

*Érem uns nens, unes
criatures; varem començar a jugar i
des d'aquells dies fins avui.
Endavant. Sempre amb tu! T'estimo.*

Agraïments

- **A la meva tutora del treball de recerca, la qual a representat l'ajuda més important.**
- **A Javier Casteló, professor de física de la Universitat Autònoma de Barcelona, per introduir-me en el tema, revisar-me el treball, donar-me concells i acompanya'm en la gammagrafia del cavall.**
- **A Carme Baixeras, professora de física de la Universitat Autònoma de Barcelona, per introduir-me en el tema i acompanya'm en la gammgrafia del cavall.**
- **A la noia de l'anonimat del text, per compartir amb mi la seva experiència i deixa'm viure un cas real de tant a prop.**
- **A la clínica Anadón per autoritzar-me a realitzar una radiografia en el seu establiment.**
- **A la meva família, per donar-me suport en tot.**

Índex

1. Presentació.....	5
2. La radioactivitat.....	6
2.1. Introducció a la radioactivitat.....	6
2.2. Història.....	7
2.3. L'activitat d'un cos radioactiu.....	7
2.4. Interacció de les radiacions amb la matèria.....	8
2.5. Com ens afecta a la vida quotidiana?.....	9
2.6. Ones electromagnètiques.....	10
2.6.1. Radiacions ionitzants.....	11
2.6.2. Radiacions no ionitzants.....	11
3. Radiodiagnòstic amb raigs X.....	12
3.1. Història de les radiacions curatives.....	12
3.2. Com funciona? Bases físiques.....	14
3.2.1. Producció i ús dels raigs X.....	14
3.2.2. Components del sistema de raigs X.....	15
3.2.3. Tipus d'equips.....	
3.3. Opcions del radiodiagnòstic de raigs X.....	18
3.3.1. Tècnica convencional.....	18
3.3.2. Mamografia.....	21
3.3.3. Fluorescència.....	22
3.3.4. Radiografia de contrast.....	22
3.3.4.1. Broncografia.....	22
3.3.4.2. Bronquièctasis.....	24
3.3.4.3. Tomografia (scanner o TAC).....	25
4. Radioteràpia.....	
4.1. El càncer.....	26
4.2. Com funciona? Bases físiques.....	27
4.3. Teleteràpia.....	27
4.4. Braquiteràpia.....	29
4.5. Tipus de radioteràpia segons la seqüència temporal.....	30
4.6. Tipus de radioteràpia segons la finalitat d'aquesta.....	31
5. Medicina nuclear.....	32
5.1. Gammagrafia.....	33
5.1.1. Radofàrmacs.....	33
5.1.2. Gammacàmara.....	35
5.2. Tomografia per emissió de positrons (TEP o PET).....	36
5.3. L'últim crit: la diagnosi combinada (TAC-PET).....	38
6. Protecció radiològica.....	41
6.1. Protecció del pacient.....	41
6.2. Protecció del treballador.....	45
6.3. Dosis rebudes en les aplicacions de la radioactivitat.....	47

7. Aplicació de la teoria.....	48
7.1. Gammagrafia a un cavall.....	48
7.2. Radiografia d'un pollastre	69
7.3. La història real d'un càncer de mama.....	75
8. Conclusions	83
9. Bibliografia i webgrafia.....	84

1. PRESENTACIÓ

Ja des de ben petita, m'ha motivat ajudar als altres. Sempre m'ha passat pel davant el que jo puc oferir als que ho necessiten, des de coses materials a unes simples paraules, un simple gest. M'agrada abraçar als que ploren, donar als que no tenen i estimar als que s'ho mereixen.

La vida dóna molts tombs i en un instant, canvia. Malauradament, aquests canvis van cap a pitjor i els humans tenim tendència a necessitar una mà que ens ajudi.

Espero ser algun dia, aquesta mà, i que pugui servir a molta gent.

Bé, en la meua opinió la medicina és un dels treballs que més s'aproxima a aquesta motivació. A primeres pot semblar que els metges són simplement persones rígides, intel·ligents i amb un bon sou. Però darrere d'aquesta aparença s'hi amaga, normalment, persones totalment entregades. De fet, no hi ha feina més perillosa que la d'un metge. En ell, tothom hi confia la seva salut, el seu estat físic.

En un futur, m'agradaria que la gent confiés amb mi, per entregar-s'hi obertament, sense cap por.

Aquesta és la raó per la qual he decidit fer aquest treball. La radioactivitat és una de les ajudes més utilitzades en la medicina. Cada dia se'n fa ús en molts hospitals del món. I és que, malgrat no sigui molt bona per a nosaltres mateixos, té moltíssimes aplicacions curatives.

La més important, és la que dóna la possibilitat de lluitar a les persones amb càncer. Aquesta és realment difícil, però no impossible.

En la part teòrica d'aquest treball, vull donar importància a totes les aplicacions que tenen les radiacions, deixant un pèl de banda les persones implicades en els diferents processos. M'he decidit a què la finalitat d'aquest treball sigui la d'un manual, una ajuda ben resumida i definida.

En la part pràctica intentaré aplicar tres parts d'aquesta teòrica a la realitat, en aquest cas amb abundància de fotografies i imatges. A més, m'agradaria conèixer gent que m'introdueixi al món de la medicina, en aquest cas des de la radioactivitat.

2. LA RADIOACTIVITAT

2.1. Introducció a la radioactivitat

Els àtoms que constitueixen la matèria solen ser, generalment, estables però alguns d'ells es transformen espontàniament i emeten radiacions que transporten energia. Aquest procés s'anomena radioactivitat.

A la natura, la matèria està formada per molècules (combinacions d'àtoms). El nucli de l'àtom està format per protons (carregats positivament), neutrons i envoltat de electrons (carregats negativament); per la qual cosa l'àtom és neutre. El número de protons coincideix amb el número d'electrons, però no amb el de neutrons.

Tots els àtoms, el nucli dels quals té el mateix número de protons i per tant d'electrons constitueix un element químic, amb les mateixes propietats químiques. Quan el seu número de neutrons és diferent, s'anomenen **isòtops**. Cada isòtop d'un element es designa amb el número total dels seus nucleons (protons i neutrons), que es coneix com el número màssic.

La **radioactivitat** és la transformació espontània d'un nucli inestable en un altre nucli més estable. És una propietat dels isòtops (que són inestables), és a dir, que es mantenen en un estat excitat en les seves capes nuclears i per aconseguir el seu estat fonamental han de perdre energia. Ho fan en forma de radiacions electromagnètiques o amb emissió de partícules.

Es va comprovar que la radiació pot ser de tres classes diferents:

- radiació alfa: Es tradueix per l'emissió d'un nucli d'heli que és particularment estable i està formada per dos protons i dos neutrons. Quan s'emet una partícula alfa el nucli resultat té un número atòmic dues vegades inferior. Són desviades per camps elèctrics i magnètics. Són poc penetrants encara que molt energètiques. $X^{27}_{13} \rightarrow Y^{23}_{11} + He^4_2 + \gamma$
- radiació beta: Són fluxos de electrons (beta negatius) o positrons (beta positius) resultats de la desintegració dels neutrons o protons del nucli quan aquest es troba en un estat excitat. Es desvia per camps magnètics. És més penetrant encara que el seu poder d'ionització no es tan elevat com el de les partícules alfa. Per la qual cosa quan un àtom expulsa una partícula beta, augmenta o disminueix el seu número atòmic una unitat (degut al protó guanyat o perdut). $X^{27}_{13} \rightarrow Y^{27}_{14} + e^0_{-1} + \gamma$
- radiació gamma: Són ones electromagnètiques. A diferència de les anteriors, no està vinculada a una transmutació del nucli, sinó que es tradueix per la emissió del nucli d'una radiació electromagnètica, com la llum visible o els rajos X, però més energètica. És el tipus més penetrant de radiació. Al ser ones electromagnètiques de longitud d'ona curta, tenen major penetració i es necessiten capes molt grosses de plom o formigó per aturar-los. En aquest cas el nucli resultat és de la mateixa naturalesa. $X^{27}_{13} \rightarrow X^{27}_{13} + \gamma$

La classificació dels diferents tipus de radiació es va realitzar entre els anys 1898 i 1902. Ernest Rutherford, en aquells temps, un jove estudiant d'investigació al Cavendish Laboratory, va identificar dos tipus de rajos radioactius que va designar amb les lletres gregues alfa i beta. L'esquema obeïa entre altres propietats, a la capacitat de penetració de la radiació en la matèria, sent la radiació alfa molt menys penetrant que la beta.

Distingim entre:

- radioactivitat natural. En la vida quotidiana estem exposats a radiacions encara que no visquem prop de fonts radioactives provinents de la activitat humana. En podem distingir dos tipus; les fonts de irradiació externa són aquelles que provenen des de fora de l'organisme i les fonts de irradiació interna són aquelles que provenen de radioisòtops incorporats al nostre organisme (per vies respiratòries o digestives)
- radioactivitat artificial. Es produeix quan es bombardegen certs nuclis estables amb partícules apropiades. Si l'energia d'aquestes partícules té un valor adequat penetren dins del nucli i formen un nou nucli que, en el cas de ser inestable, es desintegra després radioactivament .

2.2. Història

Cap a finals del segle XIX, es creia confiadament que els components bàsica de la matèria coneguda eren estables, sempre iguals, immutables, i es pensava que un material que no rep influència externa alguna es mantindrà igual a través del temps.

Però al 1898 Becquerel va informar a la comunitat científica un fenomen que no encaixava amb aquesta idea de la immutabilitat dels materials. En efecte, havia observat que en repetides ocasions unes plaques fotogràfiques tancades, que havien quedat enganxades a un cert mineral (pechblend), s'havien ennegrit. Això succeïa d'un dia per l'altre, és a dir, en un lapsus de temps relativament curts.

Però, com s'havia produït aquest canvi? Era en principi desconcertant, ja que no podia entrar llum a les plaques, no havien estat escalfades, ni els hi podia haver arribat cap agent químic.

El pes de la evidència, després de molt repetir la operació, va portar a la conclusió que existia alguna cosa produïda o emesa per aquest mineral que travessava la gruixuda protecció de les plaques fotogràfiques de la època, i les impressionava igual que quan es feia una fotografia exposant-les a la llum visible comú.

Al 1898 Pierre i Marie Curie, després de molts esforços, van tenir èxit en separar químicament de la resta del mineral, al material causant d'aquest fenomen, i li van donar el nom de *Radium* o Radi, ja que produïa algun tipus de radiació.

Al 1932 Chadwick descobreix una altra partícula nova, el neutró, el que condueix aquell mateix any a que Heisenberg ens doni la visió actual dels nuclis atòmics, constituïts per partícules elèctricament positives, els protons i partícules neutres, els neutrons.

Aquest conjunt d'observacions i les seves corresponents interpretacions van portar a modificar la nostra idea de la matèria. Alguns nuclis de certs elements poden emetre partícules carregades, pel que la seva càrrega total canvia, és a dir, es transforma en nuclis d'altres elements; són les anomenades substàncies radioactives.

2.3. L'activitat d'un cos radioactiu

Per a conèixer com d' "activa" és una mostra es mesura la seva velocitat de desintegració, és a dir, el número de desintegracions que es produeixen per unitat de temps. Per tant, l'activitat d'un cos radioactiu és el número de desintegracions que es produeixen en un segon.

La seva unitat de mesura en el sistema internacional és el becquerel ($1\text{Bq} = 1$ desintegració/s)

La desintegració d'un nucli radioactiu és un procés espontani i és impossible de predir quan un àtom es transmutarà. Ara bé, quan hi ha una gran quantitat d'àtoms radioactius, es pot demostrar que la quantitat de nuclis inicials disminueix amb el temps. El número d'àtoms que es desintegren en un temps donat és directament proporcional al número d'àtoms presents en la mostra. La constant de proporcionalitat és coneguda com la constant de desintegració.

$$N = N_0 \cdot e^{-t/T}$$

La llei de desintegració radioactiva prediu el decreixement amb el temps del número de nuclis d'una substància radioactiva donada que van quedant sense desintegrar.

N ... número de nuclis sense desintegrar
N ₀ ... número de nuclis que hi ha inicialment
t ... temps
T... temps de vida mitja

El temps de vida mitja, representada per T, és la duració promig d'un àtom en estat radioactiu en la mostra.

2.4. Interacció de les radiacions amb la matèria

La matèria està constituïda per àtoms, i la radiació ionitzant interactua amb els nuclis i els electrons orbitals d'aquests amb una probabilitat de ocurrència que depèn del tipus i de l'energia de la radiació, així com també de l'origen del medi ambiental. En tots els casos els resultats de la interacció de la radiació amb la matèria són l'excitació¹ i/o la ionització dels àtoms del medi natural, són molt pocs els canvis estructurals i el dipòsit d'energia al material dona lloc a un augment de temperatura.

Les radiacions que més interessin són les constituïdes per neutrons i fotons (neutres elèctricament) i les constituïdes per partícules carregades (electrons, protons, partícules alfa, etc.)

Partícules carregades: És la desintegració alfa i beta. El nucli residual pertany a una espècie nuclear diferent a la del nucli original.

Radiació electromagnètica: És la desintegració gamma. El nucli residual pertany a la mateixa espècie nuclear que el nucli original.

Interacció de partícules carregades

Interactuen amb els nuclis o els electrons orbitals del medi material mitjançant col·lisions. La radiació, al travessar la matèria, interactua amb aquesta perdent energia en cada procés de interacció. L'abast és un concepte de gran utilitat per a l'estudi de raigs de partícules carregades que tenen un abast ben definit en la matèria, ja que perden energia en interaccions successives. El número necessari de desintegracions per aturar les partícules depèn, en una substància donada, de l'energia inicial.

De l'estudi de la interacció de partícules carregades, s'infereixen tres paràmetres principals:

- abast: mínima distància necessària per aturar la radiació.
- poder de frenada: expressar la quantitat d'energia perduda per la partícula en la seva trajectòria, i es defineix com l'energia perduda per unitat de camí recorregut.
- relació abast-energia: aquesta relació permet inferir l'energia de la partícula incident.

Interacció de la radiació electromagnètica

Els rajos X i gamma, al no tenir càrrega, no poden ser frenats lentament per ionització quan travessen un material. Sofreixen altres mecanismes que al final els fa desaparèixer,

transferint la seva energia, poden travessar bastants centímetres d'un sòlid, o cents de metres d'aire, sense sofrir cap procés ni afectar la matèria que creuen.

La única forma d'interpretar adequadament la interacció de la radiació electromagnètica es a través del seu comportament corpuscular.

2.5. Com ens afecta a la vida quotidiana?

És innegable que la radiació afecta als organismes. Els pot emmalaltir o curar sent administrada com qualsevol medicina. Sabem que la ionització pot donar lloc a transformacions químiques en la matèria. Si es matèria viva, necessàriament interfereixen aquests canvis amb les funcions vitals de les cèl·lules que reben radiació. A més, com que algunes radiacions poden penetrar al cos, aquests efectes es poden produir en òrgans o en cèl·lules de molt diverses funcions.

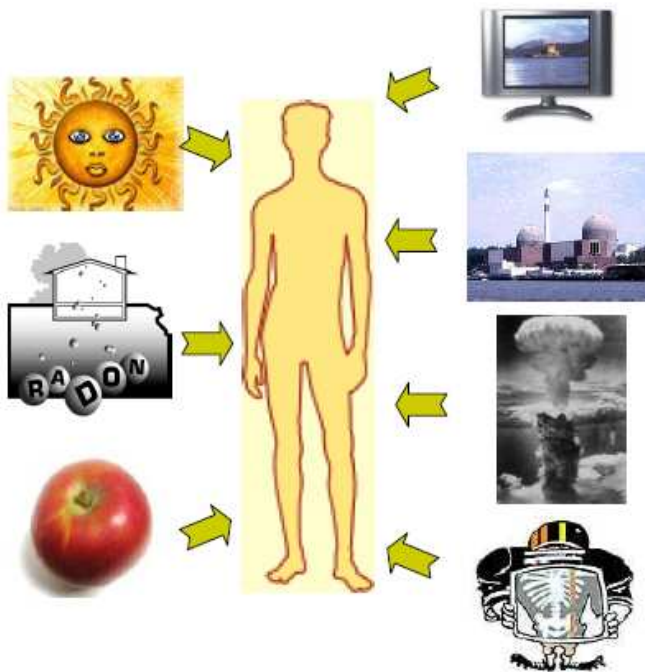
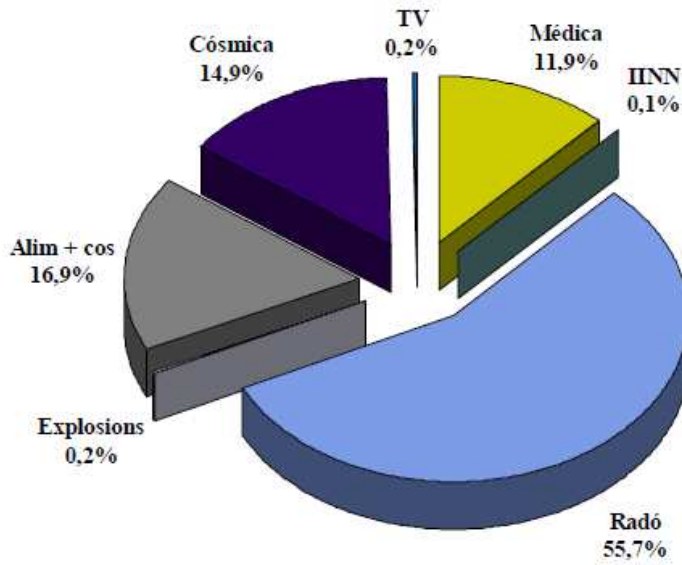
Els efectes que la radiació produeix als organismes s'han classificat amb quatre grups: els que produeixen càncer, les mutacions genètiques, els efectes als embrions durant l'embaràs i les cremades per exposicions excessives. Els dos primers grups generalment succeeixen quan les dosis rebudes són petites però prolongades. El tercer, en una etapa de la vida en què l'organisme és especialment sensible perquè s'estan reproduint les seves cèl·lules a ritme accelerat. El quart succeeix en accidents o en les exposicions nuclears.

L'efecte del càncer està ben comprovat: existeix una associació entre l'exposició a altes dosis de radiació i el càncer. L'estudi més documentat és el dels supervivents de Hiroshima i Nagasaki. La leucèmia¹ és el tipus de càncer més freqüent associat amb la radiació. Només 3 anys després de les explosions ja s'havien registrat una freqüència de casos de leucèmia superior a la normal. També ha estat plantejada la possibilitat de què el càncer infantil estigui causat per irradiació de l'embrió *in utero*. En una població com la de la ciutat de Mèxic es registren 16450 nous casos de càncer cada any. Podriem preguntar-nos quants d'aquests casos podrien derivar de la radiació que es produïda per l'ésser humà, principalment degut a l'ús de les radiografies en el diagnòstic mèdic.

Efectes directes sobre l'embrió. Si una dona embarassada s'exposa a la radiació existeix una probabilitat relativament alta de causar greus danys a l'embrió que podrien portar-lo fins a la mort i, subseqüentment ocasionar un avort, o bé a l'aparició de malformacions en el fill. Els estudis amb animals han demostrat que la radiació produeix disminució en la mida del cap (microcefalia) i alteracions en la formació de l'esquelet del ser irradiat *in utero*.

Els efectes genètics de qualsevol agent extern que actui sobre una cèl·lula són el producte de les alteracions (mutacions) que l'agent pugui causar a l'ADN de les cèl·lules reproductives de l'individu, espermatozoides o òvuls. Els descendents d'aquest individu són portadors de la mutació i poden sofrir les conseqüències d'aquesta i fins i tot, transmetre-la als seus propis fills.

Per protegir a la població humana del possible dany genètic reproductiu causat per una exposició a la radiació, seria necessari conèixer quantitativament i amb precisió el risc genètic. Això vol dir, saber quants nens neixen amb alteracions genètiques després de que els seus pares s'han exposat a una dosi coneguda. Tal i com ho hem indicat, aquesta informació no existeix, per la qual cosa aquestes estimacions de risc s'han obtingut dels experiments amb animals.



2.6. Ones electromagnètiques

La física i els efectes de les radiacions als organismes vius son temes de gran interès. Les característiques i els efectes de les radiacions són estudiades per físics, biòlegs i químics principalment. No obstant, existeixen aspectes bàsics que han de ser coneguts i poder ser reconeguts per metges generals i especialistes de totes les branques de la medicina.

El terme radiació significa bàsicament transferència d'energia d'una font a una altra. Existeixen radiacions electromagnètiques de diferents tipus (energies), entre les que es troben l'energia elèctrica, les ones de radio i televisió, les ones de radar, les microones, la radiació infraroja, la llum visible, la radiació ultraviolada, els raig X, la radiació gamma i els raig còsmics, entre d'altres.

Les ones electromagnètiques consisteixen en la transmissió d'energia a través de l'espai sense necessitat d'un medi material. Són de naturalesa ondulatoria i poden considerar-se com una doble vibració, una un camp elèctric i l'altra un camp magnètic, vibrant els dos camps perpendicularment entre si. Es diferencia una de l'altra per la longitud d'ona i per la freqüència. Al buit la seva velocitat és de 300000km/s. A través de la matèria, tal com l'aire o l'aigua, la radiació electromagnètica viatja més lentament; a major densitat de la matèria menys velocitat.

Es classifiquen en radiacions ionitzants i radiacions no ionitzants.

2.6.1. Radiacions ionitzants

La radiació ionitzant és troba a tots els llocs. Arriba des de l'espai exterior en forma de raig còsmics. Està a l'aire en forma d'emissions de radó radioactiu. Els isòtops radioactius que s'originen de forma natural entren i es presenten a tots els éssers vius. És inevitable. De fet totes les espècies d'aquest planeta han evolucionat en presència de la radiació ionitzant. Encara que els éssers humans exposats a dosis petites de radiació poden no presentar d'immediat cap efecte biològic aparent, no hi ha dubte que la radiació ionitzant, quan s'administra en quantitats suficients, pot causar danys.

Encara que la radiació ionitzant pot ser perjudicial, també té moltes aplicacions beneficioses. L'urani radioactiu genera electricitat en centrals nuclears instal·lades en molts països. En la medicina, els raig X permeten obtenir radiografies pel diagnòstic de lesions i malalties internes. Els metges especialitzats en medicina nuclear utilitzen material radioactiu per formar imatges detallades d'estructures internes i estudiar el metabolisme. A l'actualitat es disposa de radiofàrmacs terapèutics per tractar trastorns com el hipertiroïdisme i el càncer. Etc.

La radiació ionitzant consisteix en partícules, inclosos els fotons, que causen la separació d'electrons d'àtoms i molècules. Però alguns tipus de radiació d'energia relativament baixa, com la llum ultraviolada, només pot originar ionització en determinades situacions.

Dins d'aquestes es troben els raig gamma, els raig X i els raig ultraviolats.

2.6.2. Radiacions no ionitzants

S'entenen com aquella ona o partícula que no es capaç d'arrancar electrons de la matèria que il·lumina produint, com a molt, excitacions electròniques, és a dir, mou els àtoms sense canviar-los químicament. Dins les radiacions no ionitzants, n'hi ha algunes que tenen una gran aplicació en el món modern. És el cas de la utilització de microones en la radioastronomia o en el funcionament de forns domèstics. Els microones corresponen a la part de l'espectre electromagnètic situada entre les ones de radio i els infrarojos, per la qual cosa la seva energia és baixa. Les microones actuen amb la matèria incrementant la velocitat de rotació de les molècules.

3. RADIODIAGNÒSTIC AMB RAIG X

El seu objectiu és descobrir malalties i tumors per mitjà de les radiacions ionitzants.

L'aplicació de raigs X, tant en medicina com en la indústria i investigació, és àmpliament difosa a través de tot el món i sens dubte constitueix el principal agent de risc radiològic. Això es deu al gran nombre de persones exposades directament o indirectament per la seva feina, per la seva condició de pacient, o bé com a públic, a alguna instal·lació amb aquest tipus d'equipament. És per això que a la formació professional en Protecció Radiològica, és molt important posseir un coneixement adequat de tots els aspectes vinculats a la generació i a l'ús d'equips de raigs X.

3.1. Història de les radiacions curatives

Regnava una olor estranya. Una espècia d'ozó diluït a l'atmosfera. Entre les finestres cobertes de negre la cabina dividia el laboratori en dos parts desiguals. Es diferenciaven aparells de física, vidres còncaus, taulells d'interruptors, instruments de mesura, una caixa semblant a un aparell fotogràfic sobre un xassís de rodes, i diapositives en vidre alineades en parets fins al punt de que no se sabia si un es trobava al taller d'un fotògraf, en una càmera fosca, al taller d'un inventor, o a l'oficina de tècnica de bruixeria.

En aquest moment, l'ajudant va imprimir a la palanca de mà el moviment convenient. Durant dos segons van funcionar les forces terribles necessàries per travessar la matèria, corrents de milers de volts, de cent mil volts. Casi gens esclavitzades, les forces van intentar obrir-se camins tortuosos. Van esclatar descarregues com dispars. Una espurna blava va vibrar a la punta d'un aparell. Uns llamps van pujar crepitant al llarg del mur. En algun lloc, una llum roja, semblant a un ull, mirava tranquil·la i amenaçadora dins de l'habitació, i una botella, a l'esquena de Joachim, es va omplir de líquid verd. Després tot es va anar tranquil·litzant, els fenòmens lluminosos es van esvaïr i Joachim, sospirant, va treure l'aire dels seus pulmons. Ja estava.

Thomas Mann, La montaña màgica, 1911

Aquestes descripcions d'un consultori de radiodiagnòstic i de la presa d'una radiografia van ser escrites pel Novel de Literatura, als inicis d'aquesta especialitat, reproduïxen la sorpresa i el desconcert que aquesta pràctica produïa als que s'atansaven perquè el seu interior fos examinat. Després d'un segle de iniciada, aquesta especialitat segueix sorprenent-nos amb cada un dels seus avanços fins al punt de poder afirmar que avui no existeix lloc del cos humà que no puguem observar.

El descobriment extraordinari realitzat al novembre de 1895 per Wilhelm Conrad Röntgen, només va ser possible gràcies a múltiples experiments i observacions sobre l'electricitat, el magnetisme i els tubs de vidre al buit realitzats pels científics als segles anteriors. Cada un d'aquests passos va requerir d'avanços tècnics i mecanismes desenvolupats per cada antecessor.

Un d'aquests primers avanços va ser el realitzat per Sir William Gilbert, qui va descobrir, el 1600, les qualitats d'alta tensió elèctrica i la seva propietat d'èxitar-se al buit i produir raigs X.

Posteriorment Evangelista Torricelli va construir la primera càmera de vidre al buit, que va permetre que Otto Von Guericke dissenyés tubs al buit i inventar la primera màquina

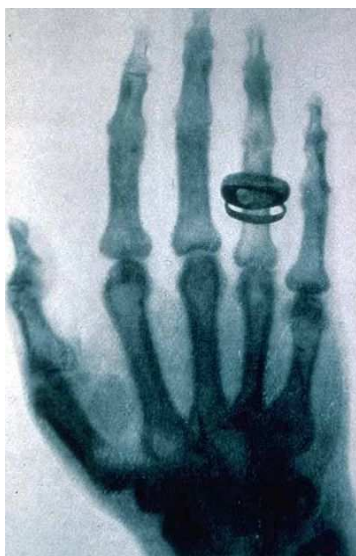
elèctrica, una esfera de sulfur que al rotar i friccionar generava energia elèctrica estàtica d'un alt potencial, capaç de produir llum fosforescent, descarregues i guspises.

Aquests descobriments van permetre a altres científics continuar desenvolupant investigacions sobre el camp de l'electricitat i la física a nivell de laboratori, el que va facilitar crear una verdadera màquina elèctrica que produís llum per reemplaçar les veles i es pogués conduir per múltiples cossos, i va ser quan Jean Antonie Nollet, va unir el descobriment de la màquina elèctrica al buit i les propietats conductores del ferro, produint la primera màquina rudimentària de raigs X.

Aquests avanços es van anar perfeccionant en el camp de l'elèctrica, el descobriment dels nous tipus d'energia, a més de la friccional i atmosfèrica, com la animal o la pròpia dels metalls i noves propietats dels metalls i l'energia com l'electromagnetisme. Els tubs al buit també van sofrir modificacions al descobrir William Crookes elèctrodes als seus extrems es podia millorar la transmissió de l'electricitat, descobrint-se el càtode i l'ànode i la trajectòria de l'energia que corria en aquesta direcció. D'aquesta manera també es va observar que l'energia es tornava visible al xocar amb el vidre.

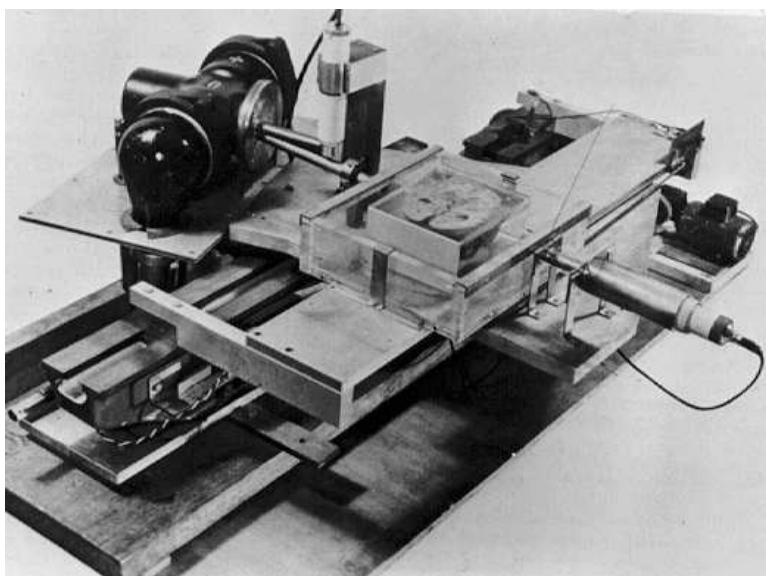
Un altre avanç important va ser el realitzat per Rudolf Hertz al 1888, a l'observar que els raig catòdics podien travessar làmines d'alumini molt primes col·locades dins del tub. Junt amb Philip Lenard van apreciar que els raigs al buit viatjaven en línia recta i al sortir es dispersaven en diverses direccions reduint el xoc amb les molècules de l'aire; amb això van poder construir el primer densitòmetre d'alumini. Aquí estava l'essència del tub de raig X, però encara que hagués produït suficient radiació, aquesta no va poder ser detectada, ja que la placa fotogràfica només es va inventar 90 anys després.

I va ser amb tots aquests avanços en física, química i desenvolupament fotogràfic que el físic alemany Wilhelm Conrad Röntgen va investigar els efectes dels raigs catòdics, sobre les partícules fosforescents i sobre les plaques fotogràfiques descrites per Lenard, utilitzant els tubs de vidre sense plaques d'alumini de Crookes, cobrint-los amb una cartolina negra podia excitar una pantalla fluorescent pintada amb platí cianur de bari. Amb aquest experiment que li va ocupar prop de set setmanes va poder descobrir les propietats dels nous raigs per observar les estructures sòlides dels elements, inclòs el cos humà, i va ser quan el 22 de desembre de 1895 va realitzar la primera radiografia: la mà de la seva dona Berta.



Radiografia de la mà de la seva dona Berta

Quan va ser conscient que el seu descobriment era diferent a tot el descrit prèviament va preparar el primer informe, un manuscrit que va titular: “Una nova classe de raigs, comunicació preliminar” i el va remetre el 28 de desembre al secretari de la Societat de Física Mèdica de Wurzburg. En ell li donava el nom de raigs X degut a que desconeixia el seu origen. El 23 de gener de l’any següent va oferir la primera demostració pública mostrant diverses imatges i realitzant la radiografia a la mà de l’anatomista Albert von Kolliker, qui en aquell moment va proposar com a nom per aquest descobriment el Raigs de Röntgen.



Aparell experimental de Röntgen de l’any 1895

A partir d’aquest moment la utilització mèdica d’aquest descobriment es va difondre ràpidament. El 7 de gener ja es reportava la seva utilitat en l’ortopèdia i el trauma esquelètic, i encara que en un inici els estudis radiològics eren realitzats per físics al seus laboratoris. Els ràpids perfeccionaments tècnics van fer necessari el coneixement mèdic per profunditzar i millorar la interpretació i utilització de les plaques de raigs . Va ser així com es va necessitar la creació de l’especialitat mèdica en radiologia, fet que es va fer real el 1910 amb la creació de la primera especialitat per Russell Carman.

3.2. Com funciona? Bases físiques.

3.2.1. Producció i ús dels raigs X

Quan una corrent d’electrons és accelerada per un potencial elèctric fins arribar a una velocitat molt alta i després, desaccelerada i absorbida al xocar amb el material que serveix d’objectiu, es produeixen raigs X. Així doncs els elements principals per produir raigs X són:

- una font d’electrons
- una font de potencial elèctric
- un material apropiat que serveix d’objectiu

Els raigs X són invisibles. Gràcies a la seva alta energia i longitud d’ona curta poden penetrar casi tots els materials, però són absorbits amb diferent intensitat pels diferents teixits. En el cos humà, l’absorció és alta als ossos i baixa als músculs i altres teixits tous. Aquestes diferències d’absorció poden mostrar-se en una pel·lícula fotogràfica a

l'igual que diferències de densitat: el resultat és una radiografia. Això doncs, l'examen radiogràfic consisteix en irradiar una part del pacient amb un feix uniforme de raigs X i en registrar els raigs de sortida sobre una pel·lícula de doble emulsió que es trobi compresa entre un parell de pantalles fluorescentes. Les pantalles converteixen els raigs X en llum i al mateix temps produeixen l'exposició de la placa. Les pantalles i la placa estan tancades en una caixa o xassís per a la protecció contra la llum del dia. Després de l'exposició, la pel·lícula ha de ser tractada, de forma manual o automàtica, en una habitació fosca utilitzant solucions de revelat i fixació.

Els exàmens amb raigs X han de ser demanats només per metges o agents de salut clínics experimentats. Els exàmens de "rutina" gairebé mai estan indicats. A continuació s'enuncia algunes de les indicacions i exploracions més corrents que poden realitzar-se amb l'equip de diagnòstic per raigs X (no és una llista completa):

- *Esquelet*: per a les fractures i les malalties òssies i articulars, per exemple artritis i tumors.
- *Cap*: per traumatismes o infeccions, per exemple sinusitis
- *Tòrax*: tuberculosi, pneumònia i altres infeccions respiratòries, cardiopaties, tumors, malalties pleurals i traumatismes.
- *Abdomen*: traumatismes, obstrucció intestinal, càlculs, urografia de contrast, colecistografia i problemes d'embaràs, si no es disposa de ultrasons.
- *Teixits tous*: per cossos estranys i calcificacions, per exemple paràsits.

Els exàmens amb medis de contrast només estan recomanats quan es disposa d'un metge experimentat que els realitzi e interpreti, i que tracti les possibles complicacions de les injeccions de medi de contrast.

3.2.2. Components del sistema de raigs X

- *Tub de raigs X*

La generació de radiació X s'obté a partir d'una font de corrent elèctrica continua, que s'aplica entre dos elèctrodes ubicats a l'interior en un tub de vidre. El tub de raigs X actual, és el tub termoelectrònic i consta de les següents parts:

- tub de vidre plomat amb finestra
- càtode amb filament de Wolframi
- ànode amb blanc de tungstè

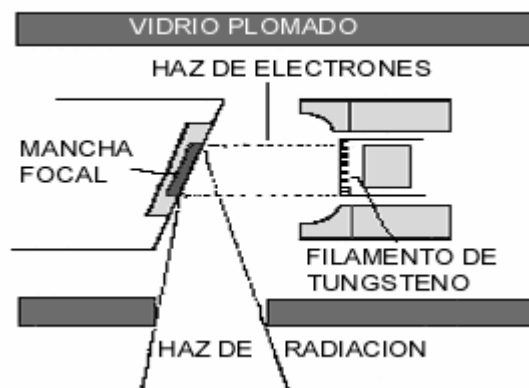
Aquest tub és alimentat per corrent elèctrica continua i que abans d'arribar al tub ja passat per transformadors, els quals tenen la finalitat d'augmentar el voltatge per a poder establir una diferència potencial adequada per la generació de raigs X.

La diferència de potencial s'estableix entre els dos elèctrodes (càtode i ànode), els quals posseeixen les següents característiques:

- a) Càtode: és l'elèctrode (-) negatiu. Està constituït per un element metàl·lic, generalment molibdè, el qual al seu extrem que es dirigeix cap al centre del tub, posseeix un orifici còncau anomenat cilindre de localització, la funció del qual és centralitzar el núvol d'electrons. A l'interior d'aquesta formació es localitza un prim filament de tungstè (es caracteritza per posseir un alt punt de fusió 3370°). El diàmetre del filament habitualment és de 0,2 mm, la qual cosa li permet operar amb un voltatge baix i així tornar-se incandescent per generar un núvol i una font d'electrons els quals es desplaçaran cap a l'ànode al moment d'aplicar una diferència de potencial alta entre els elèctrodes.

Es important indicar que la majoria dels equips, al moment de posar-se en marxa, fan passar una corrent elèctrica pel filament, la que persisteix mentre l'equip està encès; d'aquí ve la recomanació general d'apagar l'equip una vegada finalitzar el seu ús, ja que en cas contrari es corre el risc de fondre el filament i per tant inutilitzar el tub de raigs X.

- b) Ànode: és l'elèctrode (+) positiu. El tub d'ànode fix correspon a un cilindre de coure que s'oposa al càtode (es troba separat d'aquest) i l'extremitat propera a aquest posseeix una cara disposada en bisell en un angle de 15 a 22,5°. En un centre posseeix un disc que pot ser de tungstè o un aliatge d'aquest amb reni i la seva funció és la de servir de blanc per al feix electrònic i per tant correspon al punt d'origen dels raigs X. La zona on es genera la radiació es coneix com a taca focal.



Aquest tipus d'ànode fix es troba a la majoria dels equips portàtils i mòbils.

L' ànode rotatori es caracteritza per una forma discoide que s'oposa al càtode. La taca focal segueix sent de mida reduïda, però millora el rendiment i prolonga la vida útil de l'ànode al moment que optimitza la capacitat de dissipació de calor. Al tub de l'ànode fix la calor es transmesa al cilindre de coure que s'encarrega, en part, de dissipar-lo. A l'ànode rotatori la calor es distribuïda en una àmplia superfície, doncs aquest gira a una alta velocitat, abans de que s'estableixi la diferencia de potencial. Per als efectes pràctics, un tub d'ànode rotatori permet obtenir tècniques de major capacitat en referència a la penetració i/o quantitat de radiació en un menor temps d'emissió de radiació.

El principal problema al que s'enfronta l'ànode és la calor generada durant la producció de radiació X en especial quan existeix una menor capacitat de dissipació de calor. Al tub de l'ànode fix l'alta temperatura pot determinar la formació de cràters en la superfície de la taca focal, amb la qual cosa el feix de radiació no tindrà una intensitat uniforme i direcció esperada. A l'ànode rotatori la seva inutilització ve donada per les esquerdes i la ruptura d'aquest per efecte de la calor o cops durant el seu ús.

Els equips de raigs X disposen de sistemes addicionals de refredament de tubs com són olis i/o ventiladors. És important reparar en la necessitat de respectar les indicacions donades pel fabricant, especialment en equips petits.

- *Generador de raigs X*

La finalitat d'un generador de raigs X consisteix en proporcionar l'alta tensió aplicada al tub per produir els raigs. Existeixen diversos tipus.

Un tipus antic de generador, utilitzat correntment als departaments radiològics petits, és el generador monofàsic. Als hospitals grans, que posseeixen un subministrament d'electricitat molt satisfactori, poden instal·lar-se un generador trifàsic més potent. Els progressos recents mostren que, en el futur, la majoria dels generadors de raigs X seran multiimpulsos i conversió de freqüències, els quals utilitzen una font de corrent directa i la converteixen en alterna, amb una freqüència major a la de la red. Són generadors molt més petits i lleugers, i menys costosos que els generadors tradicionals, i produeixen un feix de raigs X d'alta qualitat.

Habitualment, un generador té diversos fusibles per protegir els diferents circuits i els seus components. Els fusibles poden ser de diferents calibres i tipus, conforme a la seva utilitat i solen estar muntats en una unitat de control, excepte en els generadors grans.

- *Suport de tub (ajut del tub, columna del tub)*

La seva funció consisteix en sostenir el tub de raigs X de manera que pugui utilitzar-se amb un feix de raigs X en posició horitzontal o vertical o amb angle.

- *Suport toràcic*

Aquest suport és un contenidor de xassís que s'utilitza per examinar pacients de peu, a l'efectuar radiografies de tòrax o altres. Ha de tenir la mida del xassís utilitzat pels exàmens del tòrax i ser ajustable en l'altura.

- *Reixeta (reixeta antidispersió)*

Quan un feix de raigs X passa pel cos d'un pacient, una part dels raigs X continua en línia recta (el feix directe), mentre que els restants són dispersats en diferents direccions. Si els raigs X dispersats arriben a la placa, deformaran i alteraran la imatge. La reixeta és una pantalla metàl·lica que absorbeix casi tots els raigs X dispersats, és a dir, els que no passen a través del cos del pacient en línia recta a partir de l'ànode del tub.

Totes les reixetes són molt delicades i molt costoses: s'avarien amb facilitat i resulten inútils si estan doblegades. Si no formen part de l'equip, han de subministrar-se revestides o dins d'una caixa. Una vegada estan avariades no poden reparar-se, però duren molt de temps cuidant-les correctament.

- *Taula d'examen (per a raigs X) (suport del pacient)*

Aquesta taula s'utilitza pels exàmens amb raigs X amb el pacient estirat. Ha de ser rígida, amb una part superior permeable als raigs X, d'una mida aproximada de 2,0m x 0,65m, i una altura de 0,7m des del terra. Ha de ser capaç d'aguantar a un pacient que pesi 110kg, impermeable als líquids, resistent al rascat i de fàcil neteja.

- *Unitat de control*

Comprèn els calibradors o indicadors digitals, que proporcionen informació sobre l'estat del subministrament d'electricitat. Amb freqüència es troba fora de la sala de raigs X, però en el cas que es trobi dins, se li ha d'incorporar una pantalla de protecció radioopaca, suficientment àmplia per protegir a un operador de peu, o estar rodejada d'aquest tipus de pantalla. Ha de tenir una finestra de vidre plomat, de manera que es pugui vigilar al pacient durant l'examen.

- *Xassís, pantalles intensificadores i pel·lícules*

Els xassís són recipients rígids, impermeables a la llum, que contenen la placa de raigs X per protegir-la de la llum. A l'interior hi ha dos pantalles intensificadores que produeixen fluorescència i llum visible quan són irradiades pels raigs X. La placa es col·loca entre les dos pantalles intensificadores, dins del xassís.

Han de ser forts, rígids i duradors. Han de proporcionar una pressió firme de manera que hi hagi un bon contacte entre la placa i les pantalles, per ha de ser fàcils de obrir en la foscor.

- *Equip i subministrament per l'habitació fosca*

Una habitació fosca per al tractament manual de les plaques de raigs X ha de tenir un dipòsit principal ple d'aigua, al qual s'hi fixen dos dipòsits més petits per a contenir productes químics (de revelat i fixació). És convenient que hi hagi aigua corrent, però també pot canviar-se amb freqüència l'aigua.

SI el volum del treball es suficientment ampli, per exemple, més de 15-20 pacients al dia, es pot necessitar un processador automàtic de plaques. Hi ha d'haver a l'habitació fosca una taula de treball seca, un marcador de plaques, bombetes per revelar i un termòmetre. Si s'utilitza el tractament manual, es necessiten, també, dispositius per penjar les pel·lícules i un cronòmetre. Si s'utilitzen productes químics en pols es necessitaran dos cubs auxiliars per barrejar-los. S'ha de tenir en compte, no obstant, que els productes químics en pols mai s'han de barrejar dins de l'habitació fosca.

- *Dispositius de protecció radiològica*

Els dispositius de protecció radiològica primordials comprenen una cabina de control protegida, situada fora de la sala de raigs X, o una pantalla protectora (suficientment ampla per a protegir a un operador de peu), amb una equivalència en plom de 0,5mm i amb una finestra de vidre plomat. També han d'existir davantals protectors plomats, guants plomats, amb una equivalència de plom de 0,25mm, a més de tires de plàstic o goma plomats amb una equivalència de plom de 0,5mm, per la protecció de les gònades.

3.2.3. Tipus d'equips

Els equips de raigs X d'ús diagnòstic es divideixen en 5 grans categories:

- equips dentals
- equips portàtils
- equips mòbils
- equips fixos o estacionaris
- intensificador d'imatges

3.3. Opcions del radiodiagnòstic de raigs X

3.3.1. Tècnica convencional

En aquest apartat es mostraran radiografies de les parts més important del cos humà seguint la tècnica convencional.

- Crani

Les imatges de raigs X del crani es prenen quan es necessari veure els ossos facials o de la mandíbula. Molt sovint aquests exàmens es realitzen quan el pacient ha patit lesions cranianes, sofreix dolors al cap o es sospita que té una infecció. Entre altres coses, els exàmens de raigs X del crani mostren fractures. Abans de l'examen, un tècnic radiòleg determina la quantitat de radiació necessària per a produir una imatge útil per al diagnòstic. Aquest, a més, li demanarà al pacient que es tregui els audífons i, si és el cas, la



Radiografia del lateral del crani

dentadura, a l'igual que arracades, collars, passadors, etc. ja que el metall pot interferir amb la interpretació de les imatges de raigs X.

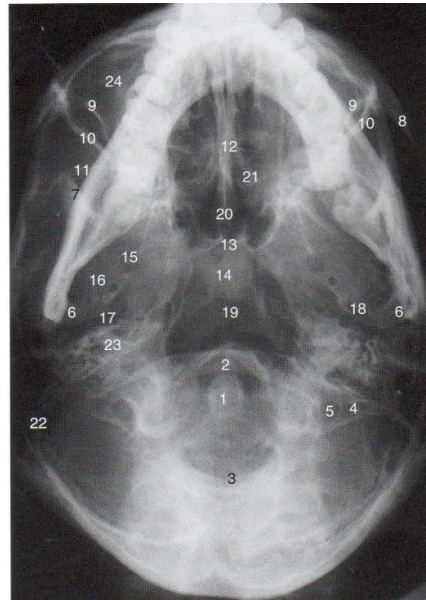
En el cas que sigui una dona en edat fèrtil, el tècnic li preguntarà la data de la seva última menstruació i si és possible que estigui embarassada. En el cas que estigui embarassada o que ho pugui estar, es posposa l'examen o bé se la vesteix amb una peça de vestir especial per a protegir el bebè a l'exposició de la radiació.

Les radiografies del crani usualment triguen 20 minuts o menys. El més probable és que aquest estigui ajagut sobre la taula de raigs X, encara que alguns exàmens es fan amb el pacient assegut.

El tècnic radiòleg col·locarà algunes esponges o altres suports al voltant del cap perquè el mantingui immòbil, ja que qualsevol moviment durant l'exposició fa que la imatge sigui borrosa. També li demanarà que giri el cap en diferents direccions i que mantingui certes posicions durant lapsus breus, per tal d'obtenir diferents imatges.

A l'igual que altres exàmens radiogràfics un cop acabada la radiografia el pacient no estarà radioactiu ni tampoc haurà de prendre precaucions especials.

Un cop acabat tot l'examen, el tècnic radiòleg processa les pel·lícules de raigs X, determina si són tècnicament acceptables i decideix si es necessari prendre imatges addicionals. Després s'entreguen les pel·lícules a un radiòleg, que és un metge especialista en interpretar les imatges mèdiques de diagnòstic.



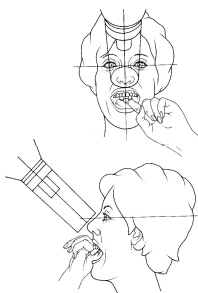
Radiografia de la base del crani

- Dents

L'examen es realitza al consultori odontològic.

Existeixen quatre tipus de radiografies

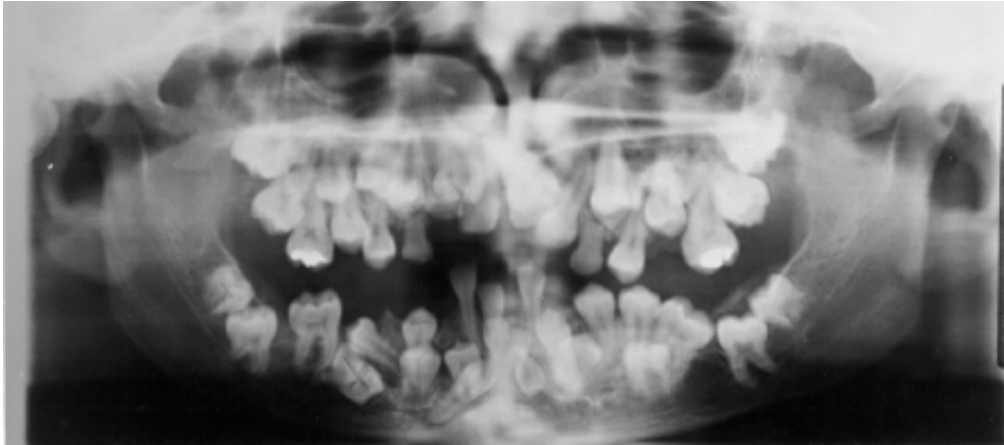
- a) Interproximal. És quan el pacient mossega una tira petita de paper i mostra les porcions de la corona dels dents inferiors i superiors junts.
- b) Periapicals. Mostra un o dos dents complets des de la corona fins l'arrel.
- c) Palatal. Captura de tots els dents inferiors i superiors en una única foto mentre la pel·lícula es troba en la superfície de mossegada dels dents.



Mètode de la radiografia palatal

- d) Panoràmica. Requereix una màquina especial que rota al voltant del cap. La radiografia captura els maxil·lars i els dents complerts en una única imatge. S'utilitza per a planejar un tractament per implants dentals, verificar si hi ha queixals del seny impactades i detectar problemes mandibulars. Una radiografia panoràmica no és bona per detectar càries, a menys que estiguin molt profundes i avançades.

A més molts odontòlegs estan prenent radiografies utilitzant la tecnologia digital, passant la imatge a través de l'ordinador. La quantitat de radiació transmesa durant el procediment és menor que amb els mètodes tradicionals.



Displasia cleidocraneal

- Columna vertebral

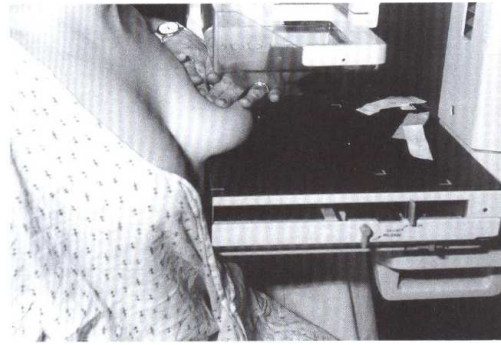
S'aprecien les estructures vertebrals: cos, pedúncles, làmines i apòfisis transverses, articulars i espinoses. Les imatges obliques s'utilitzen per facilitar la visualització dels orificis de sortida dels nervis i els espais interarticulars.



Radiografia columna vertebral

3.3.2. Mamografia

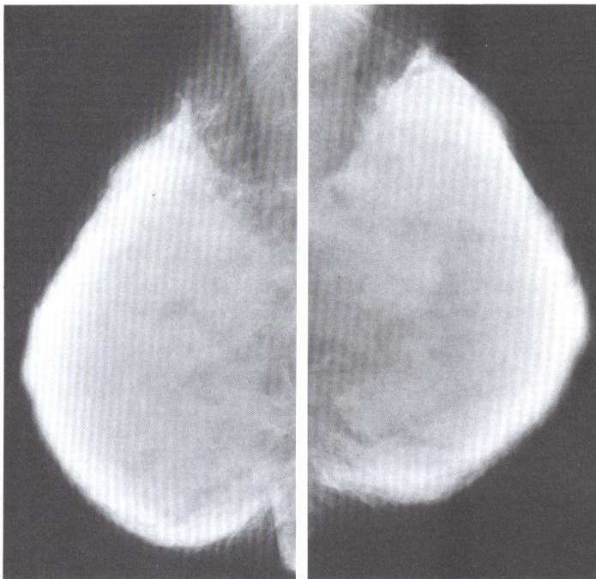
Una mamografia és un examen radiològic dels pits. S'utilitza per a detectar i diagnosticar malalties del pit en les dones que hi tenen problemes, com ara un tumor, dolor, secreció del mugró. El procediment permet la detecció del càncer del pit, tumors benignes i quists abans de que puguin ser detectats per palpació.



Col·locació del pit en un mamògraf

Durant les últimes dècades s'ha desenvolupat una important millora en l'equip i els sistemes de registre d'imatges per al mamògraf. A més de proporcionar bones imatges, aquestes millores han portat cap a una significant reducció de la dosi de radiació. Els factors que afecten la qualitat de la imatge depenen de l'equip, els sistemes de registre de la imatge, el processament, la comprensió del pit i l'habilitat del tècnic en la col·locació del pacient. Perquè el radiòleg detecti signes subtils de malignitat li es completament necessari obtenir imatges d'alta qualitat.

Existeix també la mamografia sense compressió, amb les mateixes finalitats que l'anterior.



Dona de 29 anys, tres mesos després del part, amb lactància materna

La mamografia no pot comprovar que una àrea anormal sigui càncer, però si que hi ha una sospita molt clara de la presència de càncer, així que els teixits s'han d'extirpar per a realitzar una biòpsia.

Els teixits de la biòpsia poden extirpar-se per mitja d'una agulla (com es dona en el cas estudiat) o per mitja de la cirurgia, i es poden examinar al microscopi per determinar si són cancerosos.

3.3.3 Fluorescència

Els espectres de raigs X característics s'exciten quan s'irradia una mostra amb un feix de radiació X de longitud d'ona suficientment curta. Les intensitats dels raigs X fluorescents resultants són 1000 vegades més baixes que la d'un feix de raigs X obtingut per excitació directa amb electrons. El mètode de fluorescència requereix de tubs de raigs X d'alta intensitat, d'uns detectors molt sensibles i de sistemes òptics de raigs X adequats.

La intensitat és un factor important, ja que afectarà al temps que es necessitarà per mesurar l'espectre. Es necessari que siguin detectats i rebuts un determinat número de fotons al detector perquè l'error estadístic de la mesura es redueixi el suficient. La sensibilitat de l'anàlisi, contemplada com la concentració detectable més baixa d'un determinat element en la mostra, dependrà de la relació pico-radiació de fons per a les línies espectrals. Es presenten pocs casos de interferència espectral, degut a la relativa senzillesa dels espectres de raigs X

Quan s'irradia amb un feix de raigs X una mostra

Espectròmetre de fluorescència de raigs X

Per a poder excitar

3.3.4. Radiografia de contrast

3.3.4.1 Broncografia

Una broncografia és un examen radiogràfic de les vies interiors del tracte respiratori inferior. Aquestes, que inclouen la laringe, la tràquea i els bronquis, poden veure's en una pel·lícula radiogràfica després d'haver instil·lat colorant de contrast a través d'un catèter o broncoscopi (tub estret, flexible, amb llum) en aquestes àrees. El colorant de contrast és una substància que fa que un òrgan, teixit o estructura en particular sigui més visible en les radiografies o altres imatges de diagnòstic.

El colorant de contrast s'allibera a mesura que s'ingereix el catèter a través del nas o la boca i es passa per la gola fins a la tràquea i els bronquis. El colorant de contrast forma una capa sobre el revestiment de les parets interiors d'aquestes estructures amb la finalitat de delinear la seva anatomia en les radiografies. A més, es poden revelar anomalies com tumors, cavitats, quists i obstruccions.

Gràcies als avenços en tomografia computaritzada (TC) i a la tecnologia de la broncoscòpia, així com a una major disponibilitat d'aquests procediments, la broncografia es realitza amb menys freqüència.



Broncografia normal

Es pot realitzar una broncografia per diagnosticar anomalies estructurals o funcionals de la laringe, la tràquea i/o els bronquis. Les anomalies poden incloure, entre altres, les següents:

- Bronquiectasia: dilatació irreversible dels bronquis com a resultat del deteriorament del teixit muscular i elàstic de les parets bronquials. En general, es produeix com a resultat d'una inflamació crònica per diverses causes.
- Homoptisis: tos amb sang
- Fístula traqueoesofàgica: comunicació anormal entre la tràquea i l'esòfag (conduïte buïta que s'utilitza per empassar).
- Tumors: creixements anormals
- Pneumònia crònica o bronquitis

A l'igual que en qualsevol procediment invasiu, poden sorgir complicacions, que entre altres, podem nombrar:

- Infecció o pneumònia
- Obstrucció de les vies respiratòries degut al colorant de contrast en pacients amb emfisema o bronquitis crònica.
- Broncospasme o laringospasme degut al colorant de contrast a pacients amb asma.

Abans del procediment

- El metge li explicarà al pacient el procediment i li oferirà la oportunitat de formular les preguntes que tingui al respecte
- Se li demanarà al pacient que firmi un formulari de consentiment, mitjançant el qual autoritza la realització del procediment.
- El pacient haurà d'informar al metge i és sensible o al·lèrgic a medicaments, anestèsia local i general, colorants de contrast, iode, mariscs o al làtex.
- Se li demanarà al pacient que dejuni durant un període determinat abans del procediment.
- Si la pacient està embarassada li haurà de comunicar al metge.
- El pacient haurà d'informar al metge sobre tots els medicaments que estigui prenent.

- El pacient haurà d'informar al metge si té antecedents de trastorns hemorràgics, o si està prenent medicaments anticoagulants, aspirina o altres medicaments que afectin a la coagulació de la sang.
- Se li demanarà al pacient que es netegi la boca abans del procediment

Durant el procediment

- Se li demanarà al pacient que es tregui la roba, les joies, dentadures o altres objectes que puguin interferir amb el procediment
- Si se li demana que es tregui la roba, li donaran una bata
- Haurà de buidar la bufeta abans del procediment
- Se li col·locarà una via intravenosa al braç o a la mà
- Durant el procediment, se li podrà controlar la freqüència cardíaca, la pressió arterial, la freqüència respiratòria i el nivell d'oxigenació
- S'haurà d'asseure en una taula que puguin inclinar-lo d'una posició horitzontal a una posició vertical, així com també a altres posicions. Aquest canvi de posició ajuda a distribuir el colorant de contrast per diferents àrees
- Durant el procediment, el pacient no podrà empassar la saliva que s'acumuli a la boca degut a que tindrà col·locat el broncoscopi a la gola, per això se li aspirarà
- El metge passarà el catèter o broncoscopi per la gola fins a la tràquea i els bronquis, instil·lant el colorant de contrast a mesura que s'avança l'instrument.
- EL metge prendrà diverses radiografies en diferents posicions
- Un cop preses les radiografies es retirarà el catèter o broncoscopi

Després del procediment

Es traslladarà el pacient a la sala de recuperació on s'hi estarà amb observació. Un cop que la pressió arterial, el pols i la respiració estiguin estables i que el pacient estigui alerta, el portaran a l'habitació o li donaran l'alta per a que torni a casa seva.

No se li permetrà beure ni menjar res fins que recuperi el reflex de les nàusees. Durant alguns dies, el pacient pot notar certa irritació a la gola i dolor a l'empassar.

Es possible, també, que se li realitzi radiografies de tòrax 24 a 48 hores després del seu procediment per a avaluar la eliminació del colorant de contrast de les vies respiratòries.

3.3.4.2. Bronquièctasis

Es tracta de dilatacions anormals i permanents dels bronquis. Poden ser focals o difuses i s'ha de sospitar davant de la presència de tos crònica i abundant.

La bronquièctasis és produïda a conseqüència de la inflamació persistent dels components estructurals de la paret bronquial. Com a resultat d'aquesta inflamació augmenten els vasos de la paret del bronqui, les glàndules mucoses i s'altera la depuració del moc, de forma que aquest s'acumula afavorint-se la colonització bacteriana que perpetua la inflamació creant així un cercle viciós.

De les causes que poden originar aquesta inflamació persistent, la més freqüent és la infecciosa (virus, bacteris i microbacteris). L'alteració dels mecanismes de defensa naturals, ja sigui per un defecte estructural localitzat o per un defecte sistèmic afavoreixen la infecció.

Entre les causes no infeccioses es troben:

- L'exposició a tòxics com inhalació de amoníac o aspiració de contingut gàstric.
- Degut a mecanismes immunitaris
- Associats a certs síndromes.

3.3.5. Tomografia (Scanner o TAC)

És el procés d'imatges per seccions. L'aparell utilitzat en tomografia, s'anomena tomògraf, mentre que la imatge produïda és un tomograma. Normalment es basa en un procediment matemàtic anomenat reconstrucció tomogràfica. Hi ha molts tipus diferents de tomografia.

Per exemple, en una tomografia de raigs X mèdica convencional, l'equip clínic obté la imatge d'una secció del cos desplaçant la font de raigs X i la pel·lícula en direccions oposades durant l'exposició. En conseqüència, les estructures en el pla focal apareixen nítides, mentre que les estructures dels altres plans apareixen borroses. Al modificar el sentit i l'amplitud del moviment, els operadors poden seleccionar diferents plans focals que continguin les estructures d'interès.

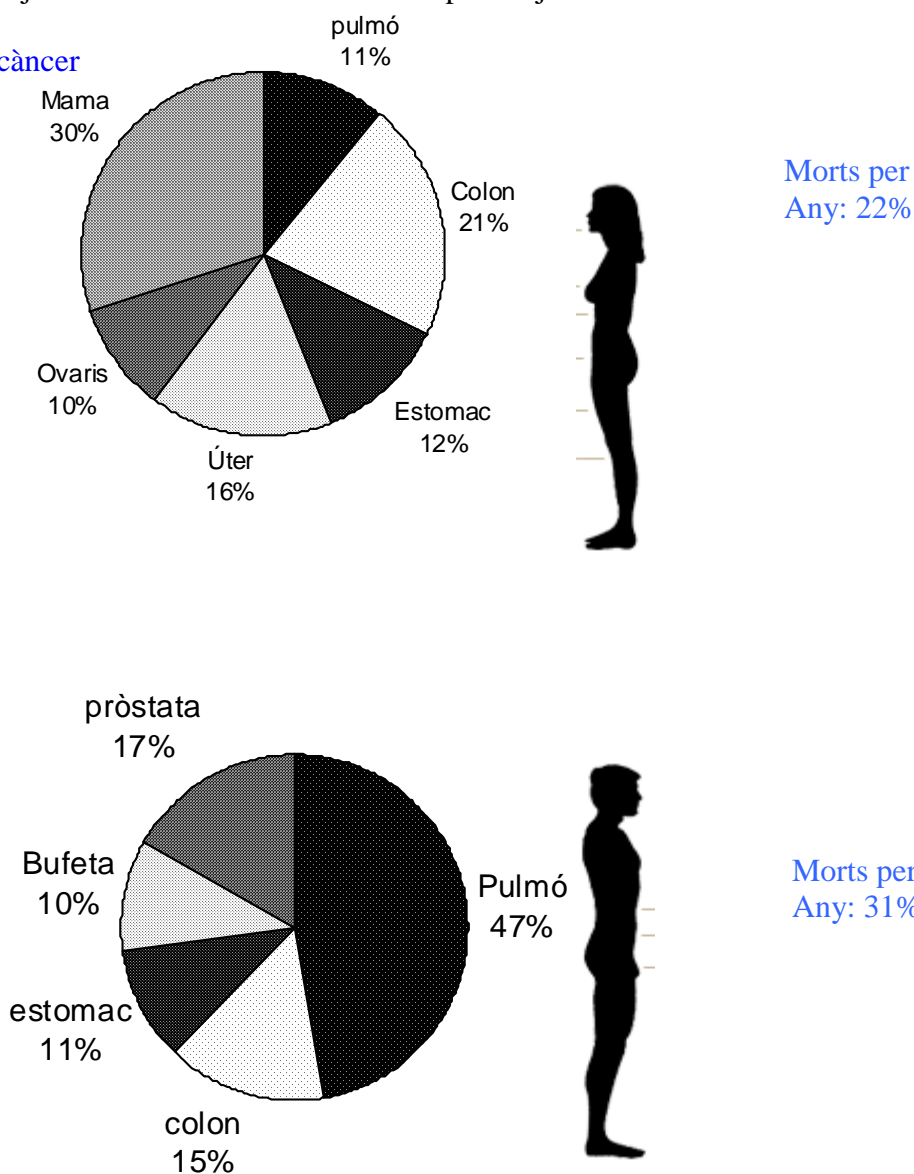
Les més modernes variacions de la tomografia involucren la projecció de dades provinents de múltiples direccions i l'enviament d'aquestes dades per la creació d'una reconstrucció tomogràfica a partir d'un software, processat per un ordinador. Els diferents tipus d'adquisició dels senyals poden ser utilitzats en algorismes de càlcul similars, a fi de crear una imatge tomogràfica. Actualment, les tomografies s'obtenen utilitzant diferents fenòmens físics, com els raigs X, els raigs gamma, la ressonància magnètica nuclear,...

El terme imatge en volum podria incloure aquestes tecnologies amb més precisió que el terme tomografia. No obstant, en la majoria dels casos clínic s de rutina, el personal requereix una sortida en dos dimensions d'aquests procediments. A mesura que més decisions clíniques arribin a dependre de tècniques més avançades de visualització volumètrica, els termes tomografia/ tomograma podrien arribar a caure amb desús.

4. RADIOTERÀPIA

El seu objectiu és el tractament de tumors per mitjà de les radiacions ionitzants

4.1. El càncer



Percentatge d'aparició dels tipus de càncers

El seu objectiu és el tractament de tumors per mitjà de les radiacions ionitzants.

Els sis Superpoders Lesius del Càncer

1. Creix encara que ningú li digui que ho faci
2. Creix encara que les cèl·lules veïnes li diguin que pari
3. Insubmissió davant els mecanismes propis d'autodestrucció
4. Capacitat per estimular la angiogènesi
5. Immortalitat efectiva
6. Capacitat per envair altres teixits i propagar-se per altres òrgans: METÀSTASI

4.2. Com funciona? Bases físiques

La radioteràpia és un tipus de tractament oncològic que utilitza les radiacions per eliminar les cèl·lules tumorals, (generalment canceroses), en la part de l'organisme on s'apliquen (tractament local). La radioteràpia actua sobre el tumor, destruint les cèl·lules malignes i així impedeix que creixin i es reproduïxin. Una altra definició diu que l'oncologia radioteràpica o radioteràpia és una especialitat eminentment clínica encarregada en la epidemiologia, prevenció, patogènia, clínica, diagnòstic, tractament i valoració pronòstica de les neoplàsies, sobre tot del tractament basat en les radiacions ionitzants.

Als procediments radioterapèutics s'irradien, amb elevades dosis de radiació, els teixits afectats dels pacients; en el cas de la teleteràpia s'utilitzen fonts segellades o acceleradors de partícules, ubicats a certa distància del pacient; en el cas de la braquiteràpia s'utilitzen fonts segellades col·locades en contacte o a molt poca distància dels teixits a irradiar. El Co-60 és el més difós, encara que els acceleradors estan creixent amb importància. Aquests últims generen feixos d'electrons i també de radiació de frenament, d'aplicació més específica i precisa. S'ha provat amb èxit la irradiació amb neutrons per al tractament de tumors.

Tipus de radioteràpia segons la distància de la font

4.3. Teleteràpia

Així s'anomena a una rama de la teràpia oncològica, per la qual es busca eliminar les cèl·lules tumorals mitjançant feixos de radiació ionitzant que es dirigeixen des de l'exterior del cos del pacient fins el volum de localització del tumor maligne. És un objectiu associat minimitzar el mal al teixit sa que el revolta. En aquesta tècnica, en la que s'interposa certa distància entre la font radiació i el tumor a irradiar (blanc), s'utilitzen equips emissors de raigs X per radioteràpia superficial i profunda i equips d'alta energia com els de telegammateràpia i els acceleradors lineals.

L'accelerador lineal

L'aspecte d'un accelerador és similar al d'una bomba de cobalt i posseeix pràcticament els mateixos controls. Presenta alguns avantatges comparatius, entre els que es mencionen a continuació:

- Major profunditat de penetració
- Major precisió mecànica
- Menys dosis a l'entrada del camp
- Major rendiment (dosis per unitat de temps)
- Possibilita la teràpia superficial amb electrons.

També presenta alguns desavantatges com:

- Major cost inicial
- Major taxa d'equivocacions
- Major cost de manteniment
- Major dosis de sortida

Les parts bàsiques que constitueixen un accelerador lineal són:

- Generació de radiofreqüència
- Canyó electrònic

- Accelerador (guia de ones)
- Deflector magnètic
- Blanc (per la emissió de fotons) o folies dispersores (per a tractaments amb electrons)
- Sistemes d'alineació del feix d'electrons
- Filtre aplanador del feix
- Sistema de càmares monitores
- Sistema de conformació del feix (col·limador i cons)
- Components per als moviments mecànics.

Principi de funcionament dels acceleradors

En l'actualitat, els equips conformen el camp de irradiació a través d'un sistema de multilàmines que són indispensables per realitzar la modulació del feix de irradiació. La modulació del feix permet que la dosi de irradiació s'adapti a l'anatomia dels volums desitjats, amb lo que s'aconsegueix disminuir la radiació dels òrgans sans i augmentar-la en el teixit malalt. Amb les minimultilàmines podem fer modulació de la intensitat del feix de irradiació sobre volums més petits el que possibilita un major número de indicacions.



Accelerador lineal

L'accelerador lineal d'última generació incorporat en la Clínica Universitària, a més de tractar qualsevol tipus de localització tumoral, resulta especialment útil per al tractament de tumors cerebrals petits de morfologia irregular, tan benignes com malignes i patologia funcional cerebral. En aquest sentit, estan estudiant la posada en marxa d'un protocol per al tractament d'algunes lesions funcionals cerebrals. A més, es presenta com alternativa terapèutica de tumors pulmonars seleccionats, de tumors de columna propers a la medul·la espinal, tumors de base de crani, i com a consolidació de la malaltia oligometastàsica a nivell de fetge, pulmó, etc.

L'accelerador lineal utilitza la tecnologia de microones (similars a la que s'utilitza per radar) per accelerar els electrons en la part de l'accelerador anomenada "guia d'ones", i després permet que aquests electrons xoquin contra un blanc de metall pesant. Com a resultat d'aquests xocs, els raigs X d'alta energia es dispersen allunyant-se del blanc. Una part d'aquests raigs X es recull i després es conforma per forma un feix que correspongui amb el tumor del pacient. El feix surt d'una part de l'accelerador, que roda al voltant del pacient. El pacient està ajagut sobre una camilla de tractament mòbil i

s'utilitzen raigs làser per assegurar que el pacient estigui en la posició correcta. La radiació es pot administrar al tumor des de qualsevol angle.

El radiooncòleg del pacient prescriu el volum i la dosi del tractament apropiats. El radiofísic mèdic i el dosimetrista determinen com subministrar la dosi prescrita i calculen el temps necessari perquè l'accelerador lineal subministri aquesta dosi. Els radioterapeutes manegen l'accelerador lineal i administren als pacients els seus tractaments diaris de radiació.

La seguretat del pacient és molt important. Durant el tractament el radioterapeuta vigila constantment al pacient a través d'un monitor de televisió de circuit tancat. A més, a la sala de tractament hi ha un micròfon perquè el pacient parli amb el terapeuta, per si fos necessari. De forma regular es veuen les pel·lícules d'entrada (radiografies preses amb el feix de tractament) per a cerciorar-se de què la posició del feix no es desvii de la planificació original.

L'accelerador lineal es troba en una sala amb parets de plom per impedir l'escapada de raigs X d'alta energia. El radioterapeuta ha d'encendre l'accelerador des de fora de la sala de tractament.

El control de qualitat de l'accelerador lineal també és molt important. Hi ha diferents sistemes incorporats a l'accelerador perquè no subministri una dosi més alta que la prescrita pel radiooncòleg. Cada matí abans d'iniciar els tractaments, el radioterapeuta ha de revisar que la intensitat de la radiació sigui uniforme a tot el feix. A més, el radiofísic revisa de manera més minuciosa el feix de l'accelerador de forma setmanal i mensual.

4.4. Braquiteràpia

La braquiteràpia és un tipus de teràpia de radiació utilitzada per a tractar el càncer. De la mateixa manera que la teleteràpia utilitza l'energia de la radiació ionitzant per matar a les cèl·lules canceroses i fer encongir els tumors.

A diferència de la teleteràpia, en la qual feixos de raigs X d'alta energia generats per una màquina s'enfoquen al tumor des de fora del cos, la braquiteràpia col·loca un material radioactiu directament dins del cos.

La braquiteràpia, també anomenada teràpia de radiació interna, permet al metge utilitzar una dosi total més alta per a tractar a una àrea més petita i en menys temps. Existeix dos tipus de braquiteràpia:

- En la braquiteràpia temporal, es col·loca dins del tumor un dispositiu d'entrega, tal com un catèter, agulla o aplicador, mitjançant fluoroscòpia, ultrasò o TAC, per ajudar en posicionar les fonts de radiació. Es pot inserir en una cavitat del cos com la vagina o l'úter un dispositiu d'entrega o es poden inserir dins dels teixits del cos aplicadors (agulles o catèters)

La braquiteràpia amb taxa de dosi alta (HDR) és en general un procediment en pacients ambulatoris encara que els pacients de vegades s'hospitalitzin per rebre diferents tractaments de HDR. Amb la braquiteràpia HDR, s'entrega al tumor una dosi específica de radiació en un instant de temps. El tractament només dura pocs minuts, si bé el procediment sencer pot durar unes quantes hores. Es pot repetir varies vegades en un dia abans que es tregui el dispositiu d'entrega i el pacient torni a casa. Els pacients reben fins a 12 tractaments separats de braquiteràpia HDR durant una o varies setmanes.

En la braquiteràpia de dosis baixa (LDR), el pacient rep radiació administrada a una taxa continua durant varies hores o un dia. Un pacient que rep braquiteràpia LDR passa la nit a l'hospital perquè el dispositiu d'entrega pugui quedar-se al lloc durant el període de tractament. El metge pot inserir el material radioactiu manualment mitjançant el dispositiu d'entrega i després remoure al material i el dispositiu d'entrega una vegada completat el tractament.

Alternativament, el pacient pot moure's a una habitació de l'hospital que conté una unitat de postcàrrega remota, que insereix el material radioactiu des del dispositiu d'entrega dins del lloc del tumor. El material radioactiu desapareix automàticament quan algú entra a l'habitació del pacient i a l'acabar-se el tractament.

- En la braquiteràpia permanent, també anomenada implantació de llavors, unes agulles mig omplertes de llavors radioactives s'insereix al tumor. L'agulla o el dispositiu després es retira, deixant enrere les llavors radioactives. Es pot implantar les llavors també utilitzant un dispositiu que les col·loqui individualment a intervals regulars. El metge potser que utilitzi també els raigs X, ultrasons o exàmens TAC per ajudar-se en posicionar les llavors. Possiblement es realitzin exàmens addicionals per imatges després de la implantació per verificar la col·locació de les llavors.

Per als implants permanents, el material radioactiu es col·loca directament al lloc del tumor mitjançant un dispositiu especial d'entrega. Als implants temporals es col·loquen mitjançant agulles, catèters plàstics o aplicadors especialitzats. Segons la braquiteràpia es pot utilitzar diferent tipus de material radioactiu; alguns tipus de fonts de radiació utilitzats en la braquiteràpia són el iode, pal·ladi, cesi i iridi. En tots els casos de braquiteràpia, la font de radiació queda encapsulada, el que significa que el material radioactiu queda tancat dins d'una càpsula metàl·lica no radioactiva.

Després de confirmar el posicionament precís del/s dispositiu/s, s'insereixen (postcarreguen) les fonts de radiació. És possible que el radiooncòleg insereixi el material radioactiu i que el remogui manualment, després de col·locar el dispositiu d'entrega o es pot inserir la/les fonts de radiació utilitzant una màquina controlada per computadora. Es poden utilitzar també exàmens de raigs X, ultrasons i TAC per ajudar en posicionar el material radioactiu i així tractar el tumor amb la major eficàcia.

4.5. Tipus de radioteràpia segons la seqüència temporal

Segons la seqüència temporal amb respecte a altres tractaments oncològics, la radioteràpia pot ser:

- Radioteràpia exclusiva: L'únic tipus de tractament oncològic que rep el pacient és la radioteràpia. Per exemple en el càncer de pròstata precoç
- Radioteràpia adjuvant (que ajuda a modificar l'acció del medicament principal) Com a complement d'un tractament primari o principal, generalment la cirurgia. Pot ser neoadjuvant si es realitza abans de la cirurgia, però sobretot la adjuvència és la que es realitza després de la cirurgia (postoperatòria).
- Radioteràpia concomitant, concurrent o sincrònica: És la radioteràpia que es realitza simultàniament amb algun altre tractament, generalment la quimioteràpia, que mútuament es potencien.

4.6. Tipus de radioteràpia segons la finalitat d'aquesta

Segons la finalitat de la radioteràpia, pot ser:

- Radioteràpia radical o curativa: És la que utilitza dosis de radiació altes, pròximes al límit de tolerància dels teixits normals, amb l'objectiu d'eliminar el tumor. Aquest tipus de tractament sol ser llarg i amb una planificació laboriosa, on el benefici de la possible curació, supera la toxicitat ocasionada sobre els teixits normals.
- Radioteràpia pal·liativa: En aquest tipus s'utilitzen dosis menors de radiació suficients per calmar o alleujar els símptomes del pacient amb càncer, amb una planificació senzilla i una duració del tractament curt i amb escassos efectes secundaris.

5. MEDICINA NUCLEAR

Una altra especialitat mèdica dedicada fundamentalment al diagnòstic i que també fa ús de la radiació és la medicina nuclear, que compren tècniques per obtenir imatges dels òrgans interns o de l'esquelet. Aquestes imatges no representen solament l'estructura anatòmica de l'òrgan visualitzat, sinó que també aporten dades molt importants sobre el seu estat de funcionament.

Per aconseguir aquestes imatges, la medicina nuclear utilitza elements radioactius que es produeixen generalment en reactors nuclears. Quantitats petitíssimes d'aquestes substàncies són introduïdes al pacient, ja sigui per via oral, intramuscular o intravenosa i depenen de l'element utilitzat es dipositaran en el òrgan o teixit específic que es desitgi estudiar. Els nuclis d'aquests radioisòtops emeten espontàniament radiació des de l'interior dels teixits, la qual travessa el cos i surt a l'exterior, on pot ser detectada per instruments especials.

Les imatges es graben en la pel·lícula fotogràfica, però no de manera directa, sinó a través de detectors electrònics molt complicats que permeten observar cada un dels raigs provinents del pacient, amplificar la senyal i convertir-la en llum que es registrarà en la placa fotogràfica. Aquest sistema permet que la quantitat de material radioactiu que el pacient rebi sigui extraordinàriament baixa.

La informació obtinguda a partir d'aquests estudis permet conèixer la quantitat del radioisòtop que s'ha dipositat a l'òrgan, la velocitat amb la qual realitza aquesta acumulació o bé la velocitat amb que la desfà, i així conèixer detalls de la capacitat funcional del òrgan estudiat. Per altra banda, la imatge permet veure la distribució del material radioactiu, comprovar si és homogènia, com passa als òrgans sans, o identificar zones de concentració irregular, les característiques de les quals permeten, per exemple, advertir la presència d'un tumor.

A l'actualitat existeixen instruments anomenats gammacàmares o càmeres de centelleig que contenen amb un gran nombre de detectors que operen simultàniament. Aquests detectors estan controlats per un sistema informatitzat que permet registrar processos dinàmics com, per exemple, la funció dels ronyons. En aquest cas, es pot mesurar la capacitat d'eliminació d'orina de cada ronyó, el seu pas per la bufeta, les condicions en què aquesta s'omple, etc. Altres estudis similars són l'observació del pas de la substància radioactiva per les cavitats del cor, amb el que es pot mesurar el seu volum i eficàcia per impulsar la sang. Igualment es pot mesurar la quantitat de sang que circula per minut per alguna part del cervell. Aquestes imatges que combinen dades tant estructurals com funcionals fan que, en alguns casos de problemes vasculars, cardíacs, respiratoris, cerebrals i hepàtics, la medicina nuclear entregui al metge informació més precisa que la es podria obtenir amb raigs X o altres formes de diagnòstic.

Una altra funció dels àtoms radioactius a la medicina nuclear és en el tractament d'algunes malalties. Des dels inicis d'aquesta especialitat mèdica, fa poc més de quaranta anys, s'ha utilitzat el iode radioactiu en el tractament d'algunes malalties de la glàndula tiroides. Poc temps després es va trobar la enorme eficàcia d'aquest element al tractament d'alguns tipus de càncers de la glàndula.

Actualment s'investiga la preparació d'un gran nombre de molècules, en especial del tipus anticossos, capaç de fixar-se en forma específica a diverses classes de tumors. A aquestes molècules se'ls hi pot agregar radioisòtops que emeten radiació beta. Les partícules de la radiació, electrons, són poc penetrants i per lo tant dipositaran la seva energia a prop de la molècula marcada, és a dir, al tumor. D'aquesta manera

s'aconseguiria destruir al tumor a la seva ubicació original sense fer mal als teixits veïns.

Una tercera rama de la medicina nuclear és el radioinmunoanàlisi, en el qual no s'administren radioisòtops al pacient sinó mostres de la seva sang o orina. Com ho indica el seu llarg nom, es tracta de tècniques que utilitzen la radiació per analitzar substàncies depenen de les seves propietats immunològiques. Les substàncies radioactives són incorporades a un anticòs específic per la substància que es desitgi analitzar, que pot ser una hormona, una vitamina, un medicament, un enzim, o fins i tot, un virus. Quan aquests anticòs marcats s'agreguen a la mostra de sang u orina l'anticòs es dirigeix cap a l'hormona, droga o enzim corresponent i la detecció de la radiació emesa permet mesurar les quantitats de la substància d'interès. Ja que els detectors de radiació són capaços de notar la presència d'uns pocs nuclis radioactius, aquests mètodes d'anàlisi es caracteritzen per la seva extrema sensibilitat i poden quantificar quantitats tan petites com bilionèsimes de gram. Avui, aquest es el mètode de diagnòstic que utilitza radioactivitat més utilitzat en el món. Només als Estats Units, cada any es realitzen 40 milions de radioinmunoanàlisis.

5.1. Gammagrafia

És una de les tècniques utilitzades en la medicina nuclear i que, com s'ha dit, utilitza isòtops radioactius per estudiar el funcionalisme dels diferents òrgans.

Els diferents teixits del cos capten diferents elements químics de forma selectiva.

Utilitzant els radiofàrmacs, es pot obtenir informació de com adquireixen els diferents teixits els elements que precisen per a la seva funció, mitjançant la quantificació de les radiacions emeses, amb l'ajut d'una gammacàmera, i obtenir una idea del funcionament dels òrgans.

L'exemple més clàssic és la valoració de la funció de la glàndula tiroides, que acumula selectivament el iode que entra a l'organisme. En altres casos s'aprofita la tendència de certs processos, com les inflamacions o determinades metàstasis en acumular productes que no es concentren en circumstàncies normals, el que permet seguir la activitat de processos inflamatoris, de les metàstasis osses dels càncers de mama o la extensió d'un infart cardíac.

En tot cas, les dues grans avantatges de la gammagrafia recauen en el seu caràcter funcional, al demostrar processos en funcionament i la seva gran sensibilitat, al demostrar algunes lesions molt abans que altres medis.

A la vegada, els desavantatges recauen en el petit risc que suposa la introducció en el organisme de substàncies radioactives, encara que amb la millora en la sensibilitat de les càmeres i la utilització de isòtops de vida molt curta i poca intensitat, aquest sigui, avui per avui, petit; i en la relativa imprecisió anatòmica que s'obté, al quedar difuminada la radiació sobre la zona hipercaptant.

5.1.1. Radiofàrmacs

Els radiofàrmacs són medicaments que han adquirit gran importància en la pràctica clínica per la seva aplicació amb finalitats diagnòstiques i terapèutiques. Aquests compostos incorporen un element radioactiu, permeten que emetin una dosi de radiació utilitzada tant amb finalitat diagnòstica com terapeuta.

Des del punt de vista diagnòstic, la radiació emesa s'utilitza per mesurar la seva distribució en un compartiment biològic, com indicador d'una funció fisiològica, o per obtenir una imatge gammagràfica de l'acumulació del radiofàrmac en un òrgan diana, el que permet determinar la morfologia i/o funció del òrgan en qüestió.

Pel que fa referència a la qualitat i seguretat, s'ha de justificar que aquests productes compleixen les garanties exigides a qualsevol especialitat farmacèutica, juntament amb els requisits específics derivats de la seva naturalesa radioactiva. La majoria d'indicacions dels radiofàrmacs disponibles al mercat es refereixen al seu ús en exploracions d'imatge.

Els radiofàrmacs poden ser específics, realçant una o més localitzacions anatòmiques basant-se en factors com funcions o processos biològics o no específics, els quals poden distribuir-se àmpliament en el organisme abans d'eliminar-se a través dels pulmons, ronyons o tracte digestiu.

Les indicacions diagnòstiques dels radiofàrmacs es poden agrupar de la següent forma:

- Delineació de l'estructura
- Detecció o valoració d'una malaltia
- Avaluació funcional o metabòlica
- Avaluació pronòstica o monitorització del tractament

Per acabar, per a determinar el ús segur dels radiofàrmacs en humans es segueixen les mateixos principis que per a qualsevol altre medicament, però s'ha de valorar també la seguretat del procediment d'imatge en sí mateix. La valoració de la seguretat clínica dels radiofàrmacs ha d'incloure la determinació de les dosis de radiació absorbides en diferents teixits corporals, òrgans i cos sencer, i una estimació de la dosis efectiva tenint en compte la posologia i forma d'administració utilitzades.

<i>Elemento</i>	<i>Radionúcleo</i>	<i>Vida media</i>
Carbón	¹¹ C	20 min.
Nitrógeno	¹³ N	10 min.
Oxígeno	¹⁴ O	71 seg.
	¹⁵ O	2 min.
	¹⁹ O	29 seg.
Flúor	¹⁸ F	110 min.
Fósforo	³² P	14.5 días
Cromo	⁵¹ Cr	28 días
Hierro	⁵² Fe	8 horas
Cobalto	⁵⁷ Co	270 días
Galio	⁶⁷ Ga	78 horas
	⁶⁸ Ga	68 min.
Kriptón	^{x81} Kr	13 seg.
Rubidio	⁸¹ Rb	4.7 horas
Tecnesio	^{99m} Tc	6 horas
Indio	¹¹³ In	102 min.
Yodo	¹²³ I	13 horas
	¹²⁵ I	60 días
	¹³¹ I	8 días
Xenón	¹³³ Xe	5.3 días
Yterbio	¹⁶⁹ Yb	31 días
Oro	¹⁹⁸ Au	2.7 días
Mercurio	²⁰³ Hg	47 días
Talio	²⁰¹ Tl	73 horas

En la taula del costat, podem veure tots els elements radioactius que podem fer servir en medicina nuclear. En la primera columna el nom, en la segona el símbol químic amb el seu número màssic i en la tercera el temps de vida mitja de cada element.

Per exemple que utilitzéssim com a radioisòtop el cobalt, el cos en qüestió emetria radiació durant aproximadament 2700 dies, un total de 7,4 anys. Per això es evident que no s'utilitzarà mai el cobalt en aquest àmbit. En canvi s'hi que és habitual utilitzar el tecneci, amb el qual el cos seria radioactiu durant 60 h, que equival a 2,5 dies.

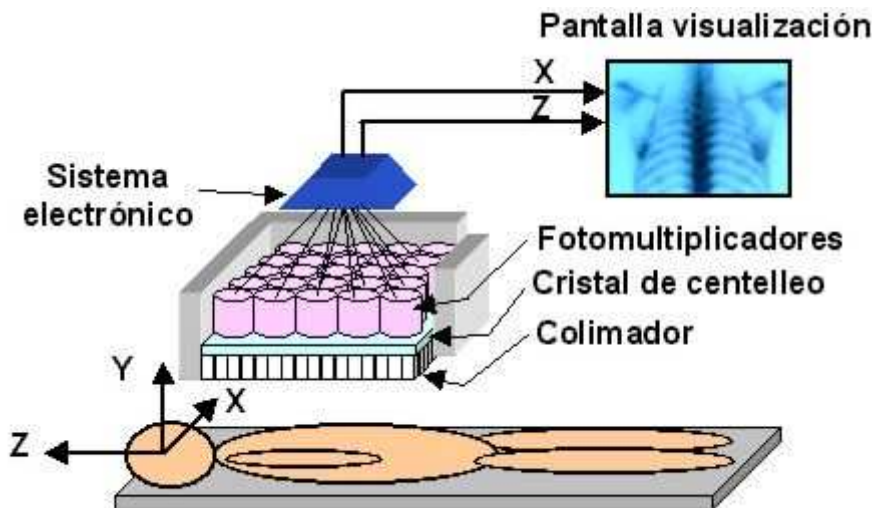


Xeringues per l'administració de radiofàrmacs

5.1.2. Gammacàmera

La gammacàmera ha estat i és el detector més àmpliament utilitzat en medicina nuclear. Permet obtenir imatges en dos dimensions, que representen la projecció de la distribució de l'activitat (radiofàrmac) existent en òrgans o estructures corporals.

Bàsicament consta d'un vidre de centelleig de gran superfície, que està en contacte per la seva cara inferior (cara enfrontada al pacient) amb un col·limador i en la cara superior un conjunt de fotomultiplicadors acoblat òpticament. Tot aquest conjunt es troba a l'interior d'un recinte, les parets laterals del qual són superfície d'espessor per impedir que altres fonts de radiació no desitjables afecten al seu funcionament. A tot conjunt se'l designa com a cap de detecció. Les senyals procedents dels fotomultiplicadors es connecten a un sistema electrònic i d'allà a un sistema de visualització.



Sistema de funció d'una gammacàmera

Col·limador

El col·limador està format per una doble làmina de plom o tungstè, completament plena d'orificis hexagonals o circulars. La seva missió és la de seleccionar els raigs gamma, que procedents del pacient, incideixen sobre el vidre de centelleig. Segons la disposició dels orificis existeixen diversos tipus de col·limadors.

El col·limador de més ús és el paral·lel, que permet obtenir una imatge real que es correspongui amb la projecció de la distribució del radiofàrmac al pacient, ja que només els raigs gamma que poden passar per l'interior dels orificis arriben al vidre de centelleig, mentre que la resta són absorbides en les parets de separació dels mateixos.

Vidre de centelleig

Pràcticament totes les gammacàmares utilitzen un vidre de centelleig de forma rectangular o circular, ja que presenta sobre altres tipus una bona eficiència de conversió, té l'inconvenient de ser higroscòpic i no resistir canvis bruscs de temperatura, per tot això, es requereix que estigui encapsulat hermèticament i que la temperatura ambiental es mantingui estable. La eficiència de detecció resulta afectada per l'espessor del vidre.

5.2. Tomografia per emissió de positrons (TEP o PET)

La tomografia per emissió de positrons o PET es basa en un procés d'aniquilació electrònica. És un tipus de procediment de medicina nuclear que mesura l'activitat metabòlica de les cèl·lules dels teixits del cos. Permet la valoració *in-vivo* de processos bioquímics. La PET és en realitat una combinació de medicina nuclear i anàlisis bioquímic. S'utilitza principalment en pacients que tenen malalties del cor o del cervell i càncer, la PET ajuda a visualitzar els canvis bioquímics que tenen lloc en el cos, com el metabolisme (procés pel qual les cèl·lules transformen els aliments en energia després de que hagin estat digerits i absorbits en la sang) del múscul cardíac.

La diferència entre aquest estudi i altres exàmens de medicina nuclear és que la PET detecta el metabolisme dins dels teixits corporals, mentre que altres tipus de exàmens de medicina nuclear detecten la quantitat de substància radioactiva acumulada en el teixit corporal en una zona determinada per avaluar la funció del teixit.

Com la PET es tracta de medicina nuclear, durant el procediment, és evident, que s'utilitza una petita quantitat de substància radioactiva (radiofàrmac) per ajudar a l'examen del teixit en estudi. Específicament, els estudis amb tomografies PET avaluen el metabolisme d'un òrgan o teixit en particular, de manera que s'avalua la informació corresponent a la fisiologia (funcionament) i la anatomia (estructura) del òrgan o teixit, així com les seves propietats bioquímiques. Per això, les tomografies PET poden detectar canvis bioquímics en un òrgan o teixit que poden identificar el començament d'un procés patològic abans de que puguin observar-ne els canvis anatòmics relacionats amb la malaltia a través d'altres procediments amb imatges, com per exemple la tomografia computada o la ressonància magnètica.

La PET és utilitzada freqüentment pels oncòlegs, els neuròlegs, neurocirurgians i els cardíologs. No obstant, a mesura que continuen els avanços en les tecnologies de la PET, aquest procediment s'utilitza cada vegada més en altres àrees.

En un principi, els procediments de PET es realitzaven en centres especialitzats ja que a més de l'escàner de PET, havien de contar amb l'equip necessari per fabricar radiofàrmacs. Actualment, els radiofàrmacs es produeixen en moltes àrees i s'envien a centres de PET perquè només es necessiti un escàner per a realitzar-ne una.

Com funciona la PET? La PET utilitza un dispositiu d'exploració que detecta els positrons emesos per un radionúclid en l'òrgan o teixit que s'estudia.

Els radionúclids que s'utilitzen en les PET són substàncies químiques com la glucosa, el carboni o l'oxigen, que són utilitzades naturalment per l'òrgan o teixit en qüestió durant el procés metabòlic.



Maquinària de la PET

S'agrega una substància radioactiva a la substància química demanada per a les proves específiques.

També es poden utilitzar altres substàncies per als estudis de PET, segons el propòsit de l'examen. Si s'estudia el flux sanguini i la perfusió d'un òrgan o teixit, el radionúclid pot ser un tipus d'oxigen, carboni, nitrogen o gal·li radioactiu.

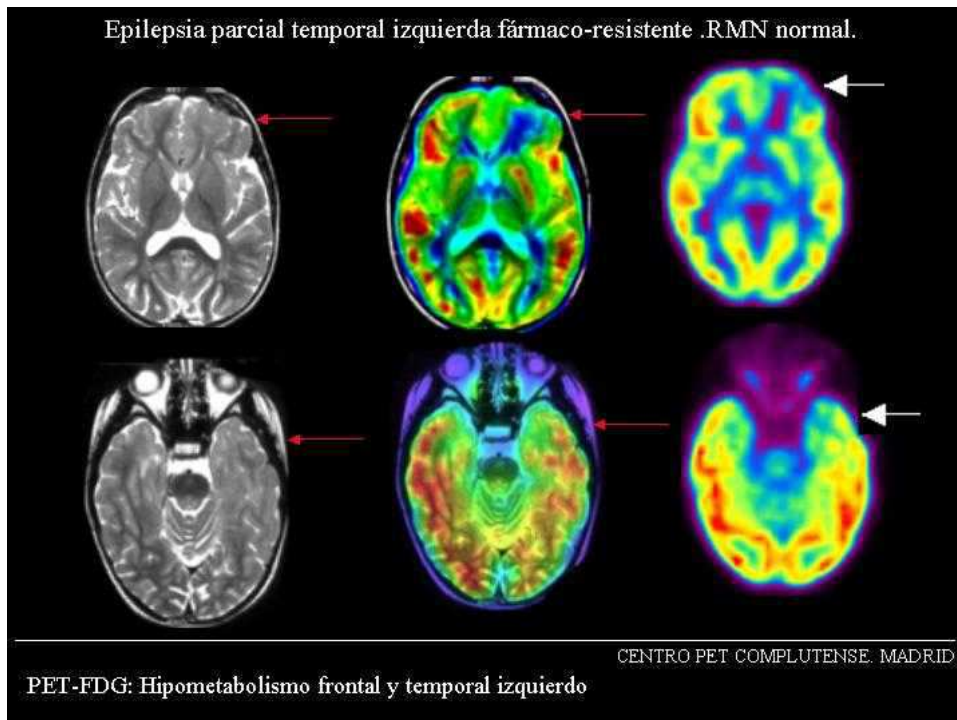
El radionúclid s'administra per via intravenosa o s'inhala com un gas. Després, l'escàner de PET es mou lentament sobre la part del cos en estudi. La descomposició del radionúclid emet positrons. Durant l'emissió de positrons es generen els raigs gamma, que després seran detectats per l'escàner. Una computadora analitza els raigs gamma i utilitza la informació per a crear un mapa d'imatge de l'òrgan o teixit en estudi. La quantitat de radionúclids concentrats en el teixit afecta a la brillantor amb el que apareix el teixit en la imatge i indica el nivell de funcionalitat de l'òrgan o teixit.

Per a què es realitza una PET? En general, la PET s'utilitza per a avaluar els òrgans i teixits i per a detectar la presència de malalties o altres trastorns. També pot utilitzar-se per a mesurar el funcionament d'òrgans com el cor o el cervell, però el seu ús més freqüent és per a detectar el càncer i avaluar el tractament adequat contra el càncer.

Altres raons més específiques per realitzar una PET són:

- Per a diagnosticar demències (trastorns relacionats amb el deteriori de la funció mental) com l'Alzheimer, o com altres trastorns neurològics com:
 - Malaltia de Parkinson: Malaltia progressiva del sistema nerviós en la que s'observa una lleu tremolor, debilitat muscular i una manera de caminar particular
 - Malaltia de Huntington: Malaltia hereditària del sistema nerviós que causa demència progressiva, moviments estranys involuntaris i una postura anormal
 - Epilèpsia: Trastorn cerebral que provoca convulsions recurrents
 - Accident cerebrovascular
- Per a localitzar amb exactitud la zona on es realitzarà la cirurgia abans d'un procediment quirúrgic
- Per a avaluar el cervell, després d'un traumatisme i detectar hematomes (coàguls de sang), hemorràgies o perfusió (flux de sang i oxigen) del teixit cerebral.
- Per a detectar la propagació del càncer a altres parts del cos des del lloc en què apareix originalment
- Per a avaluar la eficàcia del tractament contra el càncer

- Per a avaluar la perfusió (flux de sang) al miocardi (múscul cardíac) com ajuda per a determinar la utilitat d'un procediment terapèutic per augmentar el flux de sang al miocardi.
- Per identificar en més detall les lesions pulmonars o masses detectades en radiografies
- Per ajudar a controlar i tractar el càncer de pulmó mitjançant la classificació per etapes de les lesions i el seguiment del progrés de les lesions després del tractament
- Per a detectar la recurrència de tumors abans que amb qualsevol altra modalitat de diagnòstic.



Tomografía craneal

5.3. L'últim crit: la diagnosi combinada (TAC-PET)

Amb la utilització de la TAC-PET aconseguim forma i funcionament alhora, ja que la PET aporta informació funcional o metabòlica i la TAC informació estructural o morfològica.

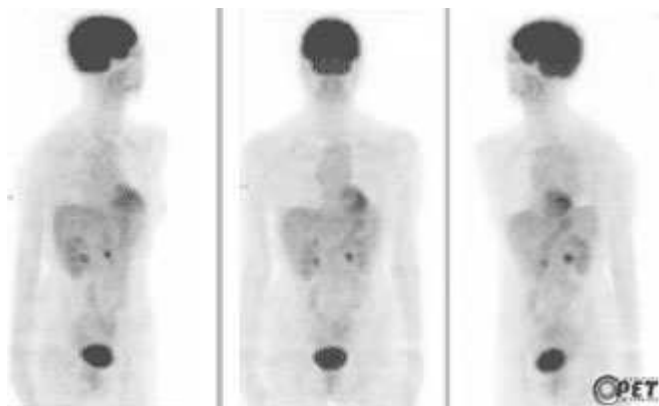
És una tècnica de diagnòstic per imatge, la indicació principal del qual és l'estudi de malalties oncològiques, havent mostrat també la seva utilitat en malalties neurològiques i psiquiàtriques.

Per a realitzar aquesta prova, com en tots els processos de medicina nuclear, es necessari administrar una petita quantitat d'una substància, que sol ser FDG, un anàleg de la glucosa marcat amb F-18. Després, el pacient ha de restar en repòs en una habitació amb una il·luminació tènue i en silenci, durant un temps de uns 40-60 minuts depenent del tipus d'estudi que es vagi a realitzar, per a que la substància injectada es distribueixi de forma correcta per tot el cos.

Les avantatges de la PET-TAC respecte a la PET i TAC per separat:

- Millora la localització anatòmica i la demarcació del tumor primari en un 50% dels casos.
- Augmenta el nivell de confiança en el diagnòstic, disminuït de forma significativa el número de lesions equívokes o no concloents.
- Les seves imatges són més fàcils d'interpretar, més intuïtives que la PET sola, el que fa que, unit a la major resolució espacial i major credibilitat de la TAC entre els metges, en general, permet convèncer a cirurgians i altres especialistes, influint més directament en la presa de decisions clíniques.
- Com a guia per a facilitar la realització de biòpsies: la PET identificaria les àrees de major activitat maligna dins d'una massa tumoral, mentre que la TAC aportaria el detall anatòmic necessari per guiar la presa d'imatge de la mostra, reduint el número de biòpsies cegues.
- Les imatges s'obtenen del mateix dispositiu i no de diferents com en el cas de les obtingudes per *software*
- La **camil·la** empleada en ambdós estudis és la mateixa
- El pacient no canvia de posició entre un estudi i un altre, per lo qual, la alineació de les imatges es completa.
- S'adquireixen els dos al mateix temps, evitant que apareguin diferències entre les imatges adquirides en moments distants en el temps per la evolució de la malaltia.

Un altre avantatge és que permet obtenir imatges en tres dimensions (imatges volumètriques) del cos sencer, en diferents angles d'observació, o fins i tot, en rotació:



Imatges volumètriques del cos sencer

La càmera PET-TAC utilitzada és la GEMINI de Philips, únic sistema obert que existeix al mercat, ja que esta composta per dos anells separats. Per això, s'evita la claustrofòbia que poden produir els sistemes tancats.

La càmera PET-TAC permet la fusió d'imatges PET i TAC. Mitjançant aquestes imatges de fusió es poden localitzar amb major precisió les lesions.

TAC

+

PET



Càmera PET-TAC, sistema obert

6. PROTECCIÓ RADIOLÒGICA

La Protecció radiològica es defineix amb el principi ALARA: *As Low As Reasonable Achievable* (La dosi rebuda ha de ser la més petita que raonadament sigui possible)

L'objectiu de la Protecció Radiològica és assegurar un nivell apropiat de protecció a l'home i al medi ambient sense limitar de forma inadequada les pràctiques beneficioses de l'exposició a les radiacions. Aquest objectiu no només es pot aconseguir mitjançant l'aplicació de conceptes científics. És necessari establir unes normes que garanteixin la prevenció de la incidència d'efectes biològics deterministes (mantenint les dosis per sota d'un brancal determinat) i l'aplicació de totes les mesures raonables per reduir l'aparició d'efectes biològics estocàstics a nivells acceptables. Per aconseguir aquests objectius, s'han d'aplicar els principis del Sistema de Protecció Radiològica proposats per la Comissió Internacional de Protecció Radiològica.

- Els diferents tipus d'activitats que impliquen una exposició a les radiacions ionitzants han d'estar prèviament justificats pels avantatges que proporcionen, en front al detriment que puguin causar.
- Les dosis individuals, el número de persones exposades i la probabilitat de que es produeixin exposicions potencials, hauran de mantenir-se en el valor més baix que sigui raonablement possible, tenint en compte factors econòmics i socials.
- La suma de dosis rebudes i compromeses no ha de superar els límits de dosis establerts en la legislació vigent, per als treballadors exposats, les persones en formació, els estudiants i els membres del públic.
- Aquesta limitació no s'aplica a cap de les exposicions següents:
 - L'exposició de persones durant el seu propi diagnòstic o tractament mèdic.
 - L'exposició deliberada i voluntària de persones, quan això no constitueixi part de la seva ocupació, per ajudar a pacients en diagnòstic o tractament mèdic.
 - L'exposició de voluntàries que participin en programes d'investigació mèdica i biomèdica

6.1. Protecció del pacient

La protecció radiològica dels pacients no queda habitualment sota control dels organismes reguladors. A més, la seva consideració és exclusiva de les aplicacions mèdiques de les radiacions ionitzants. Per aquests motius, i per respectar un esquema del més general possible, es pensa que les qüestions relatives a la protecció del pacient, en cada aplicació de diagnòstic o tractament, han de tractar-se com a subpartats en els apartats corresponents a aquestes aplicacions.

Les exposicions mèdiques han de proporcionar un benefici net suficient, tenint en compte els avantatges diagnòstics o terapèutics que produeixen en front al detriment individual que poden causar.

La Protecció radiològica s'aplicarà en les següents pràctiques mèdiques, en les que es produeix la exposició a les radiacions ionitzants:

- Diagnòstic i tractament mèdic de pacients
- Vigilància mèdica dels treballadors
- Programes de garbell sanitari.

- Programes d'investigació mèdica o biomèdica, de diagnòstic amb voluntaris sans o malalts.
- Procediments mèdics-legals

Per al compliment de les recomanacions de la Comissió Internacional de Protecció Radiològica, i d'acord amb lo establert a la legislació comunitària i al Real Decret 1132/1990 sobre Protecció Radiològica de les persones sotmeses a exàmens i tractaments mèdics, així com els Reals Decrets pels que s'estableix els criteris de qualitat en radioteràpia, medicina nuclear i radiodiagnòstic, en els quals, i de forma general, s'exigeix que totes les exposicions en un acte mèdic compleixin les següents condicions:

- Estar justificades pel metge prescriptor, i l'especialista en diagnòstic per imatge o radioteràpia.
- Realitzar-se amb la mínima dosis necessària
- Sota la responsabilitat d'un especialista mèdic o un podòleg.

El desenvolupament actual de la nostra legislació regula la formació en Protecció Radiològica en les ensenyances de pre-grau en les Facultats de Medicina i Odontologia, en les Escoles Universitàries de Podologia i en les Escoles Tècniques Superiors en diagnòstic per imatge i radioteràpia, així com en les especialitats mèdiques en què s'utilitzen radiacions ionitzants.

Justificació general de les exposicions mèdiques.

Les radiacions ionitzants no només han de proporcionar un benefici net suficient, sinó que s'haurà de considerar la seva eficàcia i la seva eficiència, així com els beneficis i els riscos d'altres tècniques alternatives disponibles que no requereixin exposicions a aquestes radiacions.

Existeix una responsabilitat directa, tant del metge responsable de l'exploració o tractament, com del metge prescriptor. Per això aquests hauran de posseir una formació adequada, no només acreditada inicialment, sinó basada en programes de formació continuada en l'àrea de Protecció Radiològica. És necessari que els metges puguin fundamentar les seves decisions amb el millor coneixement científic possible. La exposició mèdica que no pugui justificar-se s'haurà de prohibir.

Els criteris de justificació de les exposicions mèdiques hauran de constar en els corresponents Programes de Garantia de Qualitat de les Unitats assistencials de Radiodiagnòstic, Radiologia Intervencionista, Radioteràpia i Medicina Nuclear, estant a disposició i en coneixement de l'Autoritat sanitària competent.

Optimització de la protecció radiològica del pacient

Els procediments diagnòstics han d'estar sempre optimitzats, a fi de reduir les dosis sense afectar a la qualitat de la informació diagnòstica, ja que aquestes dosis poden variar en dos ordres de magnitud segons les instal·lacions. De la mateixa manera, els procediments terapèutics, així com els diagnòstics, han de realitzar-se a partir de protocols establerts que garanteixin la seva qualitat.

Com que als pacients no se'ls pot aplicar el principi de limitació de dosis, s'han reglamentat uns nivells de referència en el cas del radiodiagnòstic, i uns nivells d'activitat de referència en el cas de radionúclids, per a "exàmens tipus" de grups de

pacients de talla estàndard. Aquests nivells o valors no s'haurien de sobrepassar quan s'aplica una bona pràctica.

S'haurien d'establir mesures rigoroses per evitar la proliferació innecessària d'equipament, per la qual cosa, han d'existir un inventari nacional que s'haurà de sotmetre a uns criteris mínims d'acceptabilitat, vigilància periòdica, control de qualitat, etc. Quan sigui factible, els nous equips de radiodiagnòstic posseiran un dispositiu que informi sobre la dosis administrada al pacient en cada exploració sent obligatori en radiologia intervencionista.

A més, s'haurà de prestar especial atenció a tres categories d'exposició, que la legislació europea denomina "pràctiques especials".

- L'exposició del nen, degut a la seva major sensibilitat a la radiació
- Els programes de "garbell sanitari" perquè afecten a un gran número de persones asimptomàtiques en la seva majoria.
- Els procediments que impliquen altes dosis de radiació, sobretot si poden produir-se efectes deterministes.
Així mateix, s'hauran de prendre mesures per assegurar la protecció radiològica del fetus i del lactant, especialment en relació amb la justificació (urgència) i amb la optimització del procediment.

Les recomanacions internacionals més importants sobre embaràs o irradiació mèdica són:

- Els pacients en edat de procrear haurien de ser estudiats tractant de determinar si estan o podrien estar embarassades abans de veure's sotmeses a una exposició a la radiació.
- Les aplicacions mèdiques de les radiacions s'haurien d'optimitzar per aconseguir els propòsits clínics amb una irradiació no major que la necessària, tenint en compte els recursos i tecnologies disponibles. Si fos possible, els procediments mèdics per a les pacients embarassades haurien de ser els adequats per reduir la dosis fetal
- En els procediments mèdics efectuats a embarassades, i que involucrin dosis altes de radiació, s'haurien d'estimar les dosis fetals i el risc potencial per al fetus.
- Les treballadores exposades que estiguin embarassades poden desenvolupar les seves tasques en un ambient amb radiacions sempre que existeixi la seguretat raonable de que la dosis fetal es poca durant tot l'embaràs.
- La interrupció de l'embaràs en funció del risc radiològic, per dosis baixes no està justificada. Per dosis fetals majors, s'hauria de recollir informació adequada i actuar en base a les circumstàncies individuals.

Protecció radiològica del pacient en radiodiagnòstic

El radiodiagnòstic constitueix la principal causa de irradiació artificial de la població, sent actualment la principal font de dosis efectiva col·lectiva. Als països desenvolupats aconseguix valors promig de dosis del mateix ordre que la irradiació natural.

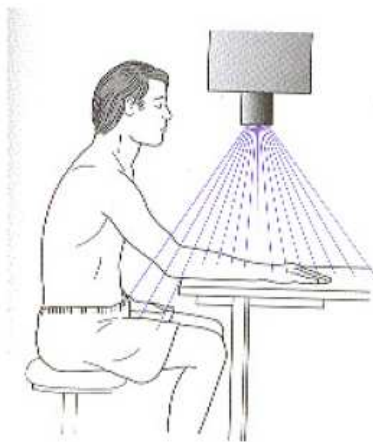
Les unitats assistencials de Radiodiagnòstic estan obligades a implantar un Programa de Garantia de Qualitat, que doni resposta a l'article 2 del RD 1976/1999 amb la finalitat d'establir els criteris que assegurin la optimització de la qualitat de les imatges i la Protecció Radiològica del pacient, així com que les dosis rebudes pels treballadors

exposats i els membres del públic siguin tan baixes com raonablement es pugui aconseguir (criteri ALARA).

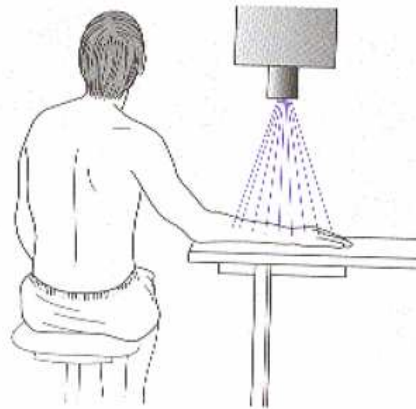
Serà obligació del titular de la instal·lació, del especialista mèdic en la seva unitat assistencial i del Radiofísic Hospitalari complir les exigències legals en l'àmbit de les seves competències.

El titular de la instal·lació haurà de disposar de procediments establerts per les actuacions en matèria de Protecció Radiològica en les unitats de Radiodiagnòstic, establint-se en ells clarament els àmbits de treball i les responsabilitats pertinents.

POSICIÓ INADECUADA



POSICIÓ ADECUADA



Protecció radiològica del pacient en medicina nuclear

L'administració de radionúclids amb finalitat diagnòstica o terapèutica obliga a establir uns criteris de qualitat en Medicina Nuclear per assegurar la optimització de la seva administració i de la Protecció Radiològica del pacient.

Per aconseguir aquesta finalitat és necessari implantar un Programa de Garantia de Qualitat en totes les unitats assistencials que hauran de complir les exigències de l'article 2 del RD 1841/1997.

Serà obligació del titular de la instal·lació, de l'especialista en Medicina Nuclear en la seva unitat existencial, del Radiofísic Hospitalari complir les exigències legals en l'àmbit de les seves competències.

Protecció radiològica del pacient en Radioteràpia

Degut a la naturalesa d'aquesta pràctica mèdica que, per a complir el seu objectiu, ha d'aplicar altes dosis de radiació als teixits, la seva aplicació estarà limitada en general a pacients oncològics, en els quals la relació risc-benefici resulta clarament positiva.

Un cop justificada la decisió terapèutica, l'estratègia en la protecció del pacient consisteix en assegurar que s'imparteix la dosi prescrita, amb la màxima exactitud, al

volumen blanc clínic i a les regions de possible disseminació de la malaltia, evitant en el possible la irradiació de teixits i òrgans sans o d'especial radiosensibilitat.

Per ampliar aquesta finalitat es preceptiva la implantació d'un Programa de Garantia de Qualitat, que haurà de complir les exigències de l'article 2 del RD 1566/1998.

Serà obligació del titular de la instal·lació, de l'especialista en Oncologia Radioteràpica en la seva unitat existencial i del Radiofísic Hospitalari, complir les exigències legals en l'àmbit de les seves competències.

6.2. Protecció del treballador

Control dosimètric personal

Determinació de dosis per irradiació externa

La dosimetria personal externa dels treballadors exposats haurà de ser realitzada per un Servei de Dosimetria Personal.

Treballadors exposats de categoria A

Les dosis individuals per irradiació externa s'estimaràn, com a mínim mensualment, amb dosímetres personals.

El dosímetre de solapa permet estimar les dosis equivalents individuals, profundament i superficialment, a cos sencer.

En el cas de risc d'exposició parcial o no homogènia de l'organisme, s'hauran d'utilitzar dosímetres adequats en les parts potencialment més afectades.

Treballadors exposats de categoria B

Es poden estimar les dosis a treballadors de categoria B amb dosímetres personals o a partir de les dades obtingudes de la dosimetria d'àrea dels diferents locals i zones de treball, sempre que aquestes dades permetin demostrar que aquests treballadors estan classificats correctament en la categoria B.

La metodologia per a l'ús dels dosímetres o instruments utilitzats per a la dosimetria d'àrea, i el procediment d'assignació de dosis associat, s'hauran d'incloure en un protocol escrit.

Quan aquesta dosimetria d'àrea es realitzi per mitjà de dosímetres de termoluminiscència, s'haurà de tenir en compte que:

- Les característiques dels dosímetres seran equivalents a les dels dosímetres utilitzats en dosimetria personal
- La lectura d'aquests dosímetres ha de ser realitzada per Serveis de dosimetria personal
- El període d'ús d'aquests dosímetres serà mensual i es procurarà fer-lo coincidir amb el mes natural
- En cap cas es podran assignar dosímetres a persones, havent de figurar en l'assignació l'àrea de treball on es trobin ubicats.
- S'ha de disposar d'algoritmes apropiats per, a partir de les lectures dels dosímetres d'àrea, assignar dosis als treballadors exposats.
- En cas de que la dosis registrada en un dosímetre d'àrea utilitzat per a l'assignació de dosis al personal sobrepassés el límit anual, es notificarà al CSN.

Determinació de dosis per contaminació interna

Les dosis resultants d'una eventual contaminació interna s'han de determinar amb una periodicitat acord al període de semidesintegració efectiu dels contaminants.

El SPR és responsable d'identificar a aquells treballadors exposats, que, per les circumstàncies en què es desenvolupa el seu treball, haurien de sotmetre's a controls de contaminació interna. Per això, es tindrà en compte:

- El tipus de treball que desenvolupen
- Les característiques del material radioactiu que manipulen (activitat, energia, tipus de desintegració, forma física i química)
- Els resultats de la vigilància radiològica de la contaminació ambiental i de superfície de les instal·lacions
- Les incidències operacionals de les instal·lacions
- Els resultats de les mesures directes (gammacàmera) o indirectes (orina, etc) que el SPR pugui realitzar sobre un treballador en cas de sospita de contaminació.

Estimacions especials de dosis

En els casos en els quals no sigui possible o resultin inapropiades les medicions individuals, la vigilància individual es basarà en una estimació realitzada a partir de mesures individuals fetes a altres treballadors exposats o a partir dels resultats de la vigilància de l'ambient de treball, fent-se constar expressament aquest fet a l'historial dosimètric del treballador.

Estimació de dosis en exposicions accidentals i d'emergència

En cas d'exposicions accidentals s'avaluaran les dosis associades i la seva distribució en el cos. En cas d'exposicions d'emergència es realitzarà una vigilància individual o avaluacions de les dosis individuals en funció de les circumstàncies que interaccionin.

Superació dels límits de dosis

Quan a conseqüència d'una exposició especialment autoritzada, exposició accidental o exposició d'emergència s'hagin pogut superar els límits de dosis, s'haurà de realitzar un estudi per a avaluar, amb la major rapidesa i precisió possible, les dosis rebudes en la totalitat de l'organisme o en les regions o òrgans afectats.

Quan es registren dosis al treballador que superen els límits establerts, en condicions normals de treball, s'haurà d'iniciar una investigació amb l'objectiu d'esbrinar les causes que van originar el succés. Al mateix temps, es separarà el treballador del seu lloc de treball fins que el SPR que desenvolupi la funció de vigilància i control de la salut dels treballadors determini que aquest treballador és apte per a treballar amb radiacions ionitzants. El moment de la reincorporació al lloc de treball, així com la possible necessitat de rebre atenció mèdica, els determinarà l'SPRL..

Utilització dels dosímetres.

L'ús del dosímetre és personal i restringit al centre al que està assignat.

El dosímetre s'ha de col·locar en aquella posició que sigui més representativa de la part més exposada de la superfície del cos.

Les dosis a les extremitats, especialment a les mans, poden ser una mica majors, però a no ser que sigui probable que aquestes dosis s'aproximin als tres dècims dels límits de dosis equivalents apropiades, no serà necessària la utilització de dosímetres addicionals.

En aquells casos en els qual sigui necessari l'ús del davantal plomat, el dosímetre es col·locarà sota aquest, i en la posició recomanada anteriorment.

La responsabilitat de la utilització correcta del dosímetre és del propi usuari.

El treballador està obligat a efectuar el canvi mensual del dosímetre en el temps i en la forma establerts pel SPR, qui haurà de comunicar a la direcció de Centre l'ús inadequat o la negligència reiterada en la utilització o canvi dels dosímetres per part d'algun treballador.

Com a orientació general, no serà precís entregar dosímetre personal als treballadors que es citen a continuació:

- Radiodiagnòstic: Administratius, zeladors i persones de la neteja.
- Radioteràpia i instal·lacions amb fonts no encapsulades: Administratius

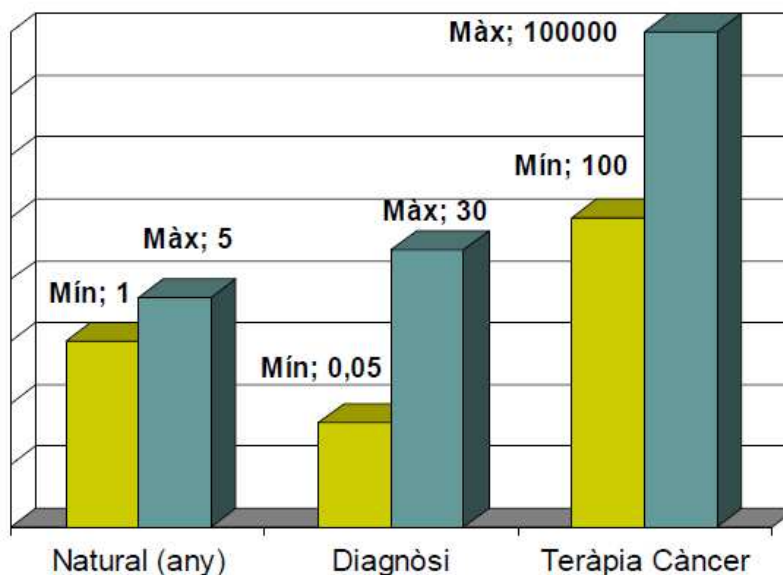
Historial dosimètric

Totes les dosis rebudes per un treballador exposat quedaran registrades al seu historial dosimètric. Aquest historial és individual per a cada treballador, es mantindrà degudament actualitzat i estarà en tot moment a la seva disposició.

Es registraran, conservaran i mantindran a disposició del treballador i de l'Autoritat competent als següents documents:

- En el cas de les exposicions accidentals i d'emergència, així com en cas de superació de límits, els informes relatius a les circumstàncies i a les mesures adoptades.
- Els resultats de la vigilància de l'ambient de treball que s'hagin utilitzat per estimar les dosis individuals.

6.3. Dosis rebudes en les aplicacions de la radioactivitat.



7. APLICACIÓ DE LA TEÒRIA

La part pràctica d'aquest treball es desglossa en tres parts: el procés de la gammagrafia d'un cavall, la radiografia d'una pollastre i la història d'un cas real de càncer de mama.

7.1. Gammagrafia a un cavall

Aquesta pràctica va consistir en una visita guiada a la facultat de veterinària de la universitat autònoma de Barcelona (UAB). Un professor especialitzat ens va explicar a un grup d'estudiants interessats en aquesta matèria, el procés de la gammagrafia, des de que treuen el cavall del seu estable fins que al cavall se li redueixen les dosis de radioactivitat.

Per començar us presento el cavall en qüestió. Els estudiants no varem poder estar presents durant el procés ja que es molt perillós i com s'ha dit, només les persones especialitzades en aquest camp, entren al lloc en qüestió, sempre ben protegits, ja que estaran en contacte amb un animal radioactiu.



El cavall, que era un mascle fort i jove, va ser ben rentat abans de realitzar el procediment.

És molt important saber que la gent qui s'encarrega d'aquests animals se'ls estima i els tracta amb molta cura. No intenten fer-los servir de conilles d'índies, sinó que simplement els aprofiten ja que estan un pèl malalts, per a la realització de tot tipus de procediments relacionats amb les radiacions, les quals, com ja hem vist, són realment importants per a les persones.

A mà esquerra d'aquesta foto hi està ubicat l'estable dels cavalls, que tot i que ens sembli que ha de ser un edifici massa urbà per ells, és el mateix que hi ha a qualsevol granja. A mà dreta és on hi ha la sala de radiografia/gammagrafia.

De fet abans d'entrar en aquesta sala, s'hi troba una sala més petita on hi ha aquesta mena d'estable hermètic, amb les parets de plom i amb un terra cobert de d'una material, adient per la presència d'orina radioactiva del cavall. Atansant-nos als esdeveniments, aquí és on deixarem el cavall quan acabem la gammagrafia i per tant quan encara sigui un animal radioactiu.

Aquesta escombra/raspall present a la fotografia serveix per expulsar, si n'hi ha, la orina del cavall i també amb l'ajuda de la sorra de gat, un material absorbent, per a minimitzar la taca d'orina.

Un cop vist aquest estable varem passar a la sala de les radiografies/gammagrafies. Aquesta sala conté els elements i eines necessàries per a que els dos procediments siguin possibles.

La part de gammagrafia conté un armari per poder emmagatzemar de manera tancada i senyalitzada les dosis, una superfície per a poder manipular, una grua amb la seva gammacàmera (protegida amb PVC) i l'ordinador.

És una sala considerablement gran, ja que s'ha de tenir en compte les dimensions d'un cavall i els seus moviments o reaccions. Per tant no té gaire a veure amb una habitació de gammagrafia per a les persones, començant per la mobilitat de la càmera, seguint per un material més fort i acabant per la protecció en totes les màquines i eines, per si es produeixen cops per part del cavall.

El que crida més l'atenció d'aquesta cambra és el desnivell del terra. Una part bastant més elevada que l'altra. Tal com podem veure a la fotografia s'ha pogut treure la superfície horitzontal per a posar una fusta molt semblant a un pla inclinat. L'objectiu d'aquesta fusta és poder col·locar a sota la gammacàmera i que el cavall posi el casc a sobre de la fusta de la mateixa manera com està col·locat l'home de la fotografia. Això ens permet gammagrafiar la part de sota del casc del cavall per a estudiar-la posteriorment.



Una altra explicació d'aquest esglaó és la següent. Si traiem aquesta mena de pla inclinat de la fotografia ens queda un buit, una diferència d'altura. Si es posa el casc just a la vora de l'esglaó podrem gammagrafiar el lateral del casc de manera més còmoda, ja que la gammacàmera estarà situada una mica més avall que el casc i aquest quedarà centrat a la gammagrafia.

Aquestes dues fustes són molt fàcils de posar i treure i molt resistents a la força que té el cavall, el qual té molta força amb les potes i amb el cos.



Anem a veure on s'emmagatzemen els citats radiofàrmacs. A simple vista ens mostren una galleda metàl·lica, la qual conté forespant i al centre d'aquest un envàs plomat, per evitar que la radiació s'escampi. La manera de presentació a l'interior d'aquest envàs consisteix en un sobre totalment identificat amb el tipus d'isòtop que tenim, l'activitat en millicuris, la data, l'hora i el volum i al seu interior l'agulla, ja que s'insereix per via intravenosa. En el nostre cas es tractava del tecneci 99, el dia 18 d'agost, a les 14:13 i de poc volum. Un cop s'ha utilitzat es torni a posar a la caixa plomada el més aviat possible. La caixa ha d'estar el màxim tancada, ja que oberta també emet radioactivitat.

Un cop hem deixat els residus de la dosi a l'armari, procedim a fer el nostre estudi gammagràfic.

Per començar injectem el cavall amb el tecneci per via intravenosa mitjançant el catèter (via agulla). A partir d'aquí, aquest es converteix en una "bomba" radioactiva, ja que emet constantment radioactivitat.

Així que a partir d'ara l'haurem de tractar amb molta cura.

Per tal que la radiació ens afecti el menys possible ens protegim amb un davantal per davant i per darrere, un collarí per protegir el tiroides i uns guants de làtex. Tots ells folrats amb plom. D'aquesta manera ens estem protegint les parts més importants: tronc, testicles, ovaris i coll, i deixem lliures les extremitats.



Està clar no veiem la radiació però la podem detectar amb els comptadors o amb la gammacàmera. Per tant, ja llest el cavall irradiat i a sobre del desnivell més elevat, col·loquem la gammacàmera a sobre del cavall per detectar els nivell de radiació. La controlem mitjançant una grua i la col·loquem com més a prop del cavall sigui possible, en funció de la zona que vulguem gammagrafiar.

La grua no té cap complicació, simplement s'ha de poder moure el detector d'una manera còmoda. Aquest detectarà les radiacions que emeti el cavall i ens ho transmetrà en imatge a l'ordinador, per tal que nosaltres posteriorment ho puguem estudiar.



Mentre s'està realitzant la gammagrafia

potser que el cavall comenci a orinar. Si és així, utilitzarem aquest estri que es mostra en la fotografia, amb un cub al seu interior. Intentarem passar l'estri entre les cames; si és un mascle pel darrere. El que intentem és reduir al màxim la taca d'orina al terra, ja que en aquest moment és molt radioactiva. Això, però, no evitarà que en caigui al terra.

Un cop hem acabat la gammagrafia, em de retirar tots els estris

Totes les escombraries que generen la gammagrafia no les podem llençar en uns contenidors normals, ja que hi ha la possibilitat de què estigui contaminat a nivell radioactiu. Si per exemple embenem una pota del cavall, durant el temps que esperem que la radiació se'n vagi el cavall orina, i pot ser que s'esquitxi les potes; per tant haurà contaminat l'embenatge d'orina radioactiva. Per aquest motiu, aquesta mateixa habitació conté uns contenidors especials, que estan classificats en fungibles i no fungibles. El material contaminat no fungible inclou les benes i tot aquell material que es pugui aprofitar; en canvi en el fungible hi van a parar els guants, catèters. Les agulles i bisturís s'han de tirar a part.

Aquests cubs estan tancats amb una caixa coberta de plom, per evitar, com sempre, que la radiació s'escampi.



Containers per als elements infectats de la radioactivitat

Un cop acabada la gammagrafia, em de tornar endarrere per tal de deixar al cavall en aquella petita cambra que s'ha mencionat al començament; el que pretenem és aïllar el cavall radioactiu.

El pròxim pas en el procés de la gammagrafia es situa en una petita sala al costat de la que estàvem ocupant. No és ben bé una sala, ja que les seves dimensions són molt petites. És com un rebost, on hi ha totes les eines per als treballadors dedicades a controlar la quantitat de radiació rebuda i per tant seran utilitzats durant i després de la gammagrafia

Un d'aquests té la funció de controlar els nivells de radiació o els nivells de contaminació dels treballadors. És una eina important, ja que hi ha el perill de irradiar altres persones, en contacte amb ells.

El dosímetre, es un dels aparells presents en aquesta petita sala, els quals controlen els nivells de radiació que rebem els treballadors, per tan d'establir un control. N'hi ha de dos tipus; els utilitzats en gammagrafia i els utilitzats en radiologia, ja que com sabem, són dos tipus de radiacions diferents.



Calaixos per separar els dosímetres de gammagrafia i radiologia

En el cas de la gammagrafia, cada treballador, abans de començar haurà de buscar el seu dosímetre, ja que no pot utilitzar el del seu company; es tracta de controlar la radiació que es rep per persona. Per tant cada dosímetre està etiquetat amb la persona que l'utilitza.

Normalment per la gammagrafia cada treballador n'utilitza dos al mateix temps; un que es col·loca, per exemple al cinturó dels pantalons, el qual queda sota del davantal del plom i un altre, que és el de canell, que queda descobert. En canvi en radiologia només se n'utilitza un, el qual es penja al coll del jersei.



Dosímetre que queda sota el plom Dosímetre que queda descobert

Tots aquestes dosímetres s'envien cada mes al centre de Dosimetria, per tant cada més es renoven. Aquests determinen els nivells de radiació que els treballadors estan rebent. Si en algun moment són excessius, comunicaran que estan rebent massa radiació, ja sigui perquè no utilitzen suficients proteccions o perquè s'exposen d'una manera excessiva als raigs.

En la paret oposada hi ha el pla d'emergència del servei de gammagrafia, del qual n'és obligat el seu aprenentatge i coneixement en tots els treballadors. És el protocol establert.

Totes les portes darrere d'aquesta que es van anar succeint en la ruta, són les que han de quedar totalment tancades, mentre s'està realitzant la gammagrafia.

El problema d'aquest establiment és que normalment al lloc on està situat, hi ha molta gent, per exemple a la mateixa universitat. A més, es fan bastants gammagrafies i es dificil de controlar el moment en què es realitzen.

Per evitar que algú es pugui irradiar, després de la petita sala que hem vist, hi ha un llarg passadís, de manera que la radiació no pugui arribar tan fàcilment a la gent.

Al final d'aquest passadís, la porta es tancarà amb clau i a més es col·locarà una barrera indicadora de que en aquell moment s'està realitzant una gammagrafia.

D'aquesta manera evitem que la gent pugui passejar per aquestes zones, mentre a la sala hi ha un cavall irradiat.

El que s'intentà sempre és reduir l'expansió que pugui produir el cavall irradiat.



A continuació d'aquest passadís, trobem una altra cambra, on hi ha els ordinadors i una taula. És en aquest lloc on, un cop realitzada la gammagrafia, es discuteixen les imatges, es parla amb els interns i es realitza el radiodiagnòstic.

Tot seguit us mostro un seguit de gammagrafies realitzades en aquest mateix establiment. Totes elles pertanyen a tres cavalls diferents i i en cada cavall s'hi ha analitzat les dues fases: la dels teixits tous i la dels ossos.

Totes les imatges s'obtenen amb paper tèrmic. El primer pas, per tant, consisteix en escanejar el paper tèrmic, feina que és feta pels interns. Després es passa un *word*, on es crea un informe.

Existeixen uns *softwares*, amb un programa de correcció de moviment, perquè si el cavall es mou en puguin corregir la imatge.

En aquest establiment encara no disposen del software de moviment abans esmentat i per aquest motiu l'equip ha de repetir les imatges i (això) fa que s'allargui molt el procés de la gammagrafia.

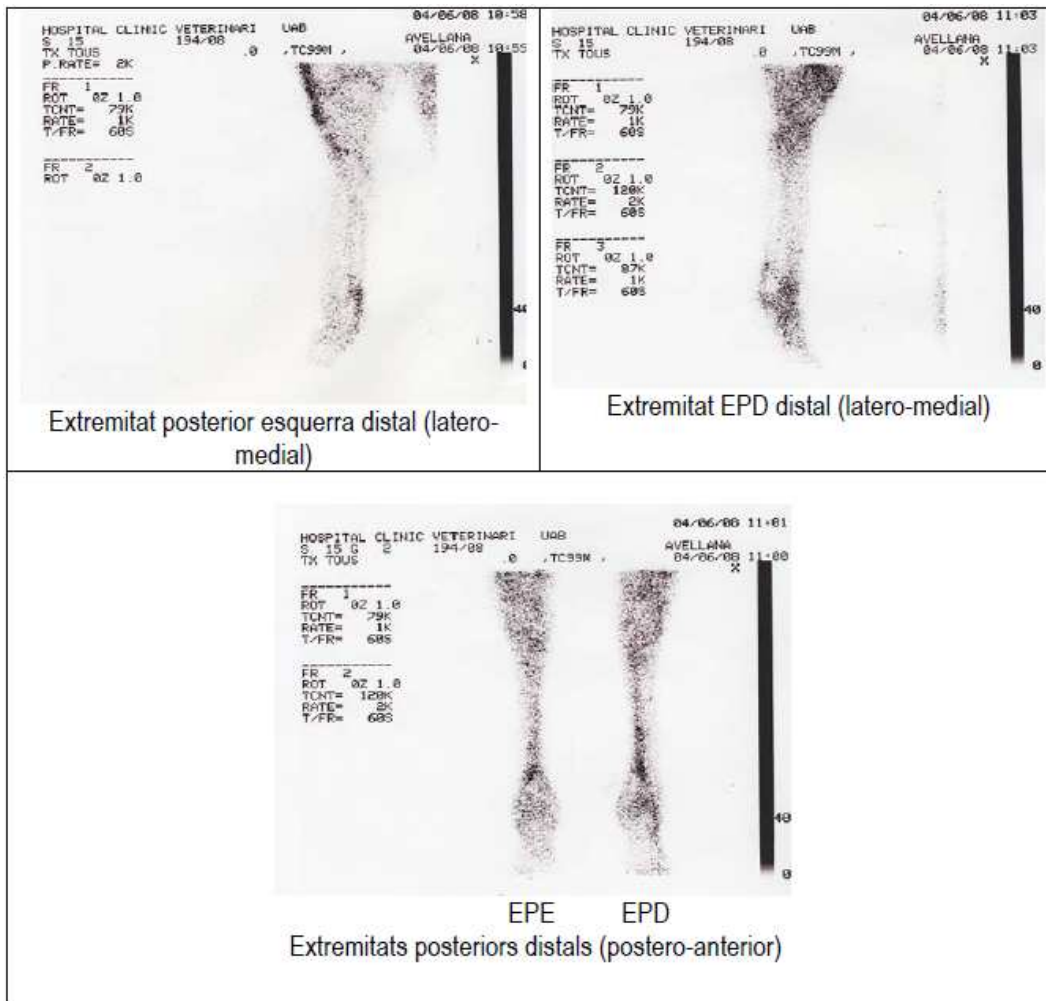
A més a més en gammagrafia tampoc disposen del format digital. Actualment, la radiologia, ecografia,... treballen amb el format digital diCom, el qual no admet retocs.

S'espera que en un futur, la universitat pugui adquirir aquest format.

Resumin; els especialistes estan treballant amb unes imatges que no pertanyen a cap format

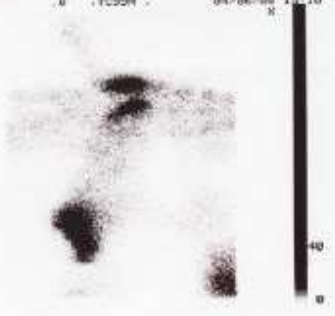


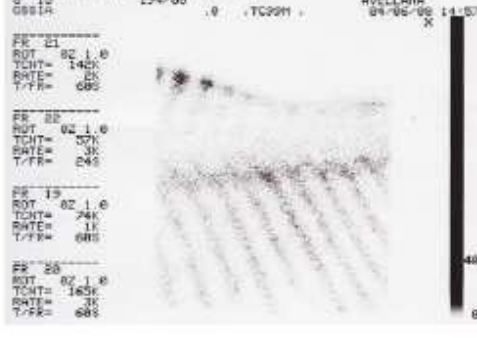
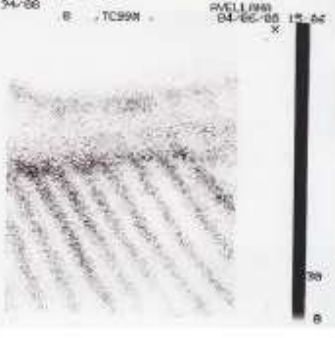

A continuació és mostren els resultats de la gammagrafia que consten de les imatges i els informes

EUGA 1
Fase de teixits tous



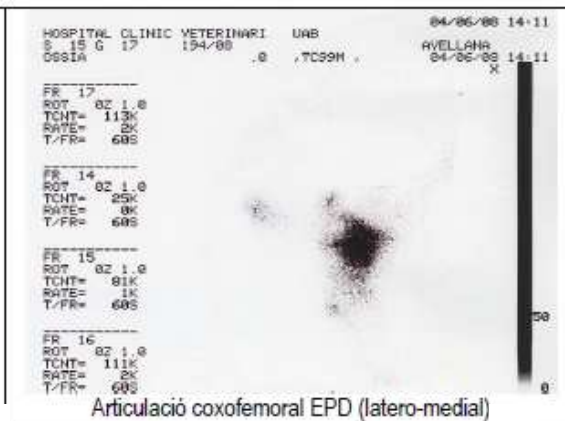
Aquesta gammagrafia fa referència a l'extremitat posterior esquerra.
 La fase de teixits tous, és la que s'origina cinc minuts després de d'injecció del tecneci,
 per la qual cosa aquest encara no s'ha fixat a l'os.
 Les zones més marcades, per tant, són les zones de més flux de sang.

Fase òssia

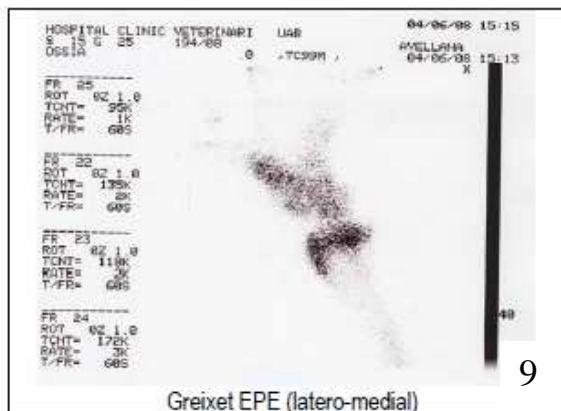
<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 15:10 S 15 G 24 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 15:10 OSSIA X</p> <p>FR 21 ROT 02 1.0 TCNT= 145K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 22 ROT 02 1.0 TCNT= 135K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 23 ROT 02 1.0 TCNT= 115K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 24 ROT 02 1.0 TCNT= 175K DATE= 2K T/FR= 685</p> 	<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 15:17 S 15 G 25 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 15:15 OSSIA X</p> <p>FR 25 ROT 02 1.0 TCNT= 95K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 26 ROT 02 1.0 TCNT= 145K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 27 ROT 02 1.0 TCNT= 115K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 28 ROT 02 1.0 TCNT= 175K DATE= 2K T/FR= 685</p> 
<p>Obliqua pelvis (costat esquerre) 1</p>	<p>Obliqua pelvis (costat dret) 2</p>
<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 14:50 S 15 G 28 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 14:50 OSSIA X</p> <p>FR 17 ROT 02 1.0 TCNT= 113K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 18 ROT 02 1.0 TCNT= 82K DATE= 2K T/FR= 385</p> <p>FR 19 ROT 02 1.0 TCNT= 74K DATE= 1K T/FR= 685</p> <p>FR 20 ROT 02 1.0 TCNT= 165K DATE= 3K T/FR= 685</p> 	<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 14:57 S 15 G 28 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 14:57 OSSIA X</p> <p>FR 21 ROT 02 1.0 TCNT= 145K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 22 ROT 02 1.0 TCNT= 37K DATE= 3K T/FR= 245</p> <p>FR 19 ROT 02 1.0 TCNT= 74K DATE= 1K T/FR= 685</p> <p>FR 20 ROT 02 1.0 TCNT= 165K DATE= 3K T/FR= 685</p> 
<p>Primeres vèrtebres toràciques (costat esquerre) 3</p>	<p>Vèrtebres toràciques (costat esquerre) 4</p>
<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 15:00 S 15 G 28 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 15:00 OSSIA X</p> <p>FR 21 ROT 02 1.0 TCNT= 145K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 22 ROT 02 1.0 TCNT= 135K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 23 ROT 02 1.0 TCNT= 27K DATE= 2K T/FR= 145</p> <p>FR 20 ROT 02 1.0 TCNT= 165K DATE= 3K T/FR= 685</p> 	<p>HOSPITAL CLINIC VETERINARI UAB 04-06-00 15:07 S 15 G 28 194/00 0 .TC99H .AVELLANA 04-06-00 15:00 OSSIA X</p> <p>FR 21 ROT 02 1.5 TCNT= 145K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 22 ROT 02 1.0 TCNT= 135K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 23 ROT 02 1.0 TCNT= 115K DATE= 2K T/FR= 685</p> <p>FR 20 ROT 02 1.0 TCNT= 165K DATE= 3K T/FR= 685</p> 
<p>Ultimes vèrtebres toràciques (costat esquerre) 5</p>	<p>Vèrtebres toraco-lumbar 6</p>



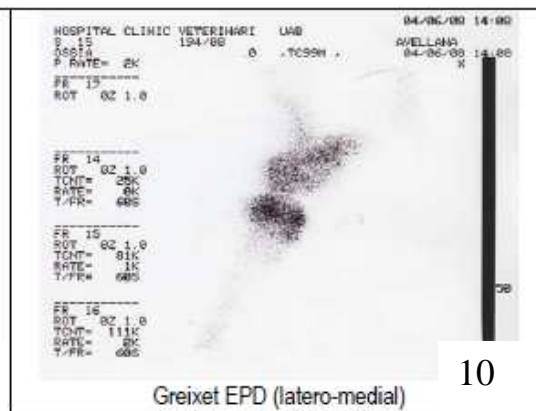
7



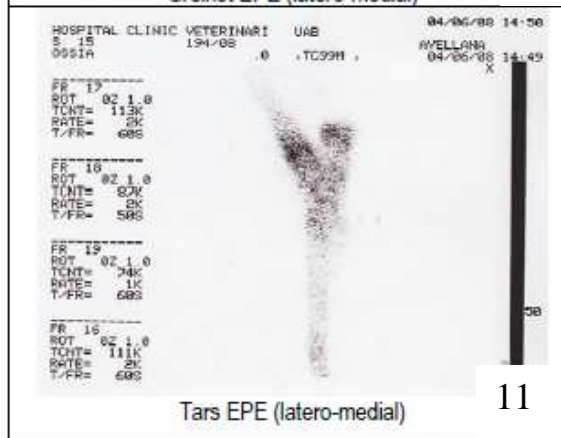
8



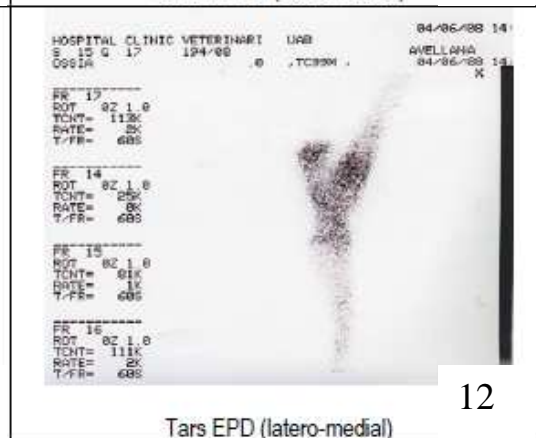
9



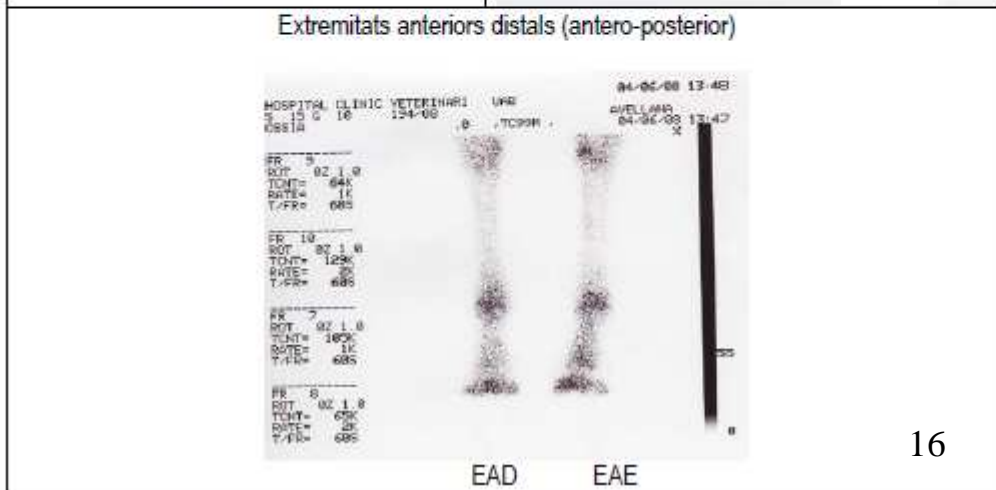
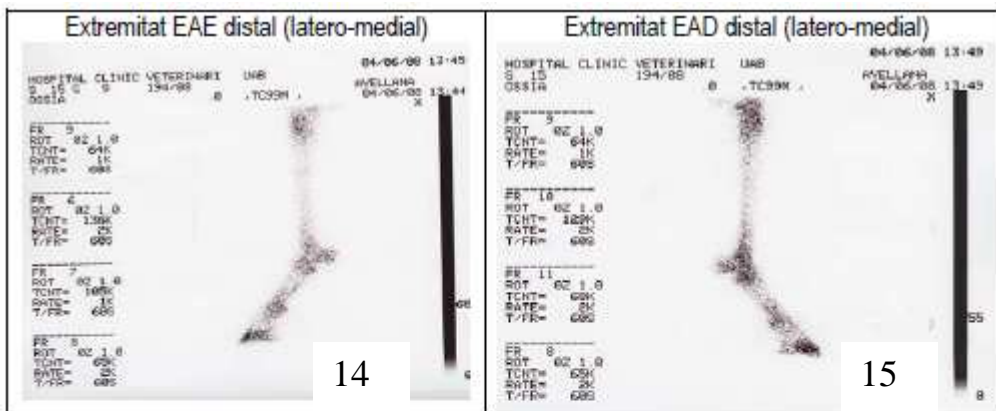
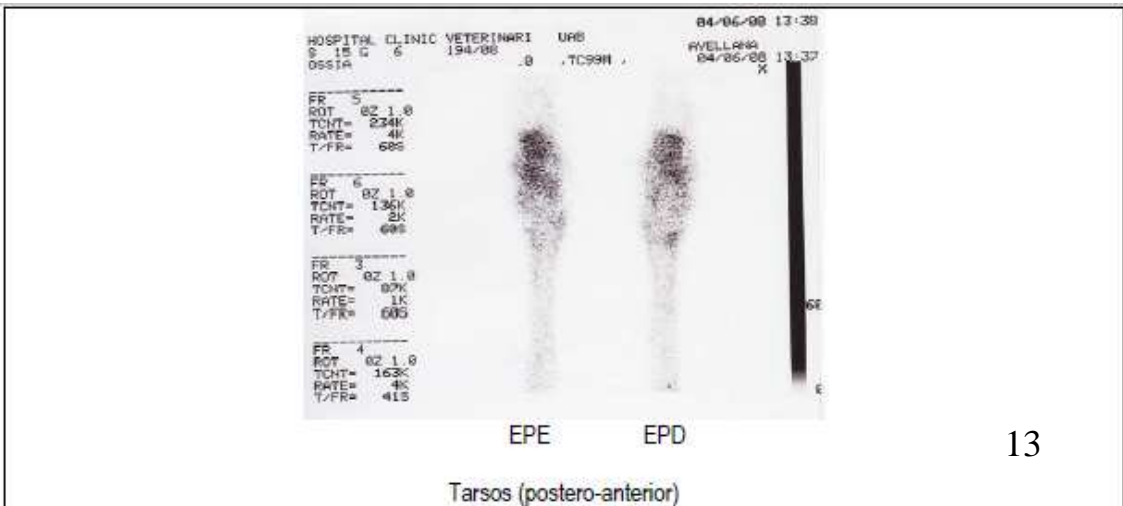
10

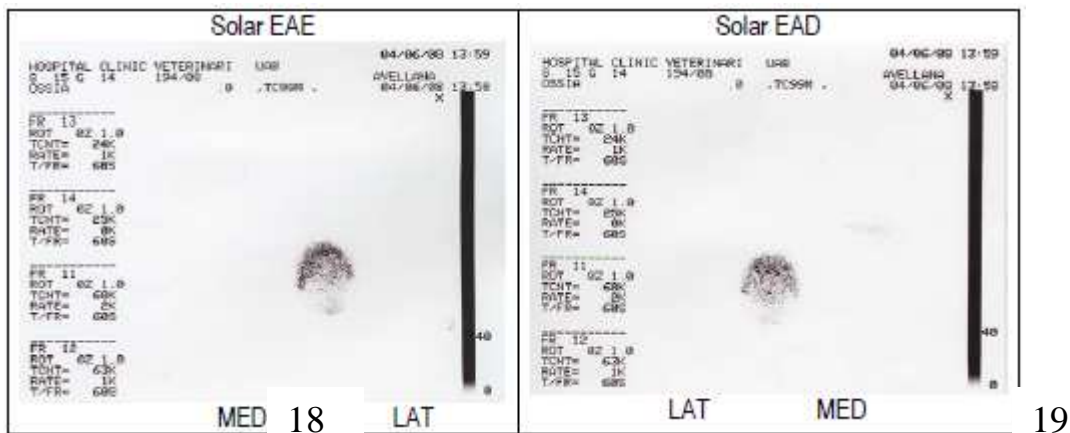


11



12





Com podem veure, les diferents imatges pertanyen a diferents zones. El problema de la gammagrafia a l'hora d'ajudar a diagnosticar és saber quines zones són fisiològicament actives.

Per exemple, en les imatges 1,2 i 3, veiem que hi ha zones molt negres. Aquestes no són patològiques, ja que les tuberositats coxals, tant en persones com en cavalls, són zones on el mecanisme cel·lular està molt augmentat. Moltes vegades es treu molt moll d'os de les tuberositats coxals.

De fet, en aquestes zones és cert que hi ha més radiació però són zones on fisiològicament és normal que el metabolisme ossi estigui augmentat. Per tant, els especialistes han de saber diferenciar entre el que és normal que estigui més negre i el que és patològic, per aplicar el diagnòstic convenient.

Per exemple les imatges 7 i 8, pertanyen al ronyó (articulacions coxofemorals) i aquest es presenta molt negre. Evidentment no es tracta de metabolisme ossi augmentat, però el ronyó és el lloc on es produeix la orina i aquesta és molt radioactiva; a part hi ha un flux venós important. Per tant no es tracta d'una patologia.

Què veuen en aquestes imatges els que han de diagnosticar a partir d'una gammagrafia? Primer de tot, veuen les zones amb un augment de captació o de radiació, que són les zones més negres.

El que veuen com a zones patològiques seran els increments de radiació en aquestes imatges. Com més negre, més està augmentant el metabolisme ossi. Aquest es pot augmentar per una fractura, una hemartrosis, un traumatisme, una infecció, ...

Mentre que la radiologia ens dóna una imatge de la morfologia de l'os; si està esquerdat, si té un quist, si té artrosis,... la gammagrafia ens dóna una imatge de la fisiologia de l'os, perquè el tecneci s'ajunta a l'os i en el lloc de l'os on hi ha el metabolisme ossi més augmentat hi haurà més radiació i com més radiació més negra aquella zona en la imatge.

Les últimes fotografies, que pertanyen a la vista solar, són les que s'han realitzat des de sota per poder veure l'interior del casc, seguint el procediment que s'ha explicat.

En resum, es gammagrafiem totes les zones en funció del que es vulgui estudiar. En aquest cas s'han fet les vistes solars (17 i 18), els tarsos(11, 12 i 13), els greixets (9 i

10), les articulacions coxofemorals (7 i 8), la zona lumbar (6), les costelles (3, 4 i 5) i el pelvis (1 i 2).



Només ens cal comparar les imatges d'una radiografia amb els d'una gammagrafia. Veiem que hi ha una gran diferència. En aquest cas les radiografies mostren el dit del cavall, on diferenciem la primera, la segona i la tercera falange.

Resultats de la gammagrafia

De tot el procés de la gammagrafia, on s'hi adjunta les mateixes imatges i l'informe que tenim a continuació.

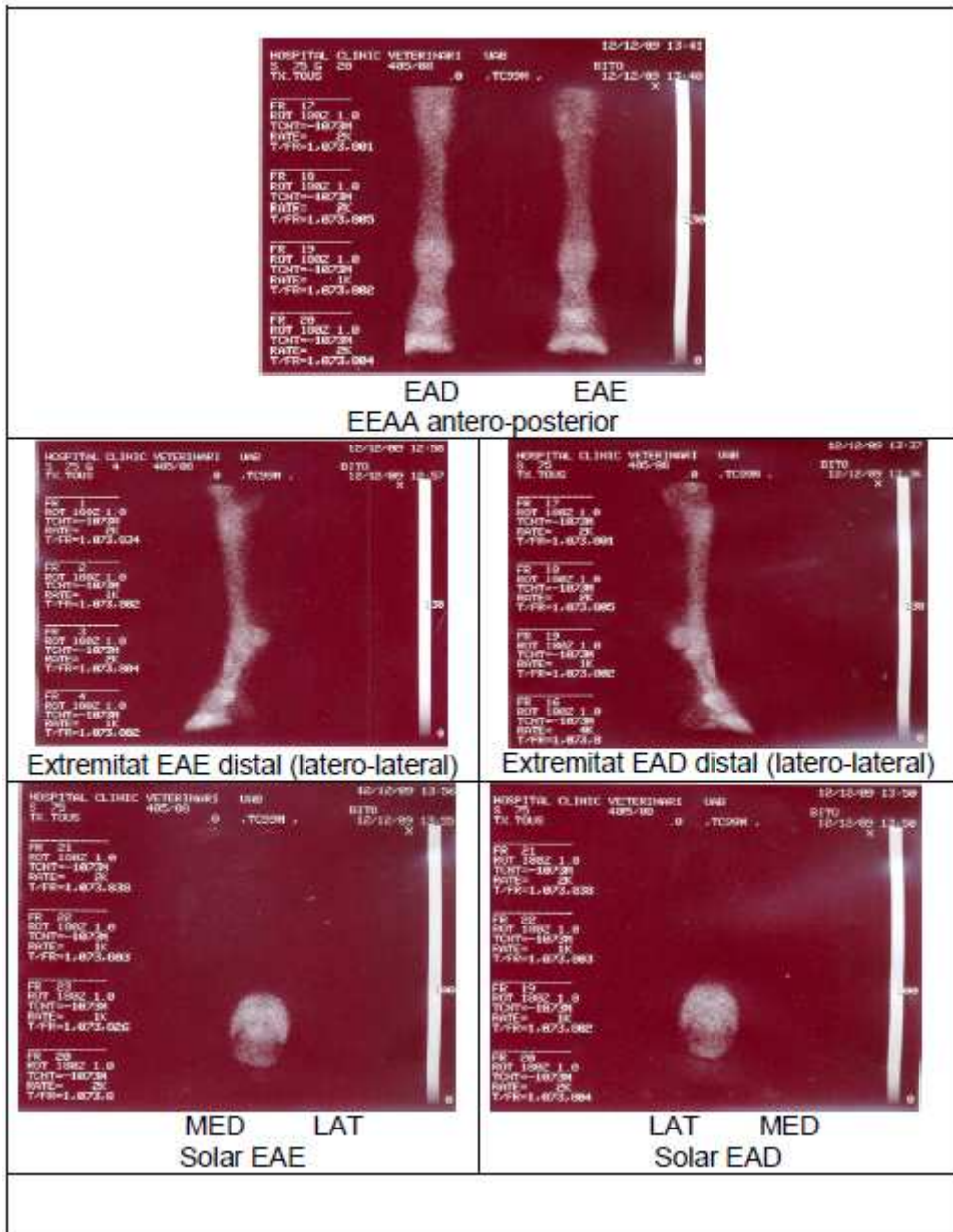
Can Nicolau S.C.P. Masia Can Nicolau 08629 Torrelles de Llobregat	Nom del propietari: Marc Vilaregut Casas		
	Nom de l'euga: Avellana		Raça: CDE
	Edat: 3 anys	Sexe: Femella	Castrat: No
	Data d'ingrés: 3/06/08		Data d'alta: /06/08

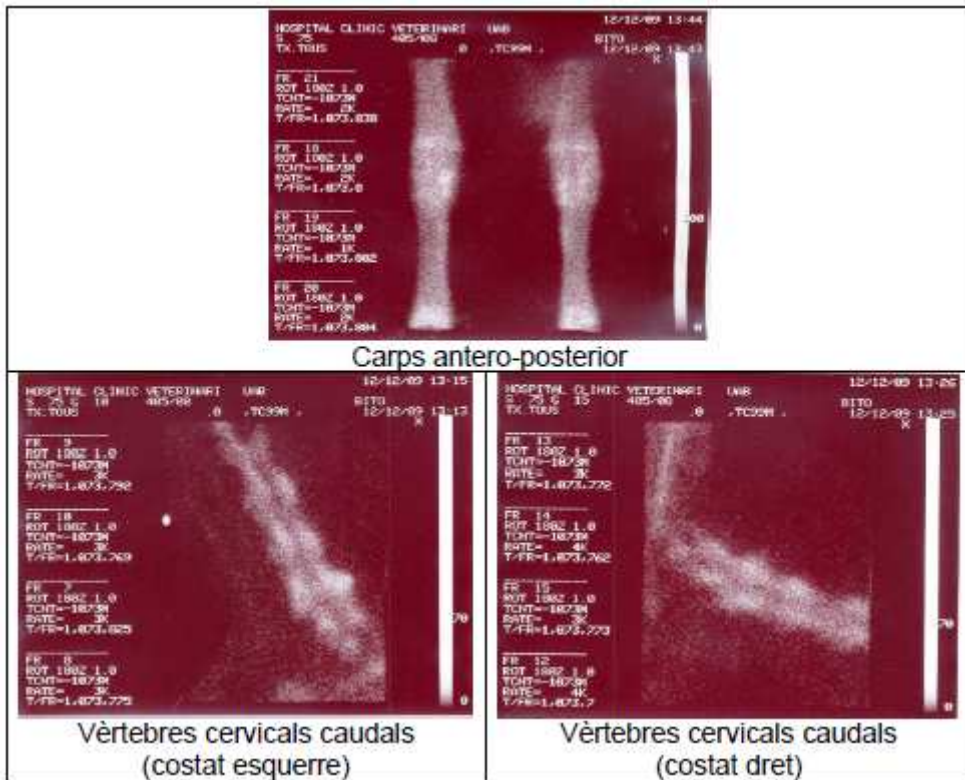
MOTIU D'INGRÉS	Gammagrafia completa.	
PROVES REALITZADES	RESULTATS	
GAMMAGRAFIA		
Fase de teixits tous	Res a destacar.	
Fase òssia	Molt elevada hipercaptació a paret dorsal de tercera falange d'EAE. Elevada hipercaptació difusa a les articulacions intertarsianes i tarsometatarsianes d'EPD. Elevada hipercaptació a articulació interfalangiana proximal d'EPD. Hipercaptació moderada a les apòfisis espinoses de les vèrtebres entre T16 i T18. Lleu hipercaptació focal entre les vèrtebres T-18-L1. Augment de la hipercaptació focal a la tuberositat sacra esquerra.	
ESTUDI RADIOGRÀFIC (Facetes articulars toracolumbars)		
RECOMANACIONS		
		Amb còpia pel veterinari referent:
Eduard Gascón Servei d'imatge UE-HCV	M ^a del Mar Lopez-Atalaya Veterinari intern UE-HCV	Eduard Gascón

Com veiem en la fase de teixits tous no hi ha res a destacar, ja que les gammagrafies encara no s'han fixat a l'os i en aquest cas els problemes de l'euga es troben a l'os. Normalment en l'informe es parla d'hipercaptació elevada, moderada o lleu. Les hipercaptacions, que són les zones on la radiació ha estat més captada que el normal, marquen les zones patològiques. S'ha d'intentar definir al màxim i veure si aquesta hipercaptació es focal o és difusa.

CAVALL 2

Fase òssia





A la UAB, hi ha dos veterinaris que treballen en gammagrafia i cadascú treballa d'una manera una mica diferent. A la impressora del paper tèrmic li poden dir que treballi en negre sobre blanc o en blanc sobre negre. Es tracta d'una qüestió de gustos i comoditat en cada veterinari.

El software abans mencionats permeten, també, obtenir les imatges en diferents colors, que de cara als propietaris sempre és més efectiu.

Resultats de la gammagrafia

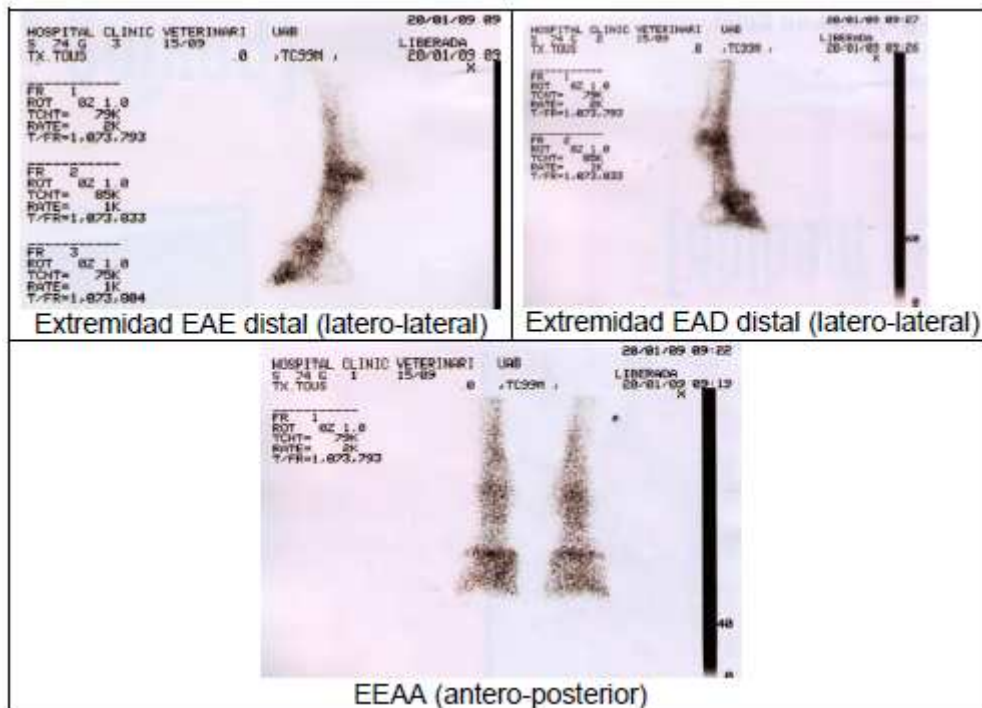
Esther Gaya Passeig Maragall, 106 ppal 1ª 08026 Barcelona	Nom del propietari: Esther Gaya		
	Nom del cavall: Bito		Raça: CDE
	Edat: 5 anys	Sexe: Mascle	Castrat: Sí
	Data d'ingrés: 26/01/09		Data d'alta: 27/01/09

MOTIU INGRÉS	Examen de coïxesa/ gammagrafia extremitats anteriors (EEAA) i cervicals.	
PROVES REALITZADES	RESULTATS	
GAMMAGRAFIA		
Fase de teixits tous	Sense alteracions significatives.	
Fase òssia	Hipercaptació moderada de l'os navicular de l'extremitat anterior esquerra (EAE) a les projeccions latero-lateral i solar. Hipercaptació moderada de la faceta articular entre les vèrtebres cervicals C5 i C6 del costat esquerre respecte al costat dret. Hipercaptació lleu a l'aspecte palmar de l'articulació interfalangiana proximal d'EAE. Hipercaptació discreta del carp de l'extremitat anterior dreta (EAD) a la seva zona medial corresponent als II/III ossos carpals.	
RECOMANACIONS		
	Radiografies i ecografia de les vèrtebres cervicals caudals. Revisar les radiografies realitzades de carps i ossos naviculars d'EEAA.	
		Amb còpia al veterinari referent
Jordi Grau Servei d'imatge UE-HCV	Mª del Mar Lopez-Atalaya Veterinària interna UE-HCV	

El cavall només va romandre a l'establiment un dia, ja que com podem veure no hi ha gaires zones gammagrafiades i, per tant, no tanta radiació al seu propi cos.

EUGA 3

Fase dels teixits tous

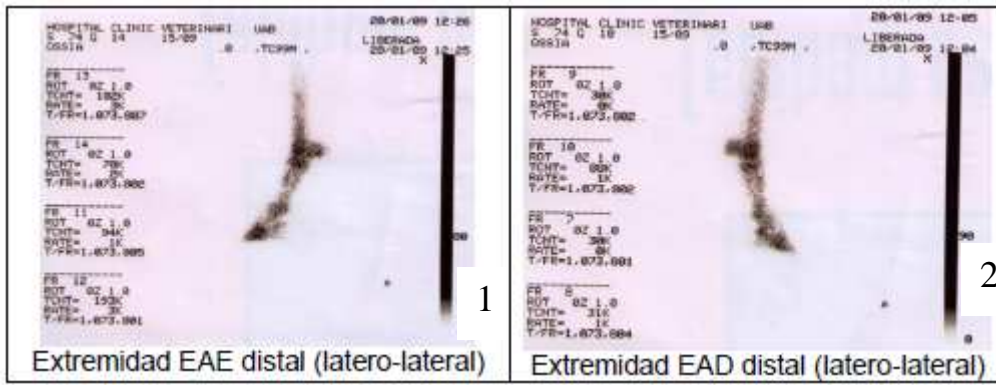


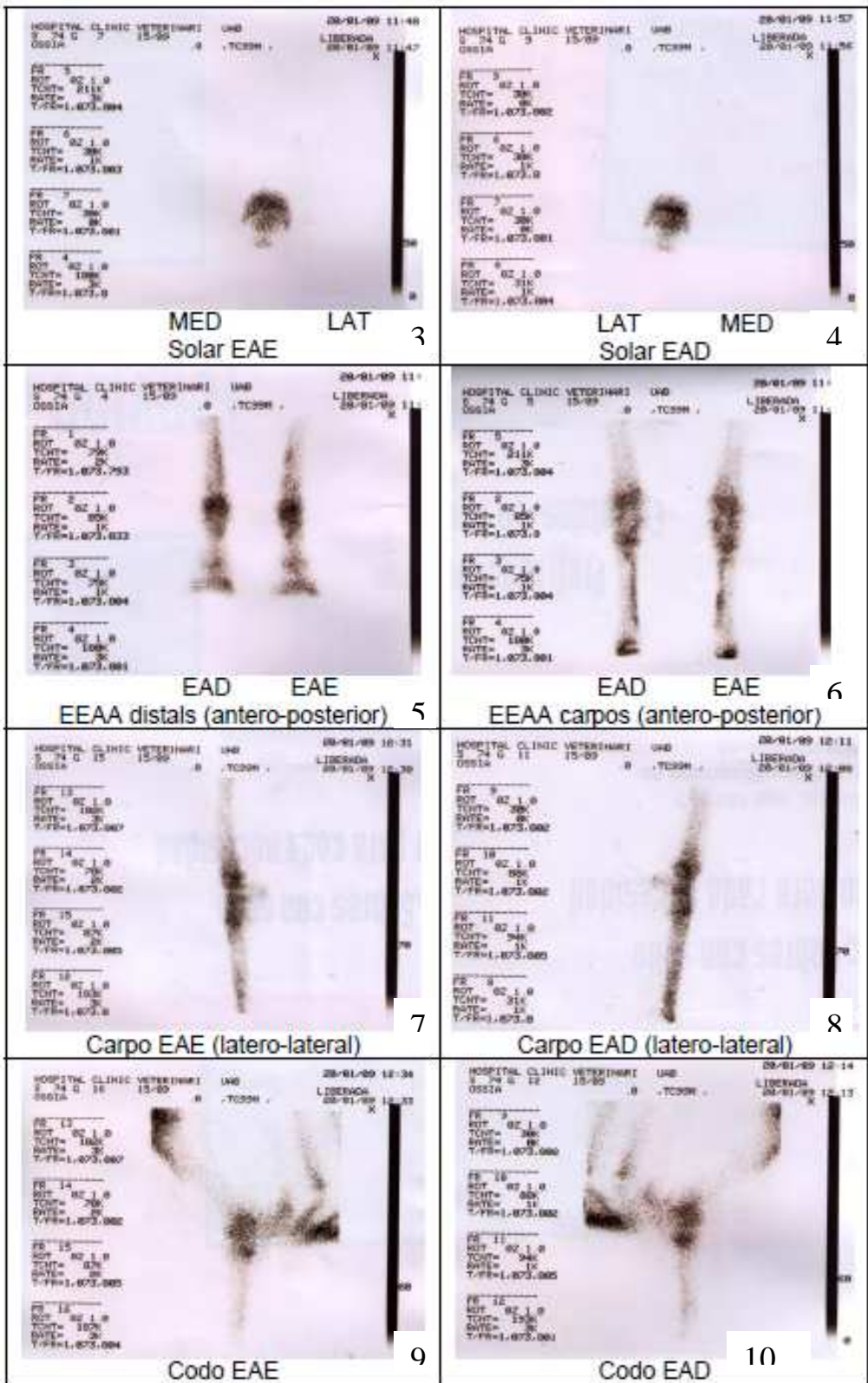
En aquesta fase, tenim zones patològiques, tenim zones bastant actives.

Podem veure la diferència entre teixits tous i teixits ossis. En aquest últim es dibuixa molt bé el que és l'os, en canvi, als teixits tous no apareix la imatge de l'os, ja que el tecneci no s'hi ha fixat i veiem que es dibuixa el casc.

En aquesta fase apareixen zones més actives, ja que es més fàcil que hi hagi una lesió en un lligament.

Fase òssia







Per diagnosticar correctament la gammagrafia s'ha d'entendre molt bé l'anatomia, ja que per exemple en les imatges 1 i 2, apareix una taca en un punt, bastant concret. Si anatòmicament se sap el què hi ha en aquest punt, es podrà saber d'una manera més precisa què és el que li passa al cavall.

Les imatges 11 i 12, representen el lloc per on s'introdueix el catèter i com que injectem tecneci, en aquest punt hi queda una mica de radiació

Com podem veure la qualitat de les imatges escanejades no és molt bona.

Totes les lletres, que es poden veure en les imatges són problemes d'escanejar, ja que no es pot presentar d'aquesta manera a un client.

Si s'està treballant per uns veterinaris que porten els seus cavalls per a fer els diagnòstic, s'ha d'intentar donar un bons servei.

Resultats de la gammagrafia

Julio Arias Sánchez	Nombre del propietario: Julio Arias		
	Nombre de la yegua: Liberada		Raza: Cruzada
	Edad: 11 años	Sexo: Hembra	Castrada: No
	Fecha ingreso: 19/01/09		Fecha del alta: 22/01/09
MOTIVO INGRESO	Gammagrafia de extremidades anteriores y vértebras cervicales.		
PRUEBAS REALIZADAS	RESULTADOS		
GAMMAGRAFÍA			
Fase de tejidos blandos	Elevada hipercaptación en la zona distal del tendón flexor digital profundo de la extremidad anterior derecha (EAD).		
Fase ósea	Elevada hipercaptación focal en el hueso navicular de la EAD. Elevada hipercaptación focal en la zona de inserción del tendón flexor digital profundo en la tercera falange de la EAD. Moderada hipercaptación difusa en la tercera falange de la extremidad anterior izquierda (EAI).		
		Con copia al veterinario referente:	
Eduard Gascón Servicio imagen UE-HCV	M ^a del Mar Lopez-Atalaya Veterinaria interna UE-HCV	Juan Turrero	

En aquest cas des de la data d'ingrés a la d'alta, passen tres dies, ja que hi ha moltes més zones gammagrafiades, per tant molt més tecnisi i més radiació. Em d'esperar que els nivells baixin al zero.

En aquest cas en la fase de teixits tous, a diferència dels altres cavalls, trobem una elevada hipercaptació, per la qual cosa tenim una zona significativament patològica. No és molt usual trobar hipercaptacions en aquesta fase, ja que el que interessa realment és la òssia.

7.2. Radiografia d'un pollastre

Aquesta és la segona part de la pràctica, que és basa en la identificació dels elements que apareixen en una radiografia i els que no hi apareixen. Vaig triar el pollastre perquè és l'animal que en dimensions és més còmode, i el més fàcil d'adquirir.



Fotografies del pollastre radiografiat.

Vaig intentar establir contacte amb el director de l'hospital Arnau de Vilanova, però no ho vaig aconseguir. El sector de les radiacions és un sector molt saturat en aquests moments i, evidentment no podia passar per davant de pacients. Així que va ser l'hospital mateix, qui em va suggerir de contactar amb una veterinària de Lleida, la

Clínica Anadón, on em van realitzar les radiografies, a part de rebre molt bon tracte per part seva.

La direcció d'aquesta veterinària és C/Pica d'Estats n°18.



Veterinària on vaig realitzar les radiografies

Abans de dirigir-me cap a la clínica vaig introduir diferents materials a l'interior del pollastre.

Els objectes són dues bales, una més gran que l'altra, dos macarrons, dos cigrons, un clip, un bocí de roba, bocí de calç de la sípia bruta i en la radiografia lateral unes estisores.

Com podem veure, en la radiografia frontal només hi apareixen el clip, les bales i el bocí de calç; a part, evidentment dels propis ossos del pollastre.



Radiografia frontal del pollastre

Per tant, com ja sabem, la roba no pot aparèixer a una radiografia, ja que sinó ens l'hauríem de fer nus i no és així. Tot tipus de pasta i llegums; per tant el menjar que tenim al propi cos, també és normal que no hi aparegui, ja que sinó la radiografia humana no seria gens clara i molt ossos estarien tapats pel menjar.

Evidentment el tros de calç si que ha sortit ja que, representa el mateix element que els ossos, a l'igual que han sortit els ossos del pollastre. Veiem com els elements metàl·lics ressalta molt més sobre la calç i que tant el tros de calç com els ossos apareixen en la mateixa intensitat de color.



Radiografia lateral del pollastre

En aquest cas, hi hem afegit les estisores, per comprovar com pot ressaltar tot un element metàl·lic, sense afectar la màquina.

Anem a parlar sobre les instal·lacions d'una clínica veterinària de proporcions reduïdes, com es la clínica Anadón.

Sobre l'aparell de radiografia ja n'he parlat anteriorment a la part teòrica del treball.



Pollastre preparat per a la radiografia



Digitalitzador

Aquest es l'aparell que digitalitza les radiografies, és a dir, les passa en format digital a l'ordinador. Aquest procediment és precisament el que no hem pogut mencionar en gammagrafia i realment és molt necessari avui dia.



Ordinador on apareix la radiografia

És en aquest ordinador on apareix la radiografia. Des dels programes que conté es poden realitzar multitud d'aplicacions.

El veterinari, per exemple, em va deixar regular la intensitat de la imatge (com volia que els ossos ressaltessin sobre el color negre) i era tan fàcil com desplaçar el ratolí per la imatge.

Això ens mostra com s'està avançant cada dia en el món de la informàtica i per tant dels aparells utilitzats en medicina.

Podem comparar el procés de la gammagrafia (analògic) amb el de la radiografia (digital). En el primer el procés és molt llarg, ja que s'han d'escanejar totes les imatges que surten amb paper tèrmic i moltes vegades aquestes imatges superen les 20 per a un sol cavall. A més, si el cavall es mou, tal com hem dit, no hi ha la possibilitat d'arreglar-ho sinó que s'ha de tornar a fer la imatge.

En canvi en el segon, el procés es realment curt. De fet dins de la clínica m'hi vaig estar un quart d'hora com a molt.

Per tant la informàtica és realment important en aquest sector, ja que agilitza el procés de tots els mecanismes de la radioactivitat.

7.3. La història real d'un càncer de mama.

Què et ve a la ment quan sents, “una noia que pateix càncer de mama”. Et pot recordar a una persona que l’ha patit, et pot recordar a algun metge que l’ha curat, a algun especialitzat en aquest camp o et pot recordar a tu mateix; aquest és el cas d’una noia d’uns 40 anys que, fent un gran esforç es va decidir a narra’m la seva experiència.

“Era el dia de la visita al ginecòleg. Mai m’havia fet gaire il·lusió visita’l, però sabia que era molt important fer-ho. Aquell dia, però, hi anava ben tranquil·la; sabia que em revisaria, em tocaria i em deixaria marxar a buscar als meus fills com cada dia.

Un cop va tenir la revisió feta, va passar a fer-me la mamografia. De fet, ho trobava inútil; creia que em feien estar allí per fer-me perdre el temps, ja que jo havia d’estar perfecta i aquest era el meu únic pensament, la única possibilitat. Però el que per mi semblava una tonteria va passar a ser alguna cosa de més importància. Em van repetir la mamografia, ja que havia sortit borrosa, però encara la van repetir un cop més i així, van arribar a la conclusió que, efectivament allí hi havia un tumor, una taca negra dins del pit, que podia arribar a liquidar-me. Qui ho havia de pensar? Qui m’ho hagués dit aquell dia que hi anava amb més ganes del normal? A partir d’aquell moment va començar tot. El que se’n diu la lluita contra una malaltia tan potent.”

“Tot seguit les típiques preguntes. Per què a mi? Per què ara? Per què...? Em trobava tan perduda. No sabia per on començar. Ho havia de dir als meus o no? Potser era millor que només patís una, encara que el doble, que no pas tota una família. Seria egoïsta explicar-ho als meus fills? En aquell temps tenien 15 anys el nen i 10 anys la nena. No tenia cap resposta en aquell moment. Només tenia al cap la paraula “càncer”. Cada lletra agafava importància, mentre jo, al seu costat em feia cada cop més petita. Només la paraula, ja tenia el poder per esclafar-me, per reduir-me.”

“Aquell mateix matí al ginecòleg van començar les primeres petites operacions a corre cuita. Mentre em realitzaven una ecografia em van clavar l’agulla, per localitzar exactament el punt del tumor. Una enorme agulla que vaig portar clavada al pit durant tot el matí. Era molt estrany pensar que l’altre extrem de l’agulla tocava una malaltia. Però aquell dia ja tot s’havia fet ben estrany. Aquella mateixa tarda, a més, em van treure el tumor per procedir a fer la biòpsia i així que de sobte estirada en aquells llits, va arribar el son, el moment de dormir durant el qual m’extirparien un racó de pit i a partir del qual, realitzarien l’anàlisi. Dins de tot l’estrany encara hi havia l’esperança que el tumor pogués ser benigne; tot i així, que volia dir la paraula “esperança” aquell dia? Exactament, no vaig tenir la sort que em semblava que em mereixia. El meu acompanyant era el tumor maligne i això complicava les coses. Una bèstia enorme que m’estava menjat al temps que s’anava escampant.

Per fi vaig poder abandonar la clínica. Havia perdut la noció del temps. Quant de temps havia estat allí dins? Era realment veritat el que m’estava passant. Certament no sabia com agafar-ho.”

“Aquell dia, tot va canviar amb els meus fills. Quan els mirava, no veia en ells la il·lusió ni el futur. No veia la felicitat ni l’excitació. Només podia pensar que possiblement era una de les moltes coses que deixaria a la meitat.

A la ment, només el llarg camí que em quedava per recórrer, tot el que havia de lluitar. Un dia que havia començat amb normalitat i que havia acabat canviant-me la vida. Així és el món.”

“Des del dia que em van trobar el tumor, em van programar tot el meu camí, a totes les persones que havia de visitar. Després del ginecòleg havia d'anar a veure al cirurgià. Semblava com si les paraules adquirissin importància. Per mi, cada un d'ells es situava en un esgraó més amunt d'una muntanya, el cim del qual decidiria el meu destí. Aquest m'havia d'extirpar bona part del pit amb la intenció d'eliminar totalment el tumor. Tot i que el cirurgià em queia simpàtic, la seva feina era la mateixa. Intentava ser simpàtica també, però la situació no m'ho permetia. En aquelles altures pensava que les notícies ja no podien ser pitjors i em peneleixo d'haver pensat tan erradament. Quan va tenir el bocí fora es van quedar amb el dubte si el límit del tumor s'havia quedat dins o fora. Es evident que no es podien arriscar a que al meu interior encara n'hi hagués. Aquell dubte m'estava matant dins meu. M'agradaria saber quants anàlisis de sang, mamografies, cardiogrames i ecografies varem haver de passar per verificar que certament encara hi quedava tumor. Dic “varem” perquè en aquell moment ja vaig ser conscient que era un camí que no podia fer sola. Així que van haver d'extirpar un bocí bastant més gran. “

“Els meus fills continuaven inconscients de tot el que els envoltava. De tot el que la seva mare estava sofrint. Però el pas s'havia de fer. Tenia dret a saber-ho; de fet ja no eren unes criatures. Però només d'imaginar-me com podien reaccionar, el meu cor es feia molt petit i en aquells moments necessitava que estigués més gran que mai. Per això les ganes de lluitar cada cop eren menys, perquè amb aquestes hi anaven lligades moltes coses que em ferien interiorment. Ara entenia el que volia dir la paraula lluitar, encara que jo no la sabés aplicar. Que petita era...!

L'horitzó sempre és molt lluny. En aquelles èpoques quan més el volia tocar menys el veia. I això era el que em preocupava; com més pensava amb el final, més em quedava per fer. Vaig arribar a la teoria que decidir-te a conviure amb el que et toca és el millor que es pot fer. El càncer sempre m'acompanyaria.”

“El cirurgià em va enviar a l'oncòleg. Aquest havia de decidir quin seria el meu tractament perquè el tumor no es pogués tornar a manifestar. El meu va ser la radioteràpia. Consistia en 20 sessions repartides successivament de dilluns a divendres. Aquesta ja em prenia molt del meu temps. La meitat del dia el dedicava a la meva malaltia, a la meva mala sort. Vaig demanar reducció de jornada a la feina, així només hi anava als matins.

Era una sensació molt estranya. Els 14 segons que m'estava estirada esperant que se'm fes la radioteràpia, s'anaven fent cada cop d'allò més estranys. Només sentia un goteig, com si damunt meu gotegessin un a una les radiacions, una cosa que per mi era i és totalment desconeguda. A més, en cap de les sessions vaig voler que ningú m'acompanyés. Era un camí que el volia fer sola de la gent coneguda, però acompanyada de gent nova.

Al començament de les sessions no notava símptomes amb danys. Havia de tenir extrema cura amb el sol, ja que el meu pit estava cremat. Però a poc a poc i al llarg de les sessions em vaig adonar que damunt meu havia caigut un grandíssim cansament. Em pesava i no em deixava continuar. Tot i que només eren certes estones i que tenia

productes que em calmaven aquest mal, em costava continuar, tirar endavant. La vida s'havia convertit en un gran esforç. Tot i que els metges m'ho havien avisat, mai m'hagués pensat que existís tal mal i cansament.”

“Un cop acabada la radioteràpia, el mal no va cessar, ja que al llarg de totes les sessions havien procurat el cremat sobre cremat. Al cap d'un mes el mal va decidir afluir, no exprimir-me de tal manera.

Va ser l'hora de fer el període invers. Sempre havia de tenir algú que em supervisés com una criatura i en aquell moment era l'oncòleg. Però a causa de la millora vaig tornar a visitar el cirurgià i immediatament el ginecòleg, com sempre havia fet. Els controls van començar cada mes, cada tres mesos, cada sis mesos. I amb aquest distanciament...el final del camí.”

“Poc a poc, la meua vida va tornar a la normalitat. A mig camí ho vaig explicar als meus fills i estava orgullosa d'haver-ho fet, ja que em van donar un bot de confiança enorme. El meu home i ells, van ser com tres consols, com tres àngels que em guiaven, que no em deixaven marxar del camí; només podia mirar endavant.”

“I quan tot sembla que no pot ser millor, quan t'has hagut d'enfrontar amb una malaltia com el càncer, quan has hagut de lluitar més que cap guerrer en una guerra...per què tornar-hi? No li havia demostrat a la vida que podia? No havia quedat clar que amb les persones que m'estimava era capaç de qualsevol cosa? Semblava que no. El tumor em va tornar a visitar dos anys més tard.”

“S'havia situat justament al mateix lloc. Només un 10% dels casos pateixen un rebrot i jo en sóc un exemple. En aquell moment si que ja vaig canviar, tothom em semblava molt egoista. No tenia ganes de parlar amb ningú. Jo havia de carregar amb dos càncers, mentre que la majoria de gent no sap el que és. Era molt injust. Però posats a fer, valia més acabar de destrossa la meua vida que no esgarrar la d'un altre.

Sabia que tots ells, eren pensaments inútils, incoherents i que no em portaven en lloc. Ningú tria tenir càncer o no.

Ja no podia tocar més fons, les ganes s'havien esvaït.”

“Vaig haver de fer un altre cop el mateix camí. Aquest cop ja vaig perdre tot el pit, ja que s'havien d'assegurar que no en quedava rastre.”

“L'últim que calia fer era la revisió del Ganglis Sentinella. Aquest nom em va recordar a una nina que tenia de petita. Em sembla que això em va donar esperances. Es curiós. Tot era qüestió de si sortia brut o net. Si sortia net, tot s'havia acabat i mai més podria haver-hi un rebot. Si, en canvi, sortia brut, havia de tornar a pujar la muntanya.”

“Aquest cop vaig haver d'anar a l'institut de medicina nuclear de Barcelona perquè m'ingerissin un líquid d'aquells que tenen en aquest lloc. Aquest per mitjà d'un contrast donaria resposta si el tumor s'havia escampat o no. No ho vaig voler saber. Altra vegada em trobava davant del cirurgià. Per mi ja no era la persona simpàtica que havia conegut. Era un desconegut que volia que es limités a fer la seva feina bé i sobretot que no em fes juraments falsos. Allò era l'important. Cap metge hauria de tenir dret a dir quan una malaltia s'acabarà. Tot s'acaba convertit en falses esperances.

“Diuen que de vegades una cosa tan simple com una paraula et pot canviar la vida. No va ser el cas. Per la meua sort va sortir net. Us preguntareu per què ho explico amb tal alegria.

Tu ets la mestressa del teu cos. Només tu saps si aquest funciona bé o no. Un cop vaig arribar al cim, el meu estat d'ànim va relliscar per alguna de les seves costes. Si no va arribar a tocar la vall, va ser perquè tres persones l'aguantaven amb totes les seves forces i fins al dia d'avui.

Sempre tindrè aquest càncer i per això no faré plans per al futur, perquè el meu futur s'ha tornat buit. Per dins, mai tornaré a ser la que una vegada vaig ser, aquella dona amb una grandiosa plenitud interior, capaç de fer front a qualsevol entrebanc. Tot i que per fora sempre porti una rialla, semblo no tenir interior. No sé. És una cosa molt estranya. És alguna cosa d'aquesta malaltia que volta dins meu i que fa que pensi tan negativament. Sempre tindrè un càncer.”

El càncer tractat en aquesta història és el tumor maligne, la qual cosa significa que els contorns no estan ben definits i sorgeix una dificultat a l'hora d'extirpar-lo. Anem a estudiar aquest cas.

Una lesió mamogràfica de vores mal definides és un signe primari de carcinoma mamari. La majoria dels càncers mamaris presenten un aspecte irregular. (També existeixen lesions benignes que poden aparèixer com a lesions mal definides.) La història clínica i l'exploració física són complementaries a les troballes mamogràfiques a la hora de diferenciar aquestes lesions entre si. No obstant, molt sovint és necessària la biòpsia per confirmar la lesió mamogràfica no definida.

És fonamental assegurar-se de que una lesió mal definida pot identificar-se en dos projeccions (dues radiografies diferents). El teixit glandular superposat pot veure's en una projecció com una densitat de límits irregulars, encara que en la projecció ortogonal s'observa com queda dispers. Si s'observa que una densitat posseeix la mateixa configuració en dos projeccions, es fa necessari un estudi més complert.

Tot seguit us mostro una sèrie d'informes que pertanyen als resultats de la pacient. En ells es defineix el tumor i s'hi especifica les solucions per a la seva curació o eliminació.



JOAN SOLÉ I RAMON
Anatomia Patològica i Citologia

INFORME ANATOMOPATOLÒGIC

primer cognom		segon cognom		Nom	
41		F		Dr. Iglesias	
edat		sexe		Meige sol.licitant	

N.º B-03-0823

Data 10/11/03

Peça Fragmentos de mama dcha.: a)borde ant. b)borde post. C)borde interno d)borde externo
e)borde sup. f)borde inf.

Diagnòstic(s):

- a: *Parénquima mamario con cambios fibroquísticos*
- b: *Fragmento de músculo estriado*
- c y d: *Parénquima mamario con cambios de esteatonecrosis y reacción gigante-celular a cuerpo extraño*
- e y f: *parénquima mamario con mínimos cambios fibroquísticos*

Descripció:

- a) Fragmento hístico irregular de 3x2x1,5 cm., con aspecto fibroadiposo.
- b) Fragmento hístico irregular con aspecto muscular de 1,5x1x0,5 cm.
- c) Fragmento hístico irregular de grasa de 3x2x2 cm.
- d) Idem.
- e) Fragmento hístico irregular de grasa de 2x2x1 cm
- f) Fragmento hístico irregular de grasa de 3x2x1 cm.

Comentari:

No se observan atipias celulares ni restos de lesión intraductal.

Lleida,13..... denoviembre..... de 20.....03

3.5 ESTUDI ANATOMOPATOLÒGIC

Hospital: LLEIDA

Servicio: C.GENERAL

Solicitado Dr/a: GREOLES

Fecha obtención: 3/10/03

Fecha recepción: 6/10/03

Diagnóstico Anatomopatológico: CARCINOMA INTRADUCTAL

INFORME ANATOMOPATOLÒGIC

HOSPITAL SAGRADO CORAZÓN DE BARCELONA

DETERMINACIÓN INMUNOHISTOQUÍMICA (IHQ) DE: RECEPTORES ER y PgR, MARCADORES DEL CICLO CELULAR, Ki 67 y ONCOPROTEINAS, p53 y c-erbB-2

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS IHQ

DETERMINACIÓN	LOCALIZACIÓN	TUMOR INFIL.			T. INTRADUCTAL			Valoración IHQ	
		GP	%	PD	GP	%	PD	C Int	C Ext
ER	NUCLEAR	-	0	-				SI	SI
PgR	NUCLEAR	+	5	H				SI	SI
Ki 67	NUCLEAR	+	2	I				SI	SI
p53	NUCLEAR	-	0	-					SI
c-erbB-2	MEM. CELULAR	+++	95	H					SI

Grado positividad (GP): +, ++, +++

Patron distribución (PD): F = focal, H = homogeneo, I = irregular



Fdo. Dra. Martí SERVEI D'ANATOMIA PATOLÒGICA
 Barcelona, 14/10/03

CDI 002576



INSTITUT D'HISTOPATOLOGIA ARDIACA S.L.

Dr. Joan Solé i Ramon
Humbert Torres 6, baixos
25008 LLEIDA

Afiliación

Nº.

Paciente

Edad. 43

Petición

Fecha 15/12/2005

Dr. JOAN SOLÉ I RAMON

Exploración

Immunohistoquímica

Inclusión-parafina : Bl.1/1

Fotograma. 1

INFORME ANATOMO PATOLÒGIC

Ref. 7795

Fecha 21/12/2005

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Se remite bloque celular identificado con el número B-05-798.
Correspondiente a tumoración mamaria derecha recidivada.

Se practican estudios con técnicas de inmunohistoquímica para la determinación de receptores hormonales ER y PgR, en material fijado en formol e incluido en parafina.

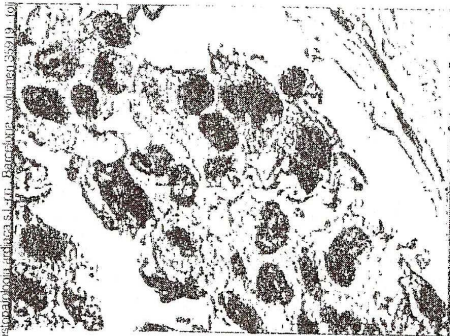
SNOMED

INFORME INMUNOHISTOQUÍMICO

Determinación inmunohistoquímica de :

ER
PgR

- NEGATIVO.
- POSITIVO DÉBIL (1+), 10 %.
- CONTROLES TISULARES APROPIADOS, MUESTRAN TINCIÓN POSITIVA.



Institut d'Histopatologia Ardiaca S.L. - Barcelona - volum 336210 - 09 98 - full 19271217 - inscripcio 1 - C.I.F. B03284029

c/ BALMES #23, Loc.4º. 08022 BARCELONA Tel.93 418 67 55

Dr. M. CARME ARDIACA I ROCCA

3.5 ESTUDI ANATOMOPATOLÒGIC

Hospital: LLE

Servicio: CIRURGIA GENERAL I DIGESHab:

Dr/Dra: GREOLES

F.Extracció: 03/10/2003 F.Recepció: 06/10/2003

SERVEI D'ANATOMIA PATOLOGICA HOSPITAL SAGRAT COR

MUESTRA REMITIDA

Tumorectomia mama derecha.

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Pieza de tumorectomia que mide 60x35x30 mm. Se marca el margen de resecci3n con tinta negra. Se acompa1a de arp3n localizaci3n de lesi3n. La superficie de corte muestra tejido adiposo observándose una 1rea con un ligero reticulado blanquecino y lesiones puntiformes que en conjunto mide 14x12 mm. Dista 1 mm del margen de resecci3n.

Bloques secciones de dicha 1rea A-A4 5/5 IP. IP13.

DIAGNOSTICO MICROSCOPICO

- Carcinoma intraductal grado 3 citol3gico (alto grado), con necrosis de tipo comedocarcinoma, que afecta un 1rea de 14x12 mm de di1metro y se halla en contacto con el margen de resecci3n del fragmento remitido.



SERVEI D'ANATOMIA PATOLOGICA

Fdo: Dra. Marti

BARCELONA, 14 de Octubre de 2003

8. CONCLUSIONS

8.1. Conclusions del treball

S'han assolit els objectius proposats a l'inici del treball. He realitzat un manual sobre totes les aplicacions de la radioactivitat i, a més, per mi molt més important, he conegut persones, tan pacients com metges, que m'han fet veure el món de la medicina més a prop.

La noia que va patir un càncer de mama, m'ha fet obrir els ulls, en la cura que a de tenir un metge a l'hora de tractar un pacient, ja que darrere d'aquest si amaga tot un món, a banda de les de ser testimoni d'un cas real d'una malaltia d'aquest rang. El veterinari o l'infermer que ens va fer la visita guiada per la UAB, m'han apropat a les seves professions. Per tant tots ells, als quals he agraït la seva ajuda, constitueixen un món, que algun dia m'agradaria tocar.

8.2. Conclusions personals

A mesura que m'he anat endinsant amb el tema de les aplicacions mèdiques que té la radioactivitat, m'he sentit més satisfeta d'haver-lo escollit. Crec que he après coses molt interessants sobre aquest món.

Realment m'ha agradat perquè he pogut ser conscient de situacions que mai m'havia plantejat, com per exemple:

- La dependència directa entre la radioactivitat i algunes malalties, és a dir, és impossible de curar algunes malalties sense la presència de radiació i els equips necessaris. El fet que tots els hospitals l'utilitzen, augmenta el seu propi ús.
- L'aparença física de cura d'algunes persones i una realitat interna destrossada, com és el cas de l'anonimat. He pogut comprovar que darrere d'una cara somrient, riallera i simpàtica pot amagar molt de dolor i impotència.
- La facilitat amb què hom pot realitzar una radiografia, el fet de radiografiar un pollastre mort amb objectes al seu interior, m'ajuda a entendre que la radioactivitat a passat a ser alguna cosa més en la societat, a banda de una simple eina per a observar ossos fracturats. Permet obrir tota una via d'investigació i coneixement, sobre la part física de nosaltres mateixos, el nostre cos.
- La seva visió tan negativa en tothom. Però fent aquest treball he comprovat que compensa el fet que la radioactivitat existeixi, encara que ens pugui afectar de manera indirecta.

A més, també m'agradaria destacar, el mèrit de tota aquella gent que es deixava radiografiar per a començar a investigar i que en el mateix fer s'hi deixava la pell. Sense ells no hauríem arribat on som en aquest camp. I per últim, tot i que no n'he donat molta importància en el text, ja que no entrava dins dels meus objectius, el gràcies a tots aquells científics que sense cap tipus d'ajuda van estar capaços de donar origen al món on vivim actualment. Les facilitats ens envolten, curem les malalties, reparem la salut, que més necessitem?

9. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

- Diccionari de la llengua catalana. Insitud d'Estudis Catalans. Barcelona, 1995.
- Enciclopèdia Catalana. 2000. 2a edició.
- Diccionari Enciclopèdic de Medicina, 1997-2009
- CAVEDON, Jean-Marc: *¿Es realmente peligrosa la radioactividad?.* Akal. Le Pommier, 2002
- ORTEGA, Manuel R: *Elementos de radioprotección. UAB*, 1987
- CARRIÓ, I. /GONZÁLEZ, P. *Medicina Nuclear. Aplicaciones Clínicas*

- <http://www.textoscientificos.com>
- <http://www.tuotromedico.com>
- www.encyclopediacatalana.cat
- <http://www.radiologyinfo.org>
- <http://www.salud.com>
- <http://www.healthsystem.virginia.edu>
- <http://www.compumedicina.com>
- www.monografias.com
- <http://es.diagnosispro.com>
- <http://www.todocancer.com>
- <http://www.geosalud.com>
- www.wikipedia.com