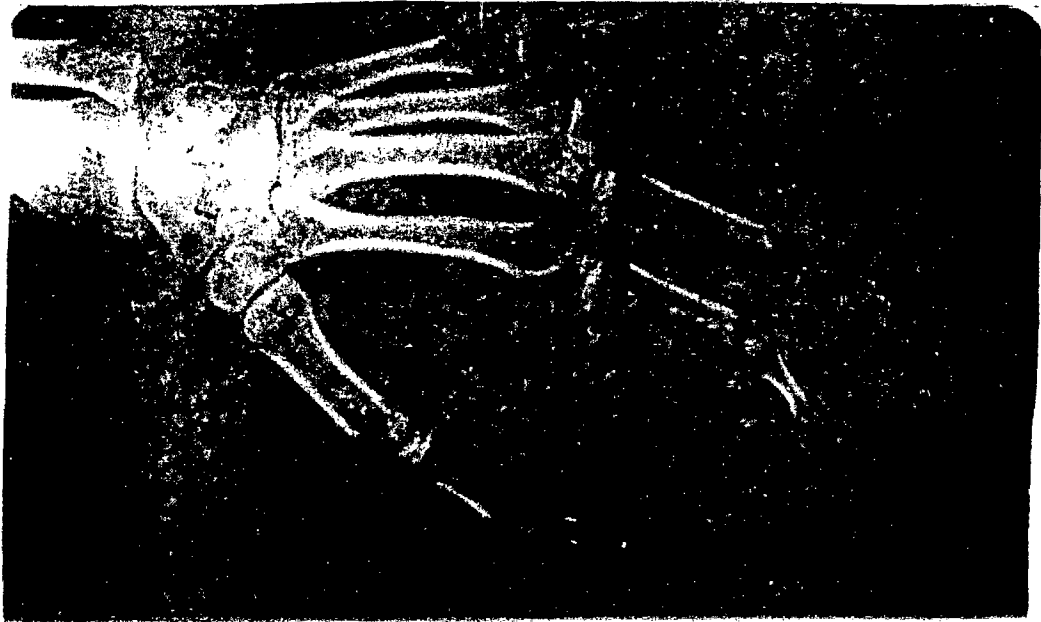


Fig. 6 Estudio radiológico de paciente femenina de 20 años, con historia de trauma en mano izquierda, Rx no evidencian fractura ósea, otorgando un diagnóstico de contusión simple.

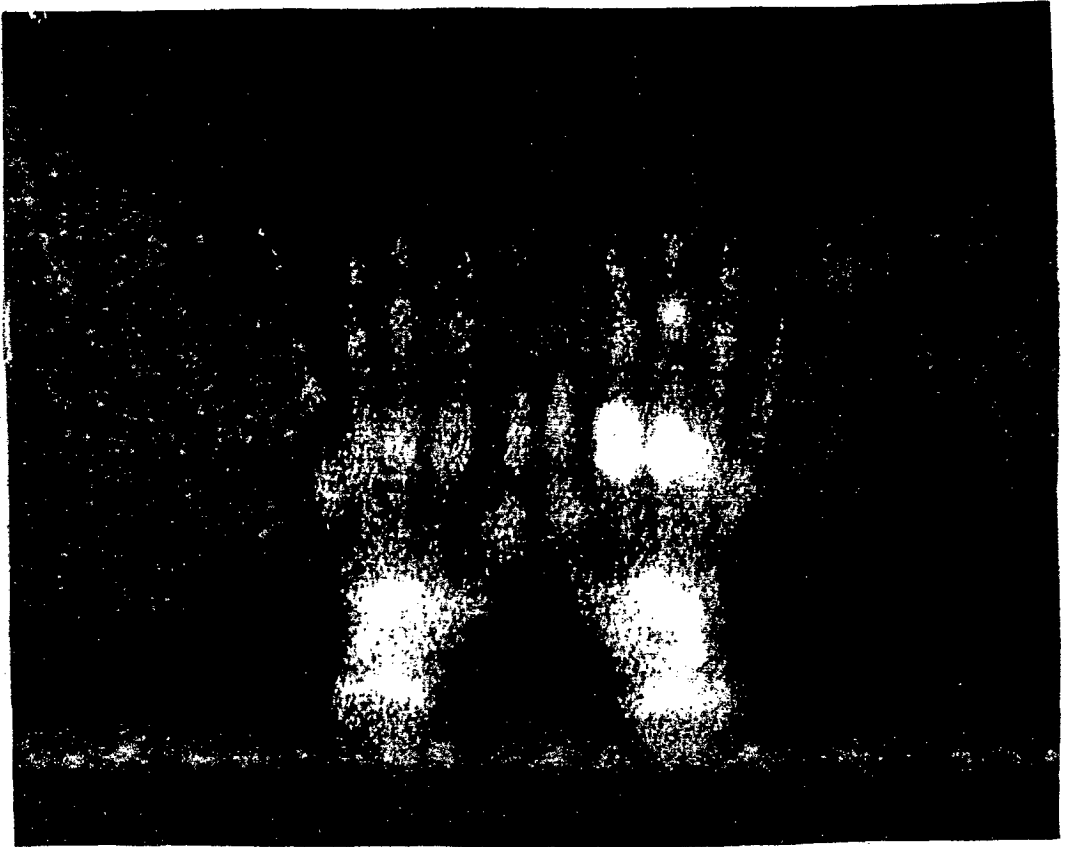


Fig. 7 Estudio centellográfico óseo localizado en proyección anterior de la misma paciente descrita en la figura anterior, el informe demostró zona anormal hiperradioactiva localizada a nivel del segundo y tercero metacarpiano, que por sus antecedentes traumáticos puede corresponder a fractura.

REPARACION DE LA FRACTURA

Dentro de las primeras 24h después del Trauma, la reparación de la fractura ósea se inicia y esta es reflejada en el rastreo óseo como un incremento en la actividad focal del área lesionada. La actividad de rastreo alcanza un máximo a los pocos meses, acercándose eventualmente a la normalidad. Martin (1) declaró que es el 80% de pacientes con fracturas muestran un rastreo óseo anormal dentro de las primeras 24 horas y un 95% muestra anomalía en las primeras 72 horas. Paciente de edad avanzada tienden a tener una prolongada fase de desaparecimiento de la lesión por rastreo, y el rastreo posee un periodo más prolongado para retornar a la normalidad.

El tiempo de resolución de rastreo, en el hueso es variable, dependiendo de la localización, extensión de la lesión, edad del paciente y asociado al proceso de reducción quirúrgica. A continuación se presenta el cuadro para demostrar los diferentes tiempos de resolución, según el hueso.

TIEMPO DE RESOLUCION PARA FRACTURAS

	1 Año.	2 años.	3 o más años.	Minimotiempo de reparación
Vertebras	59%	31%	10%	7m
Hueso Largos	64%	27%	9%	6m
Costillas	79%	14%	7%	5m

En general, fracturas recientes muestran una captación intensa, y las fracturas antiguas tienen una mínima o normal captación. Este factor es utilizado en distinguir entre una fractura de compresión vertebral aguda o antigua, en la cual los Rx no pueden diferenciar lo anormal, usualmente esta relacionado con osteoartritis degenerativa y condromalacia. La duración en la lesión focal en la rótula es poco variable, y esto esta usualmente asociado con pocos o ningún síntoma. (10-28).

ASPECTOS NORMALES DEL HUESO

A pesar de su apariencia estática, el hueso es un tejido extremadamente cambiante a lo largo de la vida. La remodelación (formación y reabsorción) ocurre continuamente, incluso después que el esqueleto está completamente formado.

GENERALIDADES DEL HUESO:

El esqueleto es una armazón de huesos y cartilagos unidos con gran firmeza, que posee estas funciones importantísimas: Proporcionar a los músculos palancas para poder mover el cuerpo; sostener los tejidos adyacentes; proteger los órganos situados dentro del cráneo, Jaula Torácica y pelvis; encerrar la médula hemopoyética en las cavidades medulares y brindar un depósito de sales cálcicas que pueden utilizar el cuerpo cuando estas sean necesarias.

La plásticidad ósea, se debe a que estos están rodeados por una membrana vascularizada, el periostio, y poseen abundantes vasos sanguíneos en sus extremos; son elásticos, lo que se comprueba fácilmente al hundir la clavícula, poseen la capacidad de reparar las fracturas más graves, tienen la habilidad de adaptar los detalles finos de su arquitectura si se modifican los esfuerzos que experimentan; pueden adoptar formas anormales en enfermedades, como el raquitismo; la característica más notable de los huesos es que experimentan metamorfosis continuas durante más de 20 años, a partir de su aparición inicial en el segundo mes de la vida intrauterina. (3).

Los caracteres generales de un hueso largo, son la diáfisis larga que se abulta en los extremos superior e inferior; las superficies que articulan con huesos adyacentes, están cubiertas por cartilagos hialino articular elástico; este posee un hermoso brillo perlino uniforme y está humedecido por un lubricante articular o sinovia, secretado por la membrana sinovial que reviste la cápsula articular. Un conducto nutricio, llevan los vasos nutricios oblicuamente a través del hueso para regar la médula, pero hay también numerosos agujeros de gran calibre para el paso de vasos a nivel de los extremos de los huesos. El hueso está rodeado, hasta el cartilago, de una membrana vascular importante, el periostio.

En el corte longitudinal de un hueso de adulto se observa que la porción central de la diáfisis esta llena de médula Amarilla o Adiposa, la cual ha sustituido a la médula hemopoyética del feto y el niño. Al llegar a la madurez, la médula roja ha desaparecido casi por completo de los huesos largos, excepto en el extremo superior de la diáfisis del húmero y del fémur, pero persiste en huesos planos del cráneo, cóxal, vértebras, costillas y esternón.

El hueso tiene un crecimiento longitudinal, pudiendose observar en un sujeto de 16 años, antes de haberse completado su crecimiento, en el corte y en la radiografía, se observa que ambos extremos estan separados de la diáfisis por una línea, la línea Epifisiaria, ocupada por una lámina delgada de cartilago, el cartilago epifisiario, muy importante para el crecimiento longitudinal de un hueso. El extremo de la diáfisis adyacente a la lámina cartilaginosa suele llamarse Metáfisis y el resto del extremo del hueso al otro lado de la lámina recibe el nombre de Epifisis; ya hemos dicho que la parte central se llama diáfisis. El crecimiento longitudinal de un hueso depende, en su mayor parte, de crecimiento del cartilago seguido de aposición de hueso a la diáfisis a lo largo de la línea del cartilago epifisiario. Conforme el hueso neoformado invade el cartilago, las células de este último siguen multiplicandose delante del hueso que avanza hasta que, al decidir la naturaleza que el crecimiento ha sido adecuado para el sujeto, la epifisis se funde con la diáfisis, en un lugar que queda marcado durante varios años por una línea ósea más densa.(3-14-17).

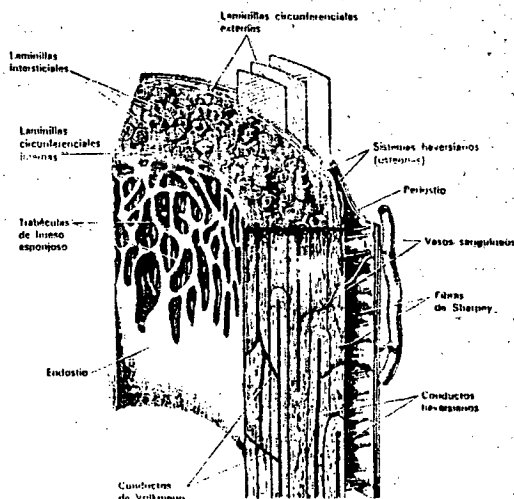
EL HUESO COMO TEJIDO

Ningún material inventado por el hombre puede igualar a el hueso en duración, adaptabilidad y capacidad para aguantar tensión a lo largo de décadas. Está constituido por una fase mineral sólida, y una matriz orgánica de osteoide y las células óseas: Osteocitos, Osteoblastos y Osteoclastos. Los osteocitos son simples osteoblastos que se han incorporado a la matriz ósea. Tanto los osteocitos como los osteoblastos son células uninucleadas, derivadas de precursores mesenquimiales primitivos. Los osteoblastos se encuentran a lo largo de las superficies óseas en formación. En las zonas subperiósticas y endósticas, forman un capa o lámina compacta de células interconectadas por estrechas uniones, pero en las superficies de las trabéculas pueden estar más dispersas, contienen abundantes ribosomas, encargados de la síntesis de los principales polipéptidos del colágeno y son ricos en fosfatasa alcalina. Los osteoclastos son células multinucleadas situadas principalmente a lo largo de la superficie endóstica del córtex y dispersamente entre las trabéculas. Tienen diferente origen histogénico que los osteoblastos y pueden proceder de la línea fagocitomononuclear. Encargados de la resorción ósea, generalmente están situados en el interior de zonas ya reabsorbidas, en la superficie ósea adyacente (lagunas de Howship). La superficie del osteoclasto que reabsorbe activamente el hueso es rugosa y en microscopia electrónica presenta vellosidades que envuelven cristales o fragmentos óseos formando vesículas o vacuolas intracitoplasmáticas en las cuales se completa las osteólisis. Estas células contienen Fosfatasa Acida, Colagenasa, dehidrogenasa, proteasas y anhidrasa carbónica, las cuales, sin duda, juegan un papel en la resorción ósea.

La matriz orgánica del hueso, sintetizada por los osteoblastos, se llama Osteoide antes de ser mineralizada. Está formada en un 90% a 95% por colágeno tipo I, envuelto en una sustancia granular de glicosaminoglicanos unidos a algunas proteínas no colagenosas, principalmente osteocalcina y osteonectina, que se encargan de el depósito del calcio. El colágeno proporciona la resistencia estructural al osteoide, la cual aumenta en el hueso totalmente formado por el depósito de minerales. La Prolina y Lisina son particularmente importantes en el colágeno, ya que detrás de la hidroxilación forman uniones intra e inter moleculares que confieren estabilidad a las fibras colágenas.

Cuando se produce neosteogénesis activa, lo primero que se deposita es el colágeno, formando laminillas a lo largo de las superficies endósticas y periósticas, así como alrededor de las trabéculas. Al principio las fibras colágenas se colocan al azar y cuando este osteoide se mineraliza se llama Hueso Trenzado. Con la remodelación, las fibras colágenas se depositan principalmente según el eje mayor del hueso, contribuyendo a su resistencia estructural. La mineralización de este osteoide maduro produce hueso laminar (siendo laminillas de alrededor de 10 micras de grosor). Gran parte de la remodelación, incluyendo la resorción osteoclástica y la formación osteoblástica, se centran alrededor de los canales de Havers, que contienen a los vasos, formando capas concéntricas de hueso laminar, que constituyen una Osteona. Los osteoblastos y osteocitos extienden delgadas proyecciones citoplásmicas, creando canaliculos a través de las laminillas para interconectarse con los canales de Havers.

La fase de mineral ósea está principalmente formada por cristales de hidroxipatita: fórmula empírica $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Inicialmente la mineralización produce una forma amorfa de este mineral, pero con la maduración se convierte en hidroxipatita cristalizada. En el hueso también se encuentran trazas de otros minerales, como magnesio, sodio, potasio y fluoruro, principalmente en la interfase con el líquido extracelular. Los iones fluoruro favorecen a la formación de cristales a partir de los depósitos amorfos y de esta forman endurecen los huesos y los dientes. (3).



Esquema de un sector del tallo de un hueso largo, para mostrar la disposición de las laminillas de las osteonas o sistemas haversianos, de las laminillas intersticiales y de las laminillas circunferenciales externa e interna (Según A. Benninghoff, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Berlin, Urban & Schwarzenberg, 1948).

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL HUESO.

MODELACION Y REMODELACION ÓSEA

A lo largo de la vida hay una continua resorción, estrechamente unida a la formación. Los dos procesos constituyen la remodelación. Obviamente, durante el desarrollo del esqueleto, la formación supera a la resorción, pero al comienzo de la cuarta o quinta década, se valor se invierte. Así, la masa esquelética disminuye al avanzar la edad en la sorprendente proporción de 0.7% de la masa total anualmente. La formación y resorción ósea son procesos complejos, que incluyen:

- 1.- El metabolismo de el Calcio y el Fósforo.
- 2.- Influencias locales.
- 3.- Reguladores humorales endócrinos.

Son necesarias concentraciones adecuadas de calcio y fósforo, tanto en el plasma como en el líquido intersticial que baña los osteoblastos, para la mineralización del osteoide depositado por estos. El mantenimiento de niveles normales de Ca y P en el plasma depende principalmente de las glándulas paratiroides, la hormona vitamina D y la calcitonina.

Las influencias locales también tienen importancia, los osteoblastos sintetizan osteocalcina, una proteína de ácido alfa-carboxiglutámico, dependiente de la vitamina K, que se une al Ca.

Otro producto de los osteoblastos es la osteonectina (análogo de la fibronectina), que se une tanto al calcio como al colágeno. Se sabe que el hueso se remodela en respuesta a la tensión la cual crea las llamadas corrientes piezoeléctricas.

La fosfatasa alcalina de los osteoblastos pueden hidrolizar el pirofosfato en una zona localizada para favorecer la mineralización.

Se ha demostrado que las prostaglandinas modulan la función osteoblástica y pueden incluso facilitar la formación ósea inducida por la tensión o, bajo otras circunstancias, facilitar la resorción ósea.

La resorción ósea incluye, en primer lugar, la solubilización de la fase mineral, y en segundo, la de la fase orgánica. Aunque los osteoclastos y los macrófagos son las células más importantes, los osteocitos también contribuyen. Estos últimos contiene fosfatasa alcalina, proteasas e hidrolasas ácidas lisosomales, las cuales pueden jugar un papel en la resorción ósea.

Los osteoclastos contienen fosfatasa ácida, no se ha demostrado que esta enzima afecte a la fase mineral, más probablemente, la anhidrasa carbónica y deshidrogenasas de estas células catalicen la formación de iones hidrógeno y ácidos orgánicos que pueden facilitar la solubilización de las sales óseas. Las enzimas proteolíticas son obviamente los responsables de la degradación ósea.

Múltiples hormonas afectan al crecimiento y a la pérdida ósea. La hormona paratiroidea (PTH), y el derivado de la vitamina D, calcitriol estimulan la resorción ósea y tienen un efecto inhibitorio directo sobre los osteoblastos. La PTH, tras unirse a receptores de membrana, aumenta la actividad de la adenil ciclase y los niveles intracelulares de AMPc, lo que produce reducción de la síntesis de colágeno y disminución de la actividad de la fosfatasa alcalina. La vitamina D moviliza el calcio del hueso, dando lugar a resorción. La calcitonina inhibe la resorción y, por lo tanto, favorece la formación ósea. La hormona de crecimiento, como es sabido, estimula el crecimiento esquelético, tanto en niños como en adultos. Su efecto está probablemente mediado por el aumento de producción de somatomedinas en el hígado. Las hormonas sexuales inhiben la resorción ósea, probablemente de forma indirecta, aumentando la absorción intestinal de Ca y la secreción de calcitonina. La disminución de hormonas sexuales pueden llevar, por lo tanto, a resorción ósea acelerada. Posiblemente esta sea la causa de la pérdida ósea en la osteoporosis senil y postmenopáusicas. Los corticoides inhiben el desarrollo de osteoclastos y disminuyen la absorción intestinal de Ca. La hormona tiroidea estimula la resorción ósea osteoclástica, dando lugar a la pérdida ósea del hipertiroidismo. La insulina estimula la síntesis de colágeno por los osteoblastos. Queda claro, pues, que múltiples factores influyen en la formación y resorción óseas.

El hueso constituye un reservorio enorme de Ca y P. La mayoría de este Ca intercambiable, que constituye la mayor parte es decir del frente de mineralización donde el hueso está siendo constantemente resorbido por los osteoclastos antes de ser formado de nuevo. Las grandes demandas de Ca ponen en marcha a los monocitos macrófagos (osteoclastos), capaces de movilizar éste de toda la enorme superficie que representan las lagunas óseas y los canalículos. Parece claro que el hueso, lejos de ser estático, es un tejido vital que trabaja sin descanso. (22).

DEFINICION DE FRACTURA:

Es una deformación lineal o pérdida de la continuidad del hueso ocasionada por fuerzas que sobrepasan el módulo de elasticidad ósea (24). La fuerza del hueso puede ser menor que la normal debido a trastornos patológicos como tumores, infecciones o enfermedades óseas metabólicas, los cuales alteran sus propiedades viscosas y elásticas normales. Si el hueso es normal, una fuerza excesiva ocasionará una fractura. La fuerza, que se aplica al hueso puede ser directa o indirecta.

Desde el punto de vista anatómico, las fracturas se clasifican en cuanto a su localización en el hueso, por ejemplo, Epifisarias, metafisarias o diafisarias. También se clasifican de acuerdo al plano de la superficie de la fractura. En una fractura transversa, el plano de superficie de fractura es perpendicular al eje longitudinal del hueso. Una fractura espiral es aquella en la cual la superficie de la fractura está en espiral y es ocasionada por la fuerza de torsión que fractura el hueso a lo largo de la línea de desviación máxima. En una fractura oblicua, la superficie de fractura forma un ángulo con el eje de la diáfisis. Una fractura cominuta indica que hay más de dos fragmentos reales o potenciales.

Una fractura no desplazada la determina la existencia de un plano de hendidura en el hueso, sin angulación o desplazamiento. Si existe una separación de los fragmentos óseos, se dice que la fractura es desplazada. Se describe la dirección del desplazamiento de acuerdo con la relación del fragmento distal respecto a los fragmentos proximales, como medial, lateral, posterior, etc. El desplazamiento se mide en términos del espesor de la diáfisis. La angulación indica la deformidad angular entre los ejes de los fragmentos principales. También se describe por la posición del fragmento distal con respecto al proximal. La deformidad de rotación se expresa en forma similar.

Una fractura cerrada es aquella en que la superficie de fractura no se comunica con la piel o las mucosas. Una fractura abierta o compuesta, es aquella en la que existe comunicación entre la fractura y la piel o las mucosas. Una fractura patológica es una pérdida de la continuidad que ocurre en el hueso en una zona de debilidad ocasionada por procesos patológicos, como tumores, infecciones o enfermedades metabólicas óseas.

Una fractura por ESTRES, o por fátiga, es la respuesta del hueso a la tensión repetida, que en condiciones normales por sí misma no es suficiente para producir una fractura (23). El proceso patológico inicial en la fractura por estrés es la resorción osteoclástica, que se acompaña de callo perióstico, para tratar de reparar o fortalecer el hueso.

Una fractura por comprensión se presenta cuando una fuerza tal produce compacción de las trabeculas óseas, y da lugar a una disminución en la longitud o amplitud de una porción del hueso, por ejemplo, la formación de cuña por compresión en las fracturas de la columna dorsal. La fractura en tallo verde es una fractura incompleta en la que la corteza opuesta queda ilesa. La fractura con abultamiento es aquella en la cual una corteza está ilesa y hay protuberancia o compacción de la corteza opuesta. (18-24).

ASPECTOS PATOLOGICOS DE LAS FRACTURAS.

La rapidez de la consolidación y la perfección con que se repare una fractura depende de si ocurrió en un hueso normal o en una zona enferma (fractura patológica). También depende de la extensión y el carácter de la fractura. Las fracturas pueden ser de los diferentes tipos: Completas o Incompletas (en tallo verde); cerradas (simples), cuando los tejidos blandos están intactos; conminutas, si el hueso se rompe en varios fragmentos, y compuestas, cuando el foco de fractura comunica con el exterior. Las fracturas cerradas incompletas curan rápidamente y se reconstruye casi por completo la arquitectura ósea. Por otra parte, las fracturas conminutas y compuestas consolidan con mayor dificultad y lentitud y el resultado es menos satisfactorio. En las primeras las astillas de hueso desvitalizado crean dificultades para la reparación; en estas últimas, la posible infección contribuye a la destrucción ósea, dificultando el riego sanguíneo y provocando fibrosis que retrasa la curación ósea. Por ello, los cambios morfológicos observados en la consolidación de una fractura dependen en gran medida del carácter de la misma y de los problemas secundarios que influyen.

La curación de una fractura constituye un proceso continuo, que para su estudio puede dividirse en tres etapas (18):

- 1.- Organización del hematoma en el foco de fractura, originado de un tejido blando llamado Precallo.
- 2.- Convirtiendo el precallo en callo fibrocartilaginoso que inmoviliza más eficazmente los fragmentos óseos libres.
- 3.- Sustitución del callo fibrocartilaginoso por callo óseo que acaba remodelándose siguiendo las líneas de sostén del peso para completar la reparación.

Durante las dos primeras semanas podemos encontrar las primeras dos etapas y al final de la cuarta o quinta semana el callo óseo puede estar presente. (18).

DIAGNOSTICO:

Las principales manifestaciones clínicas de una fractura son: 1) Dolor, 2) Edema, 3) Deformidad, 4) Equimosis, 5) Inestabilidad, 6) Crepitación. Los signos diagnósticos más confiables son la inestabilidad y la crepitación. Esta última no debe examinarse en forma específica, ya que aumenta la lesión de los tejidos blandos locales. Para un diagnóstico específico se requiere de radiografías en dos planos con ángulos rectos entre sí por ejemplo, AP y LATERAL, obtenidas a nivel de la fractura; la centellografía ósea con radiofármacos puede ayudar para el diagnóstico de fracturas sutiles que por radiografía no son capaces de ser demostradas (1).

La radiografía rutinaria y estudios radionúclidos son usualmente suficientes para identificar parcial y/o completamente las fracturas en los miembros superiores. (2). Ocasionalmente la tomografía convencional en regiones del hombro es necesaria para aclarar e identificar la posición de los fragmentos de la fractura. (5). La resonancia magnética, actualmente, no juega un papel significativo en la evaluación del trauma óseo a este nivel. De todas formas las fracturas parciales o incompletas son fácilmente identificables con la RM y con gran certeza (1). La principal aplicación de la RM a este nivel son la evaluación de lesiones de tejidos blandos. La mayoría de estas lesiones son de evolución crónica.

Cuando se examina al paciente minutos después de la lesión, no siempre hay edema y equimosis. En estas situaciones, es necesario volver a examinar y establecer un diagnóstico radiográfico, o las dos cosas a la vez. No se debe depender por completo de las radiografías para descartar fracturas no desplazadas o fragmentadas, cuando el paciente tiene síntomas significativos, y las radiografías son negativas, se deben tratar con ferulización y realizar radiografías control a los 7 días, tiempo en que ocurre la resorción ósea de hueso nuevo perióstico alrededor del sitio de la fractura. (16-18).

VI. METODOLOGIA

TIPO DE ESTUDIO: Observacional - Analítico.

SUJETO DE ESTUDIO: El presente estudio incluyo 32 pacientes que consultaron a la Emergencia del Hospital General San Juan de Dios, por trauma de extremidad superior, con clínica de fractura a este nivel, durante el período del primero de abril al 15 de mayo del año en curso, tomando esta población como significativa ya que el material a utilizar es demasiado costoso.

CRITERIOS DE INCLUSION:

- a) Participaron al estudio pacientes de ambos sexos.
- b) Mayores de 20 años de edad.
- c) Paciente que ingresaron a la emergencia de cirugía del Hospital General San Juan de Dios.
- d) Que cumplan con dos signos clínicos de fractura como mínimo.
- e) Que se efectuó estudio radiológico y que este sea negativo para lesión ósea.
- f) Que se encuentre conciente y orientado.
- g) No tener antecedentes traumáticos en miembros superiores a estudio.
- h) No padecer enfermedad reumatológica, inmune y/o metabólica.

CRITERIOS DE EXCLUSION:

- a) Paciente que ingrese en estado etílico..
- b) Paciente menor de 20 años.
- c) Paciente que presente fractura expuesta o compuesta.
- d) Paciente que necesite intervención quirúrgica al ingreso por lesión vasculonerviosa.
- e) Que este politraumatizado el paciente.

VARIABLES:

- a) **EDAD:** Tiempo que ha vivido una persona a contar desde que nació.
medición: años vividos.
- b) **SEXO:** Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.
medición: masculino - femenino.
- c) **SINTOMA:** Fenómeno revelador de una enfermedad que refiere el paciente de origen subjetivo.
medición: leve - mediano -severo.

- d) **SIGNO:** Fenómeno revelador de una enfermedad, objetivo y evaluable.
medición: leve - mederado - severo.
- e) **EDEMA:** Hinchazón blanda de una parte del cuerpo, ocasionada por la serosidad infiltrada en el tejido celular.
medición: leve - moderado - severo.
- f) **RUBOR:** Color encarnado en área golpeada.
medición: leve - moderada - severa.
- g) **EQUIMOSIS:** Mancha lívida en la piel a consecuencia de un golpe.
medición: leve - moderada - severa.
- h) **DOLOR:** Sensación molesta y aflictiva de una parte del cuerpo causada por lesiones o enfermedad.
medición: leve - moderada - severa.
- i) **DIAGNOSTICO RADIOLOGICO:** Informe que muestre el conjunto de signos clinicos radiológicos del área en estudio.
medición: positivos - fractura, lesión ósea.
negativos - edema de tej. blandos, normal.
- j) **DIAGNDSTICO CENTELLOGRAFICO:** Informe que muestre el conjunto de signos clinicos centellograficos del área en estudio.
medición: positivos - fractura, lesión ósea activa (fractura).
negativos - centellograma normal.
- k) **CARACTERISTICAS DEL TRAUMA:** Acción que llevo al paciente a producirse el trauma.
medición: - Caída al suelo.
- Golpe con algún objeto.
- Otro forma.
- l) **TRATAMIENTO INICIADO:** terapeutica aplicada al paciente después del diagnóstico por radiografía y/o centellografía.
medición: - Antiinflamatorios
- Analgesicos.
- Canal Posterior.
- Aparato de yeso.
- Ferulización.
- Observación.

RECURSOS MATERIALES:**FISICOS:**

- Papeleria.
- Fotocopias.
- Material fotográfico.
- Equipo de Rayos X.
- Gammacameras.
- Material radionúclido (Tc-99).
- Jeringas y agujas.
- Placas radiológicas y centellograficas.
- Pelicula Polaroid tipo 667.
- Dosis de radiofármaco de MDF.

ECONOMICOS:

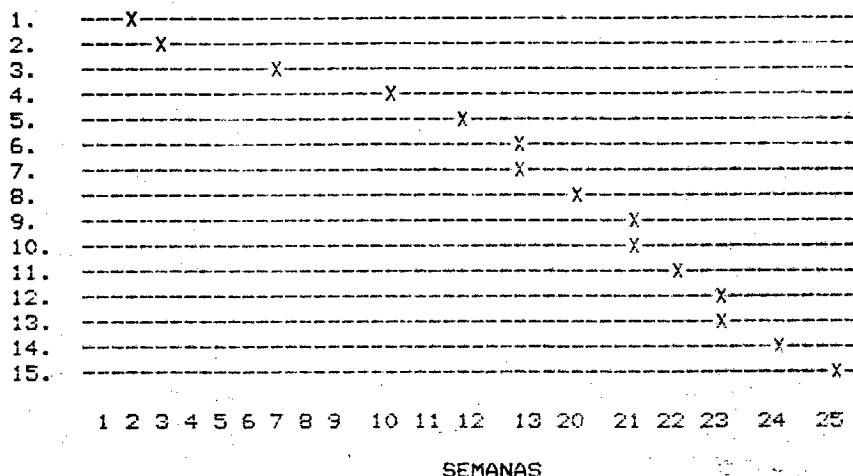
- 3,200 Quetzales, que corresponden a los 32 estudios centellográficos realizados.

RECURSOS HUMANOS:

- Personal técnico de radiología y medicina nuclear.

GRAFICA DE GANTT

ACTIVIDADES



ACTIVIDADES:

1. Selección del tema del proyecto de investigación.
2. Elección del asesor y revisor.
3. Recopilación de material bibliográfico.
4. Elaboración del proyecto conjuntamente con asesor y revisor.
5. Aprobación del proyecto por el comité de investigación del Hospital General San Juan de Dios.
6. Aprobación del proyecto por la unidad de tesis.
7. Diseño de instrumentos de recolección de datos.
8. Ejecución del trabajo de campo.
9. Procesamiento de resultados, elaboración de tablas y gráficas.
10. Análisis y discusión de resultados.
11. Elaboración de conclusiones, recomendaciones.
12. Presentación del informe final para correcciones.
13. Aprobación del informe final.
14. Impresión del informe final y trámites administrativos.
15. Examen Público de defensa de la tesis.

VII. PRESENTACION DE RESULTADOS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CUADRO No. 1
DISTRIBUCION SEGUN GRUPO ETAREO Y SEXO DE 32 PACIENTES CON IMPRESION
CLINICA DE FRACTURA SUTIL, ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL SAN
JUAN DE DIOS DURANTE EL PERIODO DEL PRIMERO DE ABRIL AL
QUINCE DE MAYO DE 1995

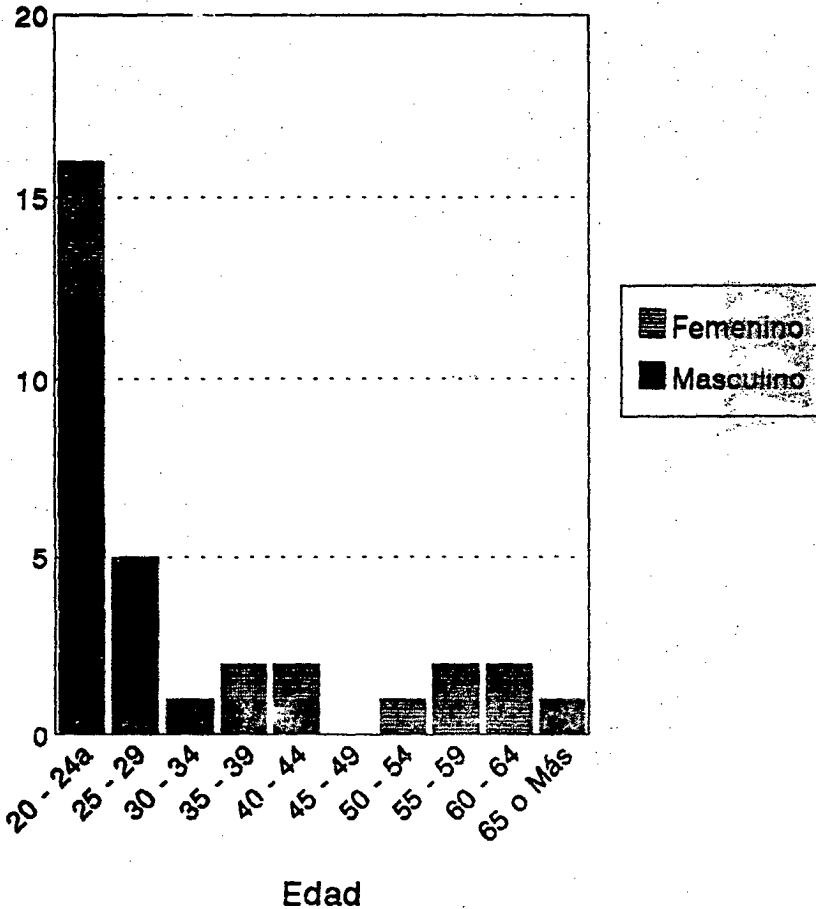
EDAD	MASCULINO	%	FEMENINO	%	TOTAL	TOTAL %
20 - 24a	12	38	4	12	16	50
25 - 29	4	14	1	3	5	17
30 - 34	1	3	0	0	1	3
35 - 39	1	3	1	3	2	6
40 - 44	1	3	1	3	2	6
45 - 49	0	0	0	0	0	0
50 - 54	0	0	1	3	1	3
55 - 59	0	0	2	6	2	6
60 - 64	0	0	2	6	2	6
65 O MAS	1	3	0	0	1	3
TOTAL	20	64	12	36	32	100

FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

GRAFICA 1

DISTRIBUCION SEGUN GRUPO ETARIO Y SEXO DE 32 PACIENTES CON IMPRESION CLINICA DE FRACTURA SUTIL, ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS, EN EL PERIODO DEL 1 DE ABRIL AL 15 DE MAYO DE 1995.

Pacientes



FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

CUADRO No. 2

SIGNOS Y SINTOMAS MAS FRECUENTES ASOCIADOS A FRACTURA SUTIL EN 32
 PACIENTES, ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
 DURANTE EL PERIODO DEL PRIMERO DE ABRIL AL QUINCE DE
 MAYO DE 1995

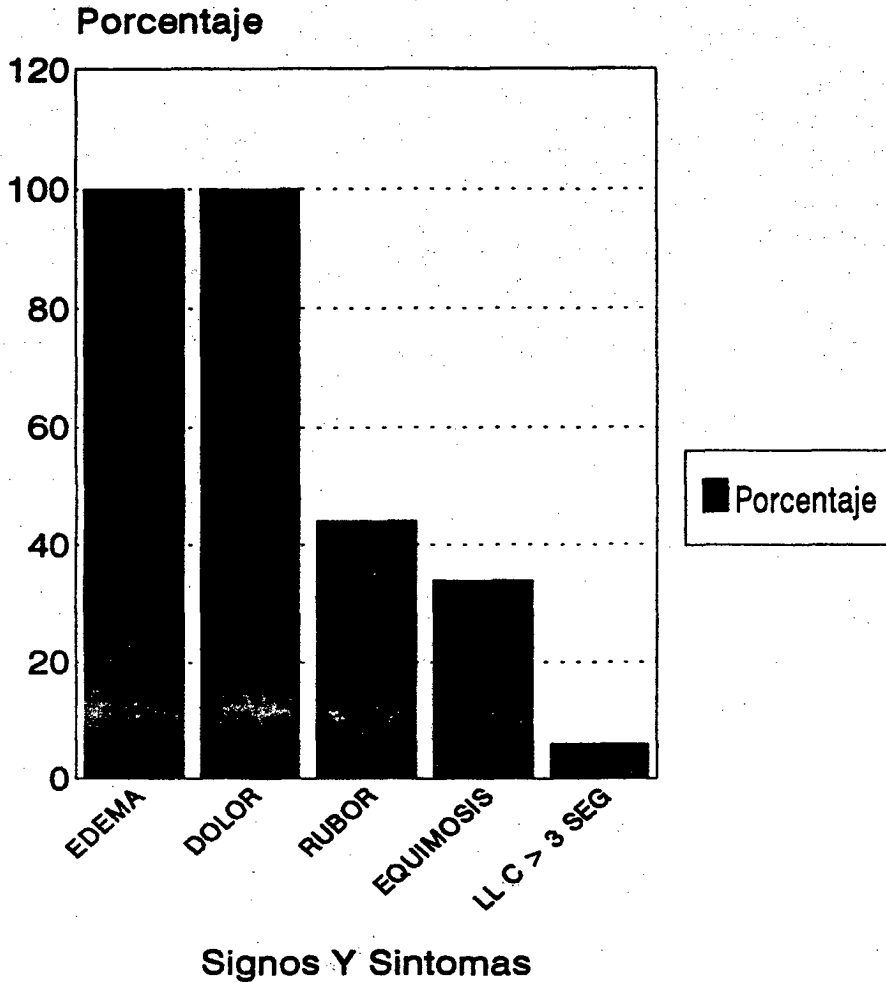
EDEMA	32	100%
DOLOR	32	100%
RUBOR	14	44%
EQUIMOSIS	11	34%
LL C > 3 SEG *	2	6%

FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

* LLC > 3 SEG: LLENADO CAPILAR MAYOR DE 3 SEGUNDOS

GRAFICA 2

SIGNOS Y SINTOMAS MAS FRECUENTES ASOCIADOS A FRACTURA SUTIL EN 32 PACIENTES, ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS DURANTE EL PERIODO DEL 1 DE ABRIL AL 15 DE MAYO DE 1995.



FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS.

LLC > 3 SEG: Llenado capilar mayor de 3 segundos.

CUADRO No. 3
TRATAMIENTO ORTOPEDICO INICIADO SEGUN DIAGNOSTICO RADIOLOGICO
CENTELLOGRAFICO, EN 32 PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL
GENERAL SAN JUAN DE DIOS DURANTE EL PERIODO, DEL
PRIMERO DE ABRIL AL QUINCE DE MAYO DE 1995

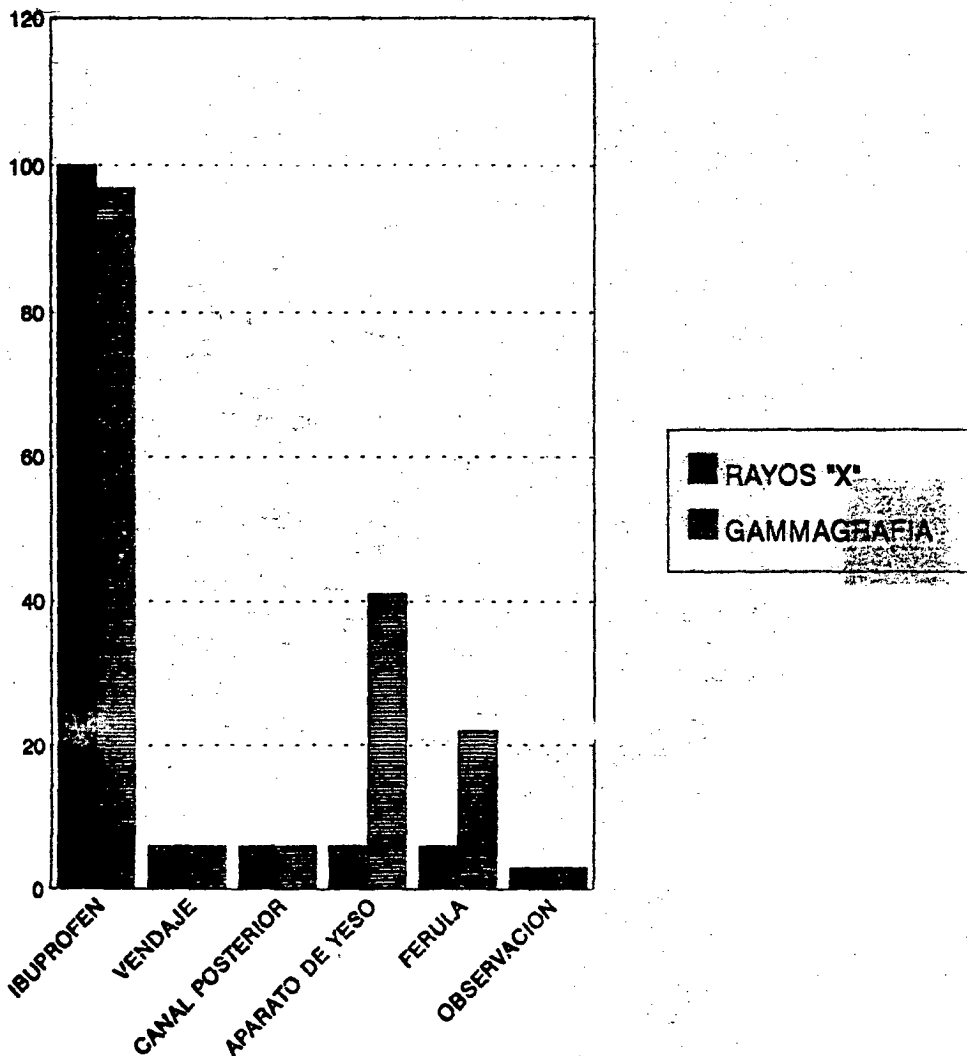
TRATAMIENTO	RADIOLOGICO		CENTELLOGRAFICO	
	PACIENTES	%	PACIENTES	%
IBUPROFEN	32	100.00	31	97.00
VENDAJE	2	6.00	2	6.00
CANAL POSTERIOR	2	6.00	2	6.00
APARATO DE YESO	2	6.00	13	41.00
FERULA	2	6.00	7	22.00
OBSERVACION	1	3.00	1	3.00

FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

GRAFICA 3

TRATAMIENTO ORTOPEDICO INICIADO SEGUN DIAGNOSTICO RADIOLOGICO VRS
CENTELLOGRAFICO, EN 32 PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL
SAN JUAN DE DIOS, DURANTE EL PERIODO DEL 1o. DE ABRIL AL 15 DE MAYO DE
1995



FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

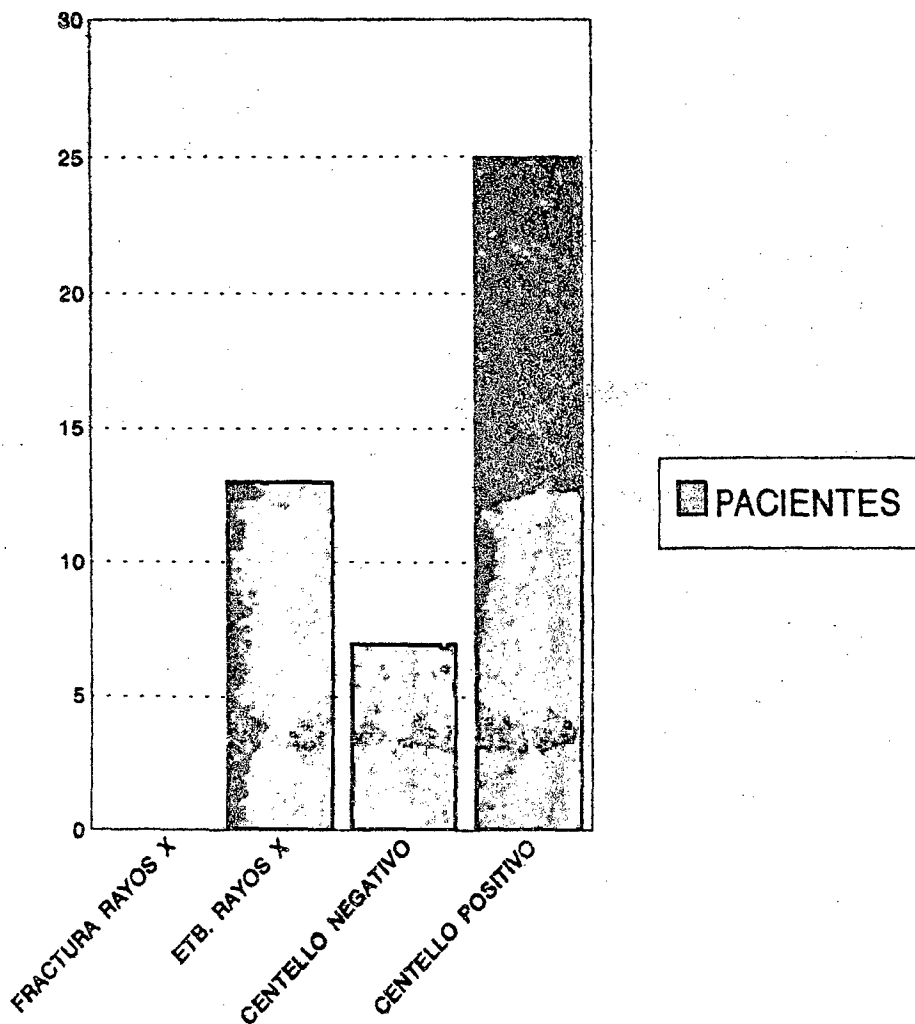
CUADRO No. 4
 RELACION DIAGNOSTICA ENTRE RADIOLOGIA Y GAMMAGRAFIA OSEA Y AREAS
 ANATOMICAS MAS AFECTADAS, EN LOS 32 PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL
 GENERAL SAN JUAN DE DIOS DURANTE EL PERIODO DEL PRIMERO DE ABRIL AL
 QUINCE DE MAYO DE 1995

AREA DE ESTUDIO ANATOMIA	DIAGNOSTICO RX		DIAGNOSTICO GAMMA	
	TEJIDO OSEO NORMAL	EDEMA DE TEJIDOS BLANDOS	NEGATIVO	POSITIVO
1/3 DISTAL CUBITO Y RADIO	09 - 28.00 %	05 - 16.00 %	01 - 03.00 %	06 - 25.00 %
1/3 DISTAL RADIO	04 - 13.00 %	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %	04 - 13.00 %
1/3 DISTAL CUBITO	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %	00 - 00.00 %	01 - 03.00 %
CARPO	08 - 25.00 %	04 - 13.00 %	01 - 03.00 %	07 - 22.00 %
DEDOS	06 - 19.00 %	02 - 06.00 %	01 - 03.00 %	05 - 16.00 %
HOMERO	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %
CODO	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %	01 - 03.00 %	00 - 00.00 %
1/3, 1/2 CUBITO Y RADIO	02 - 06.00 %	01 - 03.00 %	02 - 07.00 %	00 - 00.00 %
TOTAL	32 - 100.00 %	13 - 41.00 %	07 - 22.00 %	25 - 79.00 %

FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

GRAFICA 4

CORRELACION DIAGNOSTICA ENTRE RADIOLOGIA Y GAMMAGRAFIA OSEA, EN LOS 32 PACIENTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS, DUARANTE EL PERIODO DEL 1o. DE ABRIL AL 15 DE MAYO DE 1995.



FUENTE: BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS.

VIII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

VIII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

El presente estudio se realizó en 32 pacientes con sospecha de fractura sutil de extremidad superior, efectuandoles a todos una previa evaluación clínica, estudio radiológico y centellográfico del área afectada, en los departamentos de Cirugía, Radiología y Medicina Nuclear y Clínica Privada respectivamente; durante el período del primero de abril al 15 de mayo de 1995.

En el cuadro No. 1: Podemos observar que la población joven es el grupo más afectado en esta patología estudiada, siendo la media de edad de 29 años y el grupo etáreo de los 20 a 24 años con un total del 50% de la muestra, debiéndose este fenómeno a que nuestra pirámide poblacional es de base ancha. En lo que respecta al sexo el masculino fué el mayormente afectado con un 63% de la población en comparación con el femenino con un 37%. Demostrandonos una proporción de afección de 1.7:1 hombres-mujeres.

Al correlacionar con los datos revisados observamos que la relación es de 2:1 hombre-mujeres, que son datos muy cercanos a nuestra realidad. (27).

En el cuadro No. 2: Esta gráfica nos indica la mayor frecuencia del signo y sintoma más característico y existente en la totalidad de los casos estudiados, siendo estos el edema y dolor respectivamente. Recordando que en estos pacientes el agente traumático fué el desencadenante del proceso inflamatorio el cual consiste en una serie de complicadas adaptaciones fisiológicas y morfológicas en la que participan vasos sanguíneos, líquido y elementos figurados de la sangre y tej. conectivo adyacente.(3). Produciéndose dolor por mecanismo de compresión física por el edema existente (3). lo cual nos exhibe la importancia de una buena evaluación clínica del paciente, lo que demuestra lesión ósea celular activa.

En el cuadro No. 4: Nos demuestra que el diagnóstico centellográfico cambió drásticamente la tendencia del manejo de los pacientes con diagnóstico por radiología convencional, porque antes del uso de la gammagrafía únicamente un 6% (2 pacientes) se les colocó aparato de yeso, siendo después del reporte por Medicina Nuclear un 41% (13 pacientes) que necesito de aparato de yeso por revelar lesión ósea activa en el informe.

Es importante también aclarar que hubo un cambio significativo en la aplicación de férulas en aquellos pacientes con trauma dedos, ya que se incremento la utilización de las mismas de un 6% a un 22% después del diagnóstico por centellografía.

La evolución clínica del paciente cambio a un bienestar del mismo después del tratamiento ortopédico iniciado posterior al diagnóstico centellografico en relación al radiológico.

En el cuadro No. 5: Observamos que del 100% de diagnósticos normales de tejido óseo por radiología, que como recordaremos es criterio de inclusión, un 79% demostraron tener lesión ósea activa. Edema de tejidos blandos se presentó en un 41% de los informes radiológicos, lo que es de gran importancia para el clínico hacer una reevaluación de estos pacientes.

Se llevo a la conclusión que a las areas que corresponden al tercio distal de cubito y/o radio, carpo y dedos fueron la totalidad de los casos positivos por centellografía ya que en ellas se desarrollo la mayoría de los casos.

Se cumple uno de los objetivos del estudio el cual se revela en la alta sensibilidad y especificidad de la Centellografía Ósea sobre la Radiología convencional, en este estudio en particular.

IX. CONCLUSIONES

El presente estudio es resultado de la revisión de 32 papeletas de pacientes con impresión clínica de Fractura Sutil, atendidos en la Emergencia de Cirugía de Adultos del Hospital General San Juan de Dios y Departamento de Medicina Nuclear y Clínica Nuclear Scan durante el período del primero de abril al 15 de mayo de 1995.

1.- De la totalidad de pacientes con sospecha clínica de fractura sutil con Rx normal, el 78% de la población demostró lesión ósea activa; compatible con diagnóstico de fractura.

2.- Centellografía Ósea es un buen método diagnóstico para fracturas sutiles por su alta sensibilidad.

3.- El sexo masculino presentó un mayor porcentaje de fracturas sutiles (63%), con respecto al sexo femenino (37%).

4.- El 100% de la población estudiada, presentó como signo y sintoma más frecuente el edema y dolor .

5.- En este estudio, la mayor frecuencia de diagnóstico de lesión ósea activa por centellografía fué en las siguientes áreas anatómicas: tercio distal de cubito y/o radio, carpo y dedos respectivamente.

6.- La correlación clínico-diagnóstica de fractura sutil por centellografía ósea fué de un 78% del total de la población en estudio.

7.- El grupo etáreo en que se presentó con más frecuencia fracturas sutiles fué en el margen que comprende entre los 20 y 24 años, correspondiendo a un 50% de la población.

8.- El tratamiento ortopédico cambio drásticamente en los pacientes después del diagnóstico centellográfico, ya que antes de este únicamente un 25% (8 pacientes) se les había iniciado, siendo después un 75% (24 pacientes) a los que se les aplicó por presentar lesión ósea activa.

X. RECOMENDACIONES

- 1.- Por los resultados obtenidos, promover el uso de la centellografía ósea como método diagnóstico de elección en pacientes con sospecha de fractura sutil.
- 2.- Hacer notar la importancia que tiene el realizar una evaluación clínica en estos pacientes con duda de fractura.
- 3.- Establecer un protocolo de manejo ortopedico de estos pacientes a manera de disminuir la morbilidad.
- 4.- Promover entre los médicos y estudiantes de la Emergencia de Cirugia la importancia del uso de la centellografía ósea, en aquellos pacientes con sospecha de fractura sutil.

XI RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Hospital General San Juan de Dios y Clínica Privada, durante el período del 1ero de abril al 15 de mayo de 1995. El objetivo principal fue demostrar la utilidad de la Medicina Nuclear en el diagnóstico de fracturas sutiles en extremidades superiores; se estudio una población de 32 pacientes con historia de trauma en extremidad superior y que reporte radiológico no revelara fractura.

Se pudo demostrar que un 78% del total de pacientes estudiados presentaron algún grado de lesión ósea activa compatible con fractura por sus antecedentes por centellografia ósea, lo que nos confirma la alta sensibilidad de la Medicina Nuclear sobre la Radiología convencional.

En lo que respecta a la evolución del paciente, existió un cambio drástico ya que a las personas que mostraron lesión ósea por centellografia ósea se les inició tratamiento ortopédico correspondiente, aliviando consigo las molestias del dolor.

XII. BIBLIOGRAFÍAS

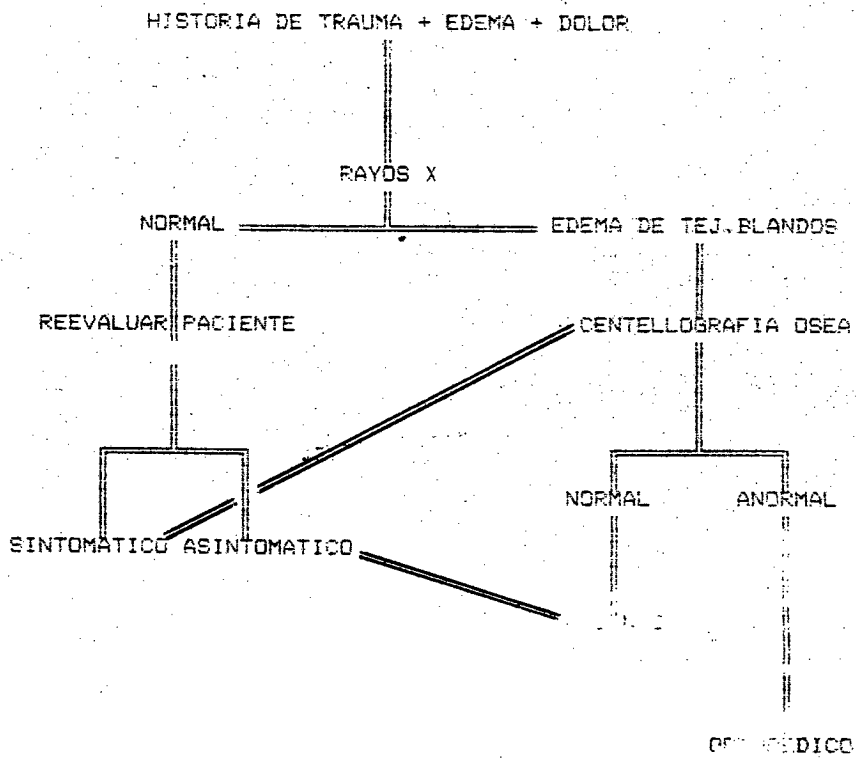
- 1.- Adam WE.A. General comparison of functional imaging in nuclear medicine with other modalities. Semin. Nucl. Med. 1987. 17: 3-17.
- 2.- T.H. Berquist. MRI of the Musculoskeletal System, edit. Raven Press New York. Second Edition. 1990. pp (436-439).
- 3.- Bloom - Fawcett. Tratado de Histología. 11a.ed., México, D.F., Edit. Interamericana, 1989. pp (200-239).
- 4.- J.L. Carreras. et al. Medicina Nuclear, técnicas, indicaciones y algoritmos diagnósticos. Edit Massoh. 1991. pp(4-12).
- 5.- R.H. Cofield. Rotator Cuff disease of the shoulder. Journal Bone Joint Surg. 1985. pp (974-975).
- 6.- Diagnóstico de localización de la medicina nuclear. Exposición de Farbwerke Hoechst, Alemania Frankfurt. 1989.
- 7.- E.W. Fordham et al. Atlas of total body radionuclide imaging. Philadelphia U.S.A. Edit Harper and Row. 1982. Vol. 1. PP (64-68).
- 8.- Ganel A. et al. Bone scanning in the assessment of fracture of the scaphoid. J. Hand Surg. 1979; 4: 540-543.
- 9.- J. Gaudiano. Curso Regional de capacitación sobre la práctica de la radiofarmacia hospitalaria. Centellografía Osea. Monte Video Uruguay. 1994. Edit. Gentileza. pp (1-12).
- 10.- Gómez Embuena, et al. Medicina Nuclear, Situación actual en España y perspectivas de futuro. Madrid, Sociedad Española de Med. Nuclear. 1984.
- 11.- Handbook of Nuclear Medicine Practice in developing countries. DRAFT. International Atomic Energy Agency. Vienna. 1991.

- 12.- International Atomic Energy Agency. Quality assurance and quality control in nuclear medicine. Viena 1984. p 9-16.
- 13.- International Atomic Energy Agency. The quality control of nuclear medicine instruments. Viena 1984. p 4-22.
- 14.- R.D. Lockhart et al. Anatomía Humana. Mexico. D.F. Edit. Interamericana. 1988. pp(11-22).
- 15.- Diccionario Médico. Mosby. 1986. Madrid. España.
- 16.- Nuclear Diagnostic Imaging. Practical Clinical Applications. New York. Edit. Macmillan Publishing C.O. 1988. pp(3-142).
- 17.- F. Quiroz. et al. Tratado de Anatomía Humana. 26a. edición, Mexico. D.F. Edit. Porrúa. S.A. 1985. Tomo 1.
- 18.- S.L. Robbins. et al. Patología Estructural y Funcional. 3a.ed. Mexico. D.F. Edit. Interamericana. 1988. pp(1292-1301).
- 19.- Rolfe EB. et al. Isotope bone imaging in suspected scaphoid trauma. Br. J. Radiol. 1981; 54: 762-767.
- 20.- F.D. Rollo. Nuclear Medicine Physics, instrumentation and agents. Edit. Saint Louis. 1977. C.V. Mosby Company.
- 21.- Rosenthal L. Hill R.G. Observation on the use of Tc-99 MDP imaging in peripheral bone trauma. Radiology. 1976; 119: 14-17.
- 22.- D.C. Sabinston. Tratado de Patología Quirúrgica. 13a. edición. Mexico, D.F. Edit. Interamericana. 1988. pp(1145-1148).
- 23.- J. Setoain O. et al. Imágenes en Medicina Nuclear, Morfológico y Funcional. 1990. Madrid. IDEPESA. pp (1-27, 120-153).
- 24.- Shwartz, et al. Principios de Cirugía. 4a. Edit. Mexico. D.F. Edit. Interamericana. 1990.

- 25.- Subramanian G. Et al. A new complex of Tc 99m for skeletal imaging. Radiology 1971; 99 : 192-196.
- 26.- Subramanian G. Et al. Tc 99m methylenediphosphonate. A Superior Agent for skeletal imaging, comparison with other Tc complex. J. Nucl. Med. 1975. 16:744-755.
- 27.- Serigo, Adolfo. Medicina Preventiva y Social. Edit. Everest. 1972. Madrid. Tomo I.
- 28.- Sus. H. Abreu. Selected Atlases of Bone Scintigraphy. Edit. Springer, New York. 1990. pp 1-17.
- 29.- Young MRA. Lawry JH. Tc-99MDP bone scanning of injuries of the carpal scaphoid. Injury. 1988. 19: 14-17.

XIII. ANEXOS

ALGORITMO DEL MANEJO DE FRACTURAS SUTILES DE EXTREMIDADES SUPERIORES



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

No de Ficha

No de Urgencia

NOMBRE DEL PACIENTE

EDAD

SEXO

DIRECCION

No de Rayos X

No de Centellograma

SIGNOS Y SINTOMAS CLINICOS PRESENTES
SI NO

ANTECEDENTES TRAUMATICOS
SI AREA: _____

- * EDEMA: _____
- * RUBOR: _____
- * DOLOR: _____
- * EQUIMOSIS: _____
- * OTROS: _____

NO _____

HALLAZGOS RADIOLOGICOS:

FECHA REALIZADO:

DESCRIBIR: _____

DIAGNOSTICO RADIOLOGICO: _____

HALLAZGOS CENTELLOGRAFICOS:

FECHA REALIZADO:

DESCRIBIR: _____

DIAGNOSTICO CENTELLOGRAFICO: _____

CARACTERISTICAS DEL TRAUMA:

- * CAIDA AL SUELO:
- * GOLPE CON ALGUN OBJETO:
- * OTRA FORMA:

TRATAMIENTO INICIADO:

DESPUES DE DIAGNOSTICO POR RADIOLOGIA: _____

DESPUES DE DIAGNOSTICO POR CENTELLOGRAFIA: _____

OBSERVACIONES: _____

M.R.G.G.