

Milani B 76/50.

58.



PROF. EUGENIO MILANI

---

Sviluppi e progressi della tecnica e  
della metodica roentgenerapica nella  
lotta contro i tumori

---

ESTRATTO DA "MEDICINA E BIOLOGIA", - VOL. II, 1943-XXI

---

Esemplare fuori commercio per  
la biblioteca degli esenti

PROF. EUGENIO MILANI

---

Sviluppi e progressi della tecnica e  
della metodica roentgenterapica nella  
lotta contro i tumori

---

*ESTRATTO DA "MEDICINA E BIOLOGIA", - VOL. II, 1943-XXI*

---



EUGENIO MILANI

SVILUPPI E PROGRESSI DELLA TECNICA  
E DELLA METODICA ROENTGENTERAPICA  
NELLA LOTTA CONTRO I TUMORI

**D**ELLE due branche della moderna Radioterapia – Radiumterapia da un lato, Roentgenterapia dall'altro, ognuna con le sue proprie indicazioni – è essenzialmente la Roentgenterapia che in questi ultimi 25 anni ha subito le più profonde modificazioni nella sua tecnica e nella sua metodica. La Radiumterapia, con le sue modalità di applicazione: o entro i tessuti o a contatto o a tutta vicinanza di essi, ha poco modificato le linee fondamentali della sua tecnica. La Roentgenterapia invece ha mutato profondamente i suoi indirizzi; in parte per i progressi di costruzione dello strumentario e dei mezzi di misura, in gran parte per i nuovi indirizzi radiobiologici che hanno continuamente affiancato e spesso preceduto i progressi della tecnica e della metodica roentgenterapica. Questi nuovi indirizzi radiobiologici, questo continuo travaglio nell'affinare la tecnica e nel modificare la metodica delle applicazioni roentgen sono cominciati, si può dire, fin dai primordi quando dal campo delle malattie cutanee e delle malattie degli organi emopoietici la Roentgenterapia è passata, con quell'entusiasmo che caratterizza le scienze giovani, nel complesso campo dei tumori. Il problema della radioterapia dei tumori in genere è un problema che essenzialmente consiste nel danneggiare le cellule tumorali ma col rispetto dei tessuti sani vicini; questo concetto, così semplice teoricamente, presenta delle difficoltà enormi quando si passi nel

campo della pratica applicazione. È indubbio oggi che noi abbiamo nel radium e nei raggi roentgen dei mezzi potenti per uccidere le cellule e la tecnica più semplice apparve quella di dare in una sola volta una dose capace di uccidere tutte le cellule del tumore. Ma la dose che uccide le cellule tumorali e che porta a guarigione è del tutto vicina a quella dose che uccide e danneggia anche le cellule normali: ecco perchè per lunghi anni la roentgenterapia ha battuto il passo e ha cercato di curare solo i tumori cutanei. Per i tumori profondi la pelle rappresentava una barriera la quale non doveva essere danneggiata, e d'altra parte non era possibile fare arrivare in profondità una dose citocida tale che uccidesse le cellule del tumore e non danneggiasse la pelle.

Sembrò così per lunghi anni che la tecnica roentgenterapica non potesse essere spostata da questo punto morto: gli artifici di desensibilizzare la pelle mediante la compressione o mediante l'adrenalina apparvero subito artifici interessanti sì dal punto di vista biologico ma insufficienti dal punto di vista pratico. Anche la introduzione in profondità di radiatori secondari metallici onde aumentare la dose in profondità rimase – dopo il suo quarto d'ora di entusiasmo – come un semplice esperimento. La introduzione invece della molteplicità delle porte di entrata col sistema dei fuochi incrociati permise – e permette ancora oggi – di evitare un superdosaggio in superficie mentre la dose in profondità veniva a rappresentare la somma delle dosi profonde dei vari fasci presi isolatamente.

Ma lo sfruttamento completo del sistema dei fuochi incrociati e delle porte multiple di entrata non poté avvenire che più tardi quando i nuovi mezzi di misura – gli ionometri – ci permisero di misurare esattamente la dose, quando fu bene definita a Stoccolma nel 1928 e a Parigi nel 1931 l'unità di dose (« r » internazionale), quando fu possibile studiare ionometricamente le modalità di distribuzione della dose in profondità, costruendo le così dette curve di isodose con le zone di diffusione verso la superficie e in modo da evitare l'embricatura sulla pelle di queste zone di diffusione e il consecutivo superdosaggio nei punti di contatto dei margini dei campi. Superdosaggi marginali inevitabili nei primi tempi, anche perchè le conseguenze dell'azione dannosa dei raggi non sono imme-

diate, ma esiste un certo tempo di latenza fra irradiazione e manifestazioni delle alterazioni cutanee, che una volta comparse proseguono nel loro corso inesorabile.

Sembrò dunque dopo il 1920 che la tecnica della dose unica entrasse trionfante in terapia e tale rimase per molti anni: essa – secondo Holfelder – non è stata in realtà che una tappa per ulteriori progressi. Furono fissate allora delle dosi tipo – dose cancericida, dose del sarcoma ecc. – le quali avrebbero dovuto rappresentare in rapporto alla radiosensibilità del tessuto da trattare la dose di guarigione senza danneggiare la pelle, senza sorpassare cioè la così detta dose cutanea: se la dose cutanea era rappresentata dalla cifra 100 e la dose cancericida dalla cifra 120, si trattava solo di far giungere in profondità, attraverso porte multiple di entrata, quell'eccesso di dose che avrebbe, attraverso un solo campo, danneggiato la pelle.

Ma il concetto di radiosensibilità è un concetto che si è andato modificando profondamente col passare degli anni: la radiosensibilità di un tessuto non è qualche cosa di fisso ma di mutevole in rapporto allo stato di irrorazione, allo stato di funzione, allo stato di riproduzione ecc.

Come esistono differenze di sensibilità fra tumori e tumori anche dello stesso tipo, così esistono scarti di sensibilità fra le cellule dello stesso tumore. Le varie cellule di una determinata razza tumorale non sono eguali fra loro e la radiosensibilità sarà sempre divisa in strati: è la legge della distribuzione di Quettelet sulla divisione delle proprietà biologiche nella massa dei singoli individui biologici che limita i nostri risultati. Ci saranno sempre cellule la cui sensibilità è al di sotto della media e anche con grosse dosi riusciranno a sopravvivere. D'altra parte è ormai noto che, sia in certi tessuti normali (pelle, testicolo ecc.) sia, in certi tessuti patologici le differenze di radiosensibilità stanno in rapporto alla costituzione del tessuto e alla presenza delle cellule di matrice. La distruzione delle linee seminali, la distruzione degli stati epidermici è facile quando si raggiunge la distruzione delle cellule di matrice (linea delle spermatogonie, linea delle cellule basali): distruzione facilitata dal fatto che la radiosensibilità non è eguale fra i vari strati, ma la radiosensibilità è massima nelle cellule più giovani, più attive

nel loro ricambio e nel loro ritmo cariocinetico. Nella stessa linea seminale del testicolo normale gli scarti di sensibilità fra le cellule dei vari strati sono ormai stati studiati a fondo sperimentalmente (ratti), ed è stata messa in evidenza negli animali ibernanti la minor sensibilità delle cellule della linea seminale nell'ibernazione rispetto ai periodi di non ibernazione.

Data la impossibilità di uccidere tutte le cellule con una unica dose, date le alterazioni che si provocano nella resistenza dell'organismo sotto le forti dosi, la tecnica della roentgenterapia si è andata orientando e si orienta ancora a tutt'oggi verso il sistema delle dosi frazionate. In realtà il frazionamento della dose è stato la tecnica dei primi decenni (e specialmente usata da Holzknrecht) ma la impossibilità di un esatto dosaggio rendeva il metodo pericoloso per l'assommarsi delle dosi stesse.

L'introduzione della tecnica del frazionamento della dose non è basata su concetti empirici di comodità di somministrazione della dose stessa, ma ha oggi i suoi presupposti biologici che è interessante conoscere almeno nei suoi punti fondamentali. Già tra il 1925-1927 alcune esperienze di Lacassagne e Regaud e collaboratori avevano dimostrato come era impossibile ottenere la sterilizzazione completa e definitiva del testicolo negli animali di esperimento con una dose unica, se non a prezzo di gravi ed estese alterazioni cutanee. Era invece possibile, frazionando in più parti la dose, ottenere una sterilizzazione completa e senza alterazioni cutanee. Col sistema frazionato si viene dunque a creare quasi una nuova radiosensibilità, migliorando le differenze di radiosensibilità fra tessuto e tessuto: la pelle disperde infatti l'effetto più rapidamente delle cellule della linea seminale sicchè queste verranno colpite dalla dose successiva quando ancora non è stato disperso l'effetto e non è avvenuto il recupero. Un fatto analogo avviene fra cellule carcinomatose e tessuti vicini: rispetto ai tessuti sani che disperdono più facilmente l'effetto, l'alterazione si accumula nelle cellule carcinomatose col risultato della loro distruzione senza alterazioni cutanee. Le ricerche sulla pelle irradiata hanno dimostrato che frazionando la dose (giuocando così su quello che chiamiamo il fattore « tempo ») la pelle sopporta una dose ben superiore a quella che è possibile somministrare in una sola seduta: 3.000 « r » e più, ri-

spetto ai 600 « r » della dose unica. È oggi dimostrato che la dose di danneggiamento di un tumore si aggira sui 5.000-8.000 « r »: dose che non può essere sopportata dai tessuti sani se somministrata in una sola volta: ma sfruttando la capacità di recupero dei tessuti sani rispetto alle dosi singole - dividendo le dosi - sarà possibile dare il maggior numero di « r » possibile.

Queste conclusioni, succintamente riferite, sono costate anni di ricerche e di esperimenti non senza polemiche con i sostenitori della dose unica che affermano che diluendo la dose, l'azione biologica diminuisce e che la dose totale più alta, necessaria nel sistema frazionato, starebbe in rapporto alla dispersione del frazionamento della dose stessa. Ma la dimostrazione più bella dell'azione biologica del frazionamento è stata data non solo dalle statistiche (che dimostrano un certo miglioramento nei risultati ottenuti specie nel campo di certi tumori), ma dalle ricerche istologiche praticate su tumori irradiati a dose unica o a dose frazionata prelevando biopsie a periodi diversi dal trattamento. Studiando le modificazioni sulle cellule carcinomatose di un cancro della *portio*, Englmann, ad esempio, (1938) poteva notare che sotto una dose unica (1300 « r » di focolaio) già dopo due ore si ha una rapida distruzione delle cellule tumorali specie di quelle in mitosi e rapida degenerazione anche delle cellule in riposo. Ma a distanza di giorni in certi punti del tumore sono ancora riconoscibili figure cariocinetiche normali e dopo 10 giorni dall'irradiazione è difficile riconoscere l'azione dei raggi: esiste anzi un aumento delle figure mitotiche di cui un terzo sono alterate ma due terzi normali.

Nella irradiazione frazionata (150 « r » al giorno fino a 2.000 « r » in 20 giorni) è pure facilmente riconoscibile l'alterazione dei nuclei e la diminuzione verso i 600 « r » delle figure mitotiche, ma le poche residue sono tutte patologiche. Dopo 2.000 « r » e dopo 10 giorni dalla irradiazione le cellule matrici basali non sono più riconoscibili, le cellule del tumore sono distrutte, non si riconoscono più mitosi normali ma quelle poche esistenti sono tutte patologiche; nessuna alterazione nel tratto di *portio* normale ove l'epitelio appare bene conservato con figure mitotiche normali.

Anche più interessanti sono gli studi più recenti (tra cui quelli di Gallavresi della Scuola del Perussia in Italia) sullo studio delle

curve mitotiche dopo irradiazione unica o frazionata di un tumore. Questo studio non è diretto solo a studiare le differenze fra le due modalità di tecnica, ma è anche diretto a riconoscere – se possibile – il ritmo mitotico delle cellule tumorali in modo da far coincidere la dose singola col periodo mitotico stesso. Lo studio è senza dubbio difficile, irto di difficoltà, e molte ricerche sono ancora in corso, mentre invece uscendo dal campo dei tumori e lavorando su testi biologici (epitelio della cornea di larve di salamandre), molti esperimenti sono giunti a delle conclusioni di un enorme interesse per il radiobiologo e il radioterapista.

Irradiando la cornea di larve di salamandra maculosa di non meno di 8 giorni con una dose unica (la cornea mostra chiare figure di mitosi 2-6 per preparato) si ha un rapido arresto e una rapida caduta delle mitosi stesse; si ha poi una ripresa delle mitosi, ma le poche visibili sono tutte patologiche. Con dosi frazionate il decorso della curva mitotica è vario a seconda dell'altezza della dose singola, ma si può dimostrare che per certe dosi parziali, l'effetto sterilizzante immediato può essere scarso, mentre è evidente quello che chiamiamo effetto secondario. Non si tratta più in questo caso di un'azione rapida immediata con distruzione della cromatina nucleare, ma di un'azione lenta che si manifesta tardivamente per un meccanismo di alterazione ereditaria di discendenza, per cui le cellule provenienti da stipiti irradiati portano una stimate ereditaria mutante che rende labile la cellula che andrà dopo 1-2 divisioni ineluttabilmente verso la morte. Quindi nella irradiazione frazionata su un tumore la sterilizzazione sarebbe affidata non tanto all'azione rapida immediata quanto all'azione lenta ereditaria che porterà alla morte anche di quelle cellule apparentemente sfuggite all'azione primaria immediata.

Ora se si cerca di far cadere l'irradiazione nel momento di massima ricchezza mitotica, l'azione della irradiazione appare rinforzata rispetto a quanto avviene irradiando sul minimo mitotico. Queste sono ricerche facili a praticare su testi di esperimento (cornea di larve di salamandre; apice radicolare di *vicia faba*), difficile su tessuti tumorali per la irregolarità del ritmo mitotico.

Nell'apice radicolare di *vicia faba* se si tien conto della curva mitotica giornaliera (minimo mattutino, massimo serale) si nota che

l'azione è massima irradiando sul massimo della curva alla sera. Se invece di una sola irradiazione noi dividiamo la stessa dose in due metà e facciamo cadere la seconda dose parziale nel massimo della ripresa mitotica che segue al periodo di depressione postirradiatoria l'effetto è maggiore, corrispondente cioè a quello di un'unica irradiazione maggiore di 2-3 volte la somma delle due dosi parziali.

Questo maggior effetto del frazionamento della dose è intimamente legato con le modificazioni mitotiche che avvengono dopo una irradiazione: sospensione immediata delle mitosi (effetto primario), periodo amitotico, ripresa delle mitosi che possono a seconda della dose superare i valori iniziali (effetto secondario). Frazionando - come abbiamo detto - la dose, la seconda dose singola viene cadere nel periodo dell'effetto secondario durante il quale le mitosi ricompaiono in numero maggiore, ma le cellule sfuggite all'effetto primario portavano già seco una stimate di ereditabilità che le rende più facilmente vulnerabili. C'è dunque un intimo rapporto fra radiosensibilità e ricchezza mitotica del tessuto, rapporto del resto già noto per quella maggior radiosensibilità che hanno i tumori giovani e largamente proliferanti, sotto l'azione dei raggi X (radiosensibilità che non vuole tuttavia essere eguale a guaribilità). Questo rapporto tra radiosensibilità e ricchezza mitotica del tessuto rimane anche oggi come acquisito, per quanto studi recenti sulla sensibilità sotto i raggi X delle varie fasi mitotiche abbiano spostato il punto di massima sensibilità dalla ana-telefase alla profase e anzi senz'altro nella interfase, cioè nel punto che sta prima che la cellula entri in mitosi.

La questione sarebbe (ammettendo questa possibilità) semplicemente spostata: il tessuto ricco di mitosi sarebbe sensibile non tanto perchè i raggi distruggono le cellule in mitosi, ma perchè i raggi X e gamma paralizzano il metabolismo costruttivo cellulare la cui altezza e potenza ci sono rivelate dalla ricchezza mitotica.

Ma, comunque, data la difficoltà di far coincidere l'irradiazione col ritmo mitotico del tessuto tumorale, accanto alla irradiazione frazionata semplice si è cercato di ricorrere ad alcuni artifici diretti a mantenere il tessuto per quanto più a lungo possibile sotto l'azione dei raggi. È sorta così l'irradiazione frazionata protratta (Coutard) nella quale le singole dosi parziali frazionate sono anche diluite

nel tempo, allungando cioè il tempo di ogni singola seduta, in modo da mantenere il tessuto quanto più a lungo possibile sotto l'azione raggi e cercando in un certo modo di avvicinarci a quanto avviene nelle applicazioni col radium.

Ciò che non è possibile con la dose unica, ciò che non è possibile raggiungere con il semplice frazionamento della dose, sembrerebbe sotto un certo punto di vista meno difficile ad ottenere tenendo il tessuto sotto l'azione subcontinua delle radiazioni in modo da poter colpire tutte le cellule man mano che passano nel periodo di massima sensibilità. È certo che l'irradiazione frazionata protratta ha portato per certi tumori e per certe sedi a dei vantaggi innegabili, ma lo studio delle reazioni biologiche sotto l'irradiazione frazionata e l'irradiazione frazionata-protratta ha anche mostrato che molti vantaggi della protrazione si possono ottenere con una irradiazione frazionata protratta media o così detta economica oppure con una frazionata di saturazione. L'irradiazione frazionata protratta (a parte la questione biologica se la diluizione troppo spinta della intensità sia una diluizione efficace) ha il grande svantaggio dell'enorme tempo necessario per irradiare un solo malato a scapito degli altri malati stessi, almeno con gli apparecchi comuni. Ed è per questo - mentre nuovi apparecchi e nuove tecniche e nuovi orientamenti sono comparsi in questi ultimi anni - che molti radioterapisti hanno preferito restare fedeli al frazionamento della dose usando una tecnica frazionata protratta economica (cioè economica nel tempo con una diluizione media della dose) o una frazionata semplice o una frazionata di saturazione. Con questo ultimo sistema si cerca di mantenere alla stessa altezza la reazione spontaneamente declinante e dopo aver somministrato una intera dose eritema, si danno nei giorni successivi delle dosi aggiunte (e secondo la Scuola di Holfelder decrescenti) in modo da mantenere il tessuto saturato nella massima dose, compensando così la dispersione dell'effetto.

\*  
\* \* \*

Tutte queste modalità di tecnica (ognuna delle quali ha al suo attivo anni di esperienza e un numero enorme di ricerche su testi nel campo radiobiologico, su cui sarebbe troppo lungo soffermarsi) sono modalità

che sfruttano e tengono conto essenzialmente del fattore « tempo », col quale essenzialmente si cerca di ottenere una maggior tolleranza cutanea, un elevamento della dose, una sintonia col ritmo di sviluppo del tessuto. Ma tutti questi artifici devono tener anche conto di un altro fattore: la necessità di irradiare il tumore in modo omogeneo, in modo che tutte le parti del tumore siano irradiate egualmente e con la stessa dose citocida e idealmente nello stesso tempo.

Ma questa irradiazione omogenea spaziale e cronologica presenta delle enormi difficoltà legate al fatto della caduta della intensità nella profondità dei tessuti e nella impossibilità di aggredire nello stesso momento e da più parti il tumore. Certamente con l'irradiazione omogenea di tutto il tumore è legato in gran parte almeno il successo, perchè se una parte del tumore sfugge all'azione dei raggi, se tutto il campo di raccolta dei linfatici non è uniformemente irradiato nel caso, ad esempio, di tumori dell'utero ecc., la dose calcolata teoricamente giusta è praticamente in qualche punto insufficiente. Ed ecco la ragione dello sviluppo di quei metodi che tengono conto del *fattore omogeneità* verso cui si rivolgono oggi molte speranze e che vanno dai metodi della irradiazione a distanza ai metodi della irradiazione con alte tensioni.

I metodi della irradiazione a distanza non sono nati in questi ultimi anni, ma sono di questi ultimi anni i perfezionamenti e gli sviluppi parallelamente ai progressi dello strumentario: dalle distanze focali tubo-paziente di 40 cm., siamo passati a distanze focali da 1 a 2 metri (Teschendorf: teleroentgenterapia p. d.); da 2 a 4 metri (Palmieri: superteleroentgenterapia); e oltre 4 metri (ultra-teleroentgenterapia di Heublein). Ma già dal 1928 Palmieri impostava nei suoi fondamenti il problema della teleroentgenterapia: « cercare di riportare l'irradiazione coi raggi X alle stesse condizioni dei trattamenti col radium rendendo cioè l'irradiazione prolungata e continua aumentando al di là delle distanze comunemente seguite, la distanza focale che per effetto della dispersione quadratica prolunga e protrae il tempo della irradiazione e nello stesso tempo consente e una miglior ripartizione della dose in superficie e in profondità e la possibilità di irradiare più malati contemporaneamente con la stessa ampolla ». Accanto al problema

della ripartizione omogenea della dose veniva così affrontato anche il lato economico del problema.

Una vasta letteratura, una vasta messe di ricerche e di esperienze si è accumulata sull'argomento della teleroentgenterapia e della superteleroentgenterapia e sulle varie modalità di applicazione: irradiazione totale (in malattie del sangue), irradiazioni semitotali o parziali su grandi campi, irradiazioni a campo limitato specialmente adatte per il trattamento dei cancri dell'esofago, dell'ipofaringe e di altre neoplasie circoscritte con invasione delle linfoghiandole satelliti.

I progressi del tutto recenti degli apparecchi generatori di raggi X che ci hanno permesso di passare dalle comuni tensioni di 200.000 volta alle tensioni di 500.000 volta e più, hanno rimesso in primo piano tutta l'importanza della irradiazione a distanza nella lotta contro i tumori. Un apparecchio di tale tipo è impiantato a Roma nell'Istituto di Sanità pubblica (ma non usato per irradiazione su malati) e un altro nell'Istituto di Radiologia della R. Università di Roma dove per mia cura è stata risolta la questione del funzionamento dell'ampolla costruita secondo nuovi criteri.

L'irradiazione con estreme alte tensioni risolve in pieno la questione dell'omogeneizzazione del tessuto irradiato; e la possibilità di elevare oggi il carico nell'ampolla e il rendimento in « r » minuti apre la possibilità di irradiare con alte tensioni e a distanza. Nella teleroentgenterapia con il comune strumentario e con le comuni tensioni (200 kvolta) occorre compensare la perdita di energia per la distanza con una grande intensità, ma ciò non è stato possibile che più di recente quando i nuovi progressi della tecnica hanno lanciato sul mercato apparecchi ad alta intensità. Come si vede accanto ai metodi che tengono conto del fattore *tempo*, sono sorti solo più di recente i metodi che tengono conto del fattore *omogeneità* (irradiazioni con alte tensioni, irradiazione a distanza, irradiazione a contatto) e del fattore *intensità* (roentgenterapia a debole e ad alta intensità).

Tutta una serie di questioni biologiche (come fuggevolmente abbiamo sopra accennato) si riallacciano con questi metodi e con questi fattori: è noto, ad esempio, da tempo che nelle forme infiammatorie

i risultati migliori si ottengono con una terapia a debole intensità che oggi è divenuta la terapia di elezione di molte forme infiammatorie. Ancora aperta è la discussione sul valore biologico delle alte intensità : più che alla grandezza del *quantum* (a cui è legata la capacità di ionizzazione del tessuto da parte del fotone) alcuni autori tendono a dare maggiore importanza al numero dei quanti : più importante che la forza di penetrazione dei singoli proiettili conterebbe come in guerra l'impiego globale delle munizioni (Holfelder). Ma la forza di penetrazione e di ionizzazione da parte del *quantum* non rappresenta dal punto di vista biologico che uno dei lati del problema, mentre l'altro lato, forse più importante, è quello della possibilità di raggiungere una distribuzione omogenea della irradiazione nella profondità tessuti. La dimostrazione più bella della importanza dell'assorbimento omogeneo è data dalla introduzione recente dei metodi di terapia a contatto o plesioterapia, metodi i quali permettono, specialmente nei tumori cutanei limitati, di raggiungere ormai una perfetta e completa guarigione.

Le acquisizioni di ordine biologico e le acquisizioni nel campo fisico tecnico hanno contribuito in modo quasi parallelo all'evolversi e allo svilupparsi delle tecniche e delle metodiche roentgenerapiche: accanto al frazionamento della dose nel tempo che ha portato nuove conoscenze e a nuovi concetti sulle modalità di risposta dei tessuti, anche il frazionamento della dose nello spazio ha contribuito a raggiungere i risultati odierni. Ma sia nel campo radiobiologico, sia nel campo fisico tecnico si è ancora risolutamente in marcia e in evoluzione. Un nuovo campo interessante di studi e di ricerche è quello oggi che riguarda la terapia *rotatoria e pendolare*, terapia che ancora per le difficoltà costruttive è agli inizi: un impianto di terapia rotatoria e pendolare sarà fra breve in funzione nel nostro Istituto.

La roentgenerapia rotatoria e pendolare è un perfezionamento, una varietà della tecnica delle porte multiple di entrata e dei campi incrociati: introdotta da Pohl poco prima dell'ultima guerra mondiale (1913) essa è stata ripresa solo di recente perchè i perfezionamenti della tecnica, i perfezionamenti dello strumentario e del rendimento degli apparecchi hanno permesso di affrontare in pieno tutti quei problemi legati a questo nuovo metodo di cura.

Specialmente complessi sono apparsi i problemi dosimetrici, i problemi legati alla distribuzione in profondità e ai rapporti tra dose di superficie e dose profonda e di focolaio. Nella terapia rotatoria l'ampolla può ruotare attorno al corpo del paziente con varie modalità: nel caso più semplice la rotazione viene ad essere effettuata dall'ampolla attorno al corpo (ad esempio, testa) del paziente oppure mediante la rotazione del paziente stesso davanti al cono radiante emesso dall'ampolla. La dose totale perverrà al focolaio profondo attraverso il massimo possibile di superficie cutanea e a mezzo della rotazione la dose - con un carico minimo cutaneo - verrà ad essere concentrata sul focolaio da irradiare che rimane costantemente nel centro del cono di irradiazione e rappresenta il centro di rotazione stessa. Invece di una rotazione a giro completo o a tre quarti di giro si può far compiere all'ampolla un movimento ad arco di cerchio al di sopra della regione da irradiare (terapia pendolare): intorno al centro pendolare (che dovrà corrispondere al focolaio da irradiare) esisterà una zona che cade permanentemente entro il cono radiante, mentre tutte le altre parti all'esterno di questo cono sono colpite so o dai raggi di passaggio.

La terapia rotatoria è ancora ai suoi inizi, ma l'associazione della terapia rotatoria col frazionamento permette di andare verso la terapia ideale omogenea nello spazio e nel tempo: tale associazione permette infatti di sottoporre tutti i giorni e tutti i campi cutanei al frazionamento con una riduzione enorme del carico cutaneo e con un aumento notevole quasi in progressione geometrica della dose in profondità e sul focolaio, mentre la tolleranza all'irradiazione appare migliore e le reazioni sul sangue sono contenute in limiti forse minori che non nelle comuni tecniche di cura.

Non v'ha chi non veda tutta l'importanza di questo continuo travaglio nella tecnica roentgenterapica, tutta l'importanza di questa evoluzione che ci ha portato in questi ultimi anni a risultati insperati come ne fanno fede le cifre delle statistiche pubblicate anche di recente dal Perussia. La radioterapia è una scienza difficile che deve essere affidata a mani salde e non a un qualunque tecnico a cui mancano quelle cognizioni mediche e biologiche necessarie per

un radioterapista il quale – dinanzi talvolta a delle critiche superficiali sul valore della radioterapia – non ha mai vacillato nella sua fede e ha proceduto sicuro sulla sua via.

*Sviluppi e Progressi della  
Tecnica ecc.*

RIASSUNTO.

L'A. passa in rassegna le varie modalità di tecnica delle applicazioni Roentgen a scopo terapeutico sui tumori e mette in evidenza le ragioni fisiche e biologiche che sono alla base di queste modalità.

L'ideale terapeutico di irradiare in modo omogeneo spazialmente e cronologicamente un tumore in modo che tutte le parti del tumore siano irradiate in modo uniforme e senza intervalli di tempo è stato in realtà praticamente raggiungibile in anni di lavoro e di ricerche. Tuttavia oggi questo ideale ci appare molto più vicino che non in passato con l'introduzione delle nuove tecniche terapeutiche, con l'introduzione delle terapie ad alta intensità e ad alto potenziale e specialmente con le nuove tecniche di terapia rotatoria e pendolare.

97979

~~348173~~

Esemplare fuori commercio per  
la biblioteca degli effetti di





