

RADIOTERAPIA ULTRA-PENETRANT

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

pel Dr. R. TORRES CARRERAS

Es tant interessant la qüestió físico-biològica, que avui dia es un dels problemes més importants de la Medecina moderna. El fer atravessar els teixits del còs humà per dossis massives de energia Röntgen sense produir alteracions patològiques requereix per part del radioterapeuta una serie de coneixements físics, geomètrics i fisiològics que sense la possessió dels quals no es possible obtenir els efectes benefactors buscats i si produir-ne d'altres de funestes conseqüències. Donem ja per muntada i en estat de bon funcionament la instal·lació productora de radiacions penetrants.

Una de les primeres coses de que'ns hem de preocupar es de la manera com hem d'orientar el tubu. Com que la intensitat de la radiació no es uniforme en tot l'hemisferi actiu del tubu, en el pla de simetria de l'ampolla, l'activitat radiògena va decreixent en un i altre sentit des de un pla normal a la direcció del feix catòdic presa des del centre del anticàtode.

El tubu s'orientarà de tal manera que la regió a tractar miri cap al anticàtode, estant el tubu lleugerament inclinat de tal manera que'l seu eix formi amb la superfície de la pell un angul d'uns 15° amb el vèrtex al càtode.

El feix emes per l'anticàtode està constituït per radiacions elementals de diferenta calitat o de diferenta longitud d'onada, les radiacions de longitud d'onada mes petita tindran més velocitat i per lo tant seràn més penetrants.

Si el feix heterogeni de raigs X atravessa un medi que tingui un coeficient d'absorció igual per a cada feix parcial de raigs X, obrarà com la llum que atravessa el vidre fumat disminuïnt

l'intensitat de la radiació incident sense variar la calitat, aquestes substàncies que tenen aquesta propietat s'anomenen *arradiocroïques*.

En canvi les substàncies que tenen un coeficient d'absorció molt pronunciat per a les radiacions poc penetrants de manera que seleccionen els raigs X, de la mateixa manera que'l vidre blau absorbeix tots els colors menys el blau, s'anomenen substàncies *radiocroïques*.

Com a tipu de substàncies arradiocroïques tenim la plata, cotó, cuire, caotchú, etc., i com a radiocroïca l'alumini, vidre, etc. Interposant entre els raigs X i la pell substàncies arradiocroïques, augmentant el temps d'exposició es produiràn les mateixes radiotermitis, quedant reduïda l'acció profunda a lo mateix que sense el filtre.

Aprofitant les propietats dels cossos radiocroïcs d'absorvir les radiacions menys penetrants i més fàcilment absorbibles i a fi de aixecar el grau radiocromomètric del feix radiògen, s'empleen els *filtres*. El que reuneix millors condicions, proposat per Perthes, es l'alumini. La filtració «ha sigut veritablement el progrés més important de la radioteràpia fonda».

L'alumini com a filtre s'emplea en diferents gruixos, des de mitja dècima de mil·límetre fins a varis mil·límetres, el gruix màxim que devem emplear es de tres mil·límetres.

L'empleu de filtres de més de tres mil·límetres no augmenta ja el poder radiocromomètric, disminuint l'intensitat de la radiació d'una manera sensible, sense endurir els raigs, es dir més enllà d'aquest espessor solzament hi ha absorció.

Tenint en compte que l'alumini emet raigs secundaris i com l'alumini del comerç està barrejat amb altres cossos de naturalesa metàlica que augmenten aquesta propietat, a fi de que aquesta radiació secundària no sigui nociva al malalt, posarem el filtre lo més lluny possible de la pell i además es pot embolicar amb glassa per a que absorbeixi aquestes radiacions.

Un altre dels fenòmens a que poden doner lloc l'aplicació de grans dosis de raigs X, és la radiació de resonància produïda per la topada de la radiació sobre els metalls. Aquesta radiació es presenta quan els raigs X tenen una duresa determinada i fereixen certs metalls d'un pes atòmic determinat, aquest fenòmen es pot comparar al de la resonància dels sons.

S'ha estudiat (Desaüer i Ernst) la radiació de ressonància característica de varis metalls, com per exemple el ferro que

té una radiació propia a x 7 Benoist. En molts cassos amb els filtres desapareix la radiació de resonancia.

Desaüer ha publicat el cas d'un malalt a qui se li va fer una aplicació de raigs X amb un cilindre localitzador tancat en sa extremitat inferior per un diafragma de ferro, per casualitat l'empolla emitia raigs d'una duresa apropiada per a excitar la radiació característica del ferro i en la pell del malalt es va produir una radiodermitis, molt greu, localitzada exactament a la circumferencia cutànea, sobre la que havia sigut posat el diafragma. El distingit tissòleg Dr. Figuerola coneix un cas a qui també se li va fer una aplicació de raigs X (radioscopia) prece-dida de l'aplicació d'una planxa de plom amb una obertura a sobre la pell, aquest malalt va presentar una forta radidermi-tis a la sona on la planxa estava en contacte i per lo tant els raigs X devien quedar elimitats.

Aquesta radiació secundaria de ressonancia s'ha probat d'em-plear-la com a fi terapèutic en radioterapia profunda, essent el resultat negatiu per ser massa tova (Morton).

Un altra raó que abona l'empleu dels filtres es que la dife-rencia de transmissió en els teixits es més grossa sense filtre que amb filtre com per exemple:

Raigs VII Benoist sense filtre a 1 cent. de profunditat transmiteix.	50 %
a 5 cent. de profunditat.	10 %
a 8 cent. de profunditat.	5 %
Raigs VII Benoist amb filtre de 3 milim. a 1 centímetre de profunditat transmiteix	65 %
a 5 cent. de profunditat.	24 %
a 8 centim. de profunditat	7 %

Un dels factors que més hem de tenir en compte en radio-terapia fonda es la distancia del anticàtode a la pell, puix que l'intensitat de raigs X rebuda per una superficie determinada està en raó inversa del quadrat de la distancia.

Si la superficie irradiada es d'un centímetre quadrat estant situat el focu a un metre, si allunyem el focu a dos metres la superficie irradiada serà de 4 centímetres quadrats, i si el focu està a tres metres tindrem una superficie de 9 centímetres cua-drats o sigui a dos metres de distancia l'intensitat serà quatre vegades més petita que a un metre, als tres metres 9 vegades més petita i així successivament. Així, doncs, a quina distan-

cia s'ha de posar el tubu a fi que la irradiació sigui lo més homogènia possible? La distancia de 30 ó 40 centímetres respòn veritablement a un fi pràctic, una distancia més llarga augmentaria extraordinàriament la duració de les sessions.

El camp superficial a irradiar no pot passar el seu diàmetre de la mida corresponent a la mitat de la distancia del anticàtode a la pell. Aquesta mida es pot aplicar al organ més o menys profund que s'ha d'irradiar.

Fins fà poc les radiacions més penetrants de longitud de onada millars de vegades més petita que la de les radiacions lluminoses hi havia comparant-les amb les més penetrants del radi alguna diferencia (els raigs gamma del radi tenien una longitud d'onada 80 vegades més petita que la dels raigs X) pro Des-saüer i Ernst han arribat a produir raigs X tant penetrants com els del radium o sigui raigs gamma artificials. Així en l'actualitat baix el punt de vista de la penetració entre els raigs gamma i X no hi ha diferencia (Guilleminot) la diferencia consisteix solzament en la quantitat, essent aquesta superior al radium, puix que per a fer radiumteràpia penetrant a la distancia de 30 a 40 centímetres com fem habitualment amb els raigs X necessitariem quantitats enormes de radi que a la pràctica no's poden posseir.

Per a mesurar la calitat dels raigs X tenim el radiocromòmetre, el qualímetre i l'espinteròmetre.

Per a mesurar l'intensitat dels raigs X absorvida disposem dels radiòmetres, els més usats son el de S. i N. i el Kienböch. El de Sabouraud i Noiré que's fonamenta en el viratge de la pastilla del platicianur de bari té dintre d'algunes ventatges molts inconvenients, com que'l viratge és degut a deshidratació, una de les causes d'erro es l'estat higromètric de l'atmósfera, la calor també accelera el viratge, per aixó la pastilla no convé acostar-la massa a la pared del tubu, amb la llum devira, per a evitar aquest últim inconvenient s'embolica la pastilla amb paper negre, també el platicianur de bari pel seu pes atòmic està subjecte al fenòmen de la radirressonancia. El radiòmetre d'Holz-knecht que ve a ésser el de S. N. perfeccionat té les mateixes ventatges i inconvenients.

El quantímetre de Kienböch fonamentat en l'impresió pels raigs X d'un paper fotogràfic poc sensible (cloro-bromur de plata) també té algunes ventatges i molts inconvenients.

Valorant un tubu amb el S. i el K., les dosis marcades no

son iguals. Günther ha observat que'l viratge de la Pt. del K. amb raigs profunds filtrats no's confirma la llei dels quadrats. De tots modos amb els raigs durs filtrats quasi tots els radiòmetres son falsos. Alguns autors han pogut comprobar que baix filtre de 2'5 mil·límetres mentres el S. i N. marca 5 H el K. marca 25 x.

Un altre dels inconvenients del K. es que l'impresió del paper fotogràfic creix al principi d'una manera proporcional a la quantitat de raigs X o llum rebuda, però després ho fa més lentament i per fi decreix (insolació), d'aquí vé que'l K. per dosis petites es més exacte.

Els dosímetres fonamentats en la ionització, teòricament tenen d'anar molt bé, però encara no han entrat a la pràctica corrent.

Un dels millors radiòmetres i que per culpa de les actuals circumstàncies no es prou conegut, es l'intensímetre de Fürstenau. Immelmann i Schütze de Berlín l'han experimentat més de un any, temps suficientment llarc per a formar judici bastant segur sobre l'utilitat d'aquest instrument. Aquests autors diuen que's un aparell de dossificació radioteràpica extremadament pràctic, molt exacte i d'un maneig senzillíssim. Dit aparell se fonamenta en la propietat que tenen els raigs X de modificar la resistència elèctrica del selenium. Les unitats en que's divideix l'escala del intensímetre han sigut calculades en relació amb les unitats convencionals usades fins al present) (S. N., H. K.)

L'unitat del K. X es casi igual a 6 F unitats intensimètriques, aixís amb raigs tous 10 X corresponen a $10 \times 6 = 60$ F.

Però com hem dit abans 10 X amb raigs filtrats durs corresponen a 25 X, per lo tant 10 X amb raigs durs filtrats seràn 25 vegades 6 F = 150 F.

L'intensímetre de Fürstenau es pot col·locar a darrera la pantalla protectora mentres dura l'aplicació dels raigs X.

La llei d'absorció de Röntgen i la disminució de l'energia radiant en raó inversa del quadrat de la distància son molt fàcils de demostrar amb l'intensímetre.

Efectes dels raigs X a l'organisme.—Bergonié i Tribondeau varen ésser els primers que varen fer investigacions sobre la radiosensibilitat de les cèl·lules vivents. Aquests autors varen formular la següent llei acceptada per tothom «La radiosensibilitat de les cèl·lules vivents està en relació directa amb sa activi-

tat reproductiva, amb el llur poder kariokinètic i amb el llur estat morfològic menys diferenciat».

Aquesta llei va ésser completada per Bécélère dient: «Tot element cel·lular si absorveix una quantitat suficient de radiació degenera i mor».

Per lo tant, quan més jove es una cèl·lula més gran es la seva radiosensibilitat.

Les teories més generalitzades per a explicar dita acció bioquímica son:

La teoria de la ionització; segons aquesta teoria la radiació produeix en l'interior d'una cèl·lula un desplaçament molecular per ionització.

Per la teoria de Bordier la radiació obraria precipitant els grans coloidals de l'albumina protoplasmàtica, aixís es que la albumina dels elements joves tindria els sistemes coloidals més sensibles.

Segons la teoria de Swarz i altres els raigs X obren sobre la lecitina transformant-la en trimetilamina. Aquesta teoria es fonamenta en que'ls elements de desenrotllo ràpid o en estat de creixement o multiplicació, sans o malalts, tenen major quantitat de lecitina com han comprovat els seus autors. Per exemple, la glàndula genital té un 7'3 % de lecitina, la cèl·lula neoplàsica te un terme mig de 5'8 % i el muscul del escroto 2'3 %.

Una de les teories més bogantes es la d'Ehrlich que diu que els raigs X ataquen l'element cel·lular que presideix la multiplicació de les cèl·lules (gonoeceptor) respectant més al que presideix la funció vital de nutrició (nutriceptor).

Abans quan se feien aplicacions radioteràpiques que s'empleaven raigs molt tous i sense filtres els resultats o eren nuls i moltes vegades nocius. Avui amb els filtres, allunyant el focu i treballant amb raigs durs el resultats son excel·lents, éssent també deguts aquests resultats a que podem donar grans dosis moltes vegades sense perill, a la tècnica del focu creuat, a la dessensibilització de la pell amb la novocaina i adrenalina, a la compresió; etz.

Respecte a la dosi tots els radiòlegs empleen dosis diferents. Quant la lesió que's tracta de modificar es fonda, generalment hi ha que donar grans dosis, devém recordar que quan se donen grans dosis fondes també s'en donen encara majors de superficials.

Als teixits mes radiosensibles se'ls donarà petites dosis.

Kröönig i Gaus inauguraren les grans dosis, aquests autors de cop i volta decuplicaren les dosis administrades correntment, no obstant en la clínica Bumm de Berlín encara ho feren més fort.

En 8 dies i sobre un mateix teixit han arribat a donar 400 X no havent sobrevingut mes que alguna lleugera coloració de la pell, que després desapareix.

De totes maneres les dosis fortes més correntment empleades son de 30-40 X ó 15-20 H amb un temps d'intervol entre una i altra aplicació a lo menys de 15 dies, si la pell té lesions hi ha que esperar un mes.

En cada càs particular varia la dosi segons la classe de malaltia, segons les condicions locals de la regió a tractar, estat general, agravació o estacionament per aplicacions anteriors, etc.

¿Perquè la radioterapia no es generalitza més? un dels obstacles més grossos a sa generalització es la radiodermitis i les lesions provocades pels raigs X en alguns òrgans com l'estómac, budell, òrgans hematopoètics, etc. Ja hem explicat abans el modo d'evitar aquests perills.

Un altre dels arguments empleats pels detractors del mètode es lo que'n diuen *estimul neoplàsic* que produeix un efecte contrari directe. Kienböc nega aquest fenòmen i diu que quan el tumor creix per aplicacions de raigs X és degut a que les dosis son insuficients, la reacció precoç que s'observa després d'una irradiació indica que l'aplicació ha sigut eficaçment deguda a un augment inicial o passatger de la secreció interna del metabolisme o de la formació de toxines (edemes, dolor, febre, augment de leucocits, etc.) Aquests fenòmens, o alguns d'aquests fenòmens, es presenten principalment després de l'irradiació de les neoplasies, miomes, ganglis, leucèmies, etc.

Tots aquests fenòmens acostumen a desaparèixer ràpidament. De tota manera existeix l'estímul com a reacció principal o sigui que després de dosis molt petites com succeeix en les llevors vegetals s'accelera el creixement dels teixits, però com en la pràctica rares vegades s'empleen aquestes dosis tant petites aquest perill es pot menyspreuar.

Un altre argument que s'emplea contra la radioterapia es el de la idiossincràcia. Aquest perill es infundat, perquè la majoria de cassos de radiodermitis atribuïts a la idiossincràcia, estudiant detingudament el malalt s'ha vingut en coneixement de que era degut a causes diferents, unes vegades la pell estava

malalta, altres el radiòleg ignoraba que'l malalt havia rebut altres aplicacions anteriors, altres, degut a mal localitzador, a raigs secundaris, a fenòmens de resonancia, etc. També hi han hagut cassos de perforació vaginal i rectal per mala tècnica.

Una de les coses que també es poden presentar es l'efecte contrari indirecte, que consisteix en que les cèl·lules veïnes del teixit malalt son més sensibles, quan això succeeix s'ha d'abandonar el tractament.

També en cassos de grans tumors si es donen grans dosis hi ha grans reaccions, cosa que convé evitar lo mateix que en altres cassos de limfomas múltiples que no convé irradiar en un sol dia pels fenòmens generals a que poden donar lloc.

Convé com hem dit abans no confondre els fenòmens inicials d'excitació que duren algunes hores o dies amb l'agravació del mal, sobre tot en les neoplasies.

Les indicacions de la radioterapia penetrant o ultrapenetrant son múltiples i varien en cada càs.

Les malalties en que la radioterapia p. dona més resultat son: en primer lloc les neoplasies, qualsevol que sigui la llur localització, miomes uterins, hemorragies menopàsiques, leucèmies, adenopaties, tuberculosi de diferenta localització, sirin-gomièlia, neuralgies, goll, hipertrofia de la pròstata, etc., etc.

Un dels capitols en que cal fer una mica de comentari respecte a radioterapia es el de les neoplasies. En aquestes la radioterapia ultrapenetrant (particularment en els miomes uterins) es superior a tots els medis coadjuvants o substituïts de l'intervenció quirúrgica. Fins a la data en les neoplasies malignes totsels medis nous han sigut abandonats mentres que la radioterapia subsisteix (Kienböck).

Si en un cas determinat es creu que s'ha d'obtenir el mateix resultat amb raigs que amb el bisturí ens decantarém pels raigs. En aquests cassos comparant la Cirurgia amb la Radioterapia ens trobarem que aquesta no produeix dolor, no deixa cap cicatriu i no te el perill de l'anestesia. També es podrà aplicar la Radioterapia en tumors difícilment operables o inoperables, si en el curs del tractament Röntgen els tumors es fan operables allavors es poden intervenir. Si durant l'operació la massa extirpada ho pot ser-ho totalment el bisturí deixarà pas als raigs X com també els cassos extesos a ganglis i vasos linfàtics veïns.

En els tumors grans i profonds es preferible operar (Kienböch).

En la majoria dels cassos el bisturí i els raigs X o gamma son col·laboradors, es a dir, formen la terapèutica radio-radium-quirúrgica.

Un dels tumors més radiosensibles es el sarcoma, poguent desapareixer en poques sessions. Hi han tumors que al principi del tractament son molt radiosensibles, però després se tornen radorresistents, en aquests cassos de vegades son sensibles al radium o al revés, al principi són sensibles al radium i després ho son més als raigs X, aixís és, que unes vegades convindrà aplicar radi i altres raigs X, l'empleu d'un o altre medi també depèn de la localització; els tumors situats en cavitats orgàniques inaccessibles poden ésser tractats amb el radium.

Encara que en alguns cassos no's puguin curar radicalment les neoplasies inoperables, els efectes pal·liatius lograts com analgesia, millorament de l'estat general per disminució de la formació de toxines, reducció de ganglis. etc., donen esperança al malalt elevant l'efecte moral, trobant-se el metge més armat que abans quan es trobava davant d'un cas d'aquests.

Els ginecòlegs ne treuen molts beneficis de la radioterapia, éssent molt entusiastes d'aquest mètode de tractament degut també a que l'aparell de la dona es particularment favorable a la röntgenoterapia.

En els cassos en que aparentment una neoplasia ha estat completament extirpada, s'imposa la radioterapia post-operatòria a fi de destruir les cèl·lules invisibles que han escapat al bisturí, es a dir, farém la radioteràpia profilàctica post-operatòria neoplàsica. Nogier preconitza que abans de la intervenció en alguns cassos inoperables es practiqui la radioterapia. Se irradiaran intensament tots els teixits que han sigut base del tumor lo mateix que'ls ganglis i vasos linfàtics veïns.