



ISTITUTO "CARLO FORLANINI",
CLINICA FISILOGICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI ROMA
DIRETTORE: PROF. E. MORELLI

Dott. Prof. GASTONE TORELLI

LA ROENTGENFOTOGRAFIA

Estratto da ANNALI DELL'ISTITUTO «CARLO FORLANINI»
Anno III, N. 1-2, Pag. 171-185



ROMA
TIPOGRAFIA OPERAIA ROMANA
Via Emilio Morosini, 17

1939-XVII

LA ROENTGENFOTOGRAFIA

Dott. Prof. GASTONE TORELLI

I tentativi di fotografare lo schermo fluorescente in modo da ottenere le immagini radiologiche non direttamente sulla pellicola radiografica ma, per via indiretta, su una pellicola fotografica, risalgono ai primi tempi della radiologia: BATELLI e GARBASSO, nel 1896, per primi suggerirono di fotografare con i comuni processi le ombre che si formano sullo schermo fluorescente. I tentativi eseguiti dai vari ricercatori rimasero per lungo tempo senza successo e solo in questi ultimi anni si è fatto un decisivo passo verso la pratica attuazione del metodo specialmente in conseguenza dei progressi ottenuti nel campo fotografico con l'aumentata sensibilità delle emulsioni e con la costruzione di obiettivi corretti a grande luminosità. Al Prof. M. DE ABREU, di Rio de Janeiro, si deve il merito di avere, nel 1936, risolto praticamente la questione; ad esso seguirono HOLFELDER, JANKER, CHANTRAINE, WANDERSLEP, STEPS e BRANSCHIED, BERNER, W. BOEHME e recentemente PALMIERI e MONARI. La maggioranza degli AA. usa delle pellicole di piccolo formato, a passo cinematografico di 35 mm., mentre JANKER usa il formato di centimetri 9×12 ; noi ci interesseremo qui soltanto della roentgenfotografia a piccolo formato.

Data l'importanza del metodo che, specialmente nel campo tisiologico, può essere di una portata veramente grande, da vari mesi mi sto interessando dell'argomento ed ho eseguito un numero rilevante di prove: passerò in breve rivista tutti i dati tecnici riguardanti la fotografia dello schermo esponendo quelli usati dai vari AA.; tali dati interessano i seguenti fattori: ampolla radiologica, schermo fluorescente, tempo di posa, distanza fuoco-schermo, distanza schermo-macchina, macchina fotografica, obiettivo, pellicola, sviluppo, costo, tecnica.

Prima però desidero brevemente accennare alle varie terminologie usate: DE ABREU ed HOLFELDER parlano di roentgenfotografia, CHANTRAINE di radiografia indiretta, WANDERSLEP, STEPS e BRANSCHIED di fotografia dello schermo o fluorografia, PALMIERI e MONARI usano i termini di micromiografia per le fotografie dello schermo di una parte del corpo e di micropanografia per le piccole fotografie di tutto il corpo.

Fra queste varie denominazioni io credo che la più semplice e comprensiva sia quella di roentgenfotografia (*Ro-foto*) ed in seguito userò sempre tale terminologia.

1° *Ampolla radiologica.* — HOLFELDER, BRANSCHIED, BOEHME usano un'ampolla ad anodo rotante, mentre DE ABREU, PALMIERI e MONARI usano un'ampolla ad anodo fisso.

Io ho eseguito delle prove con ampolla Pantix 40, ad anodo rotante, ampolla da 10 Kw. ad anodo fisso ed ampolla ad anodo fisso con raffreddamento a pompa, usata normalmente per la roentgencinematografia; le prove eseguite coll'ampolla ad anodo rotante sono state naturalmente superiori alle altre e ciò è in rapporto al notevole carico che si deve somministrare per ottenere dei buoni fotogrammi, carico che è in rapporto alla grandezza della macchia focale.

2° *Schermo fluorescente.* — Lo schermo fluorescente ha una notevole importanza, poichè deve avere una grande luminosità con scarsa granulosità e ciò a differenza degli schermi che si usano per la cinematografia; in questo metodo anche se lo schermo fluorescente è un poco granuloso, non ha molta importanza poichè la grana della pellicola cinematografica stessa è maggiore della grana dello schermo; inoltre quando si proietta un film roentgencinematografico non interessano tanto i fini particolari delle immagini quanto tutta la visione d'insieme ed in particolar modo i movimenti. Per la ro-foto invece, poichè l'immagine viene esaminata o con un proiettore fisso o con un ingrandimento su carta, occorre che la grana sia la minore possibile ed a questo devono concorrere schermo fluorescente, pellicola fotografica e sviluppo; ancora in contrapposizione alla roentgencinematografia è il valore della fluorescenza residua; là ha una certa importanza poichè per il rapido sovrapporsi delle immagini si può avere una sfumatura delle ombre; con la fotografia invece la fluorescenza residua è un fattore del tutto trascurabile. Per aumentare la luminosità dello schermo è utile sostituire il comune vetro antix con un sottile vetro comune. DE ABREU, BOEHME, HOLFELDER usano uno schermo Super-Astral, PALMIERI e MONARI uno schermo speciale che è uguale a quello usato da noi (è lo schermo per la roentgencinematografia); BRANSCHIED usa schermo Super-Astral oppure Neossal di Neyden.

3° *Tempo di posa.* — I dati forniti dai vari AA. circa l'esposizione sono molto vari; come si rileva dalla tabella riassuntiva DE ABREU usa dei tempi variabili da sec. 0,1 a sec. 0,5, BOEHME da sec. 0,1 a sec. 0,2, BRANSCHIED da sec. 0,16 a sec. 0,22, HOLFELDER sec. 0,2, PALMIERI e MONARI non citano il tempo usato.

Come per la radiografia del torace il fattore tempo ha una notevole influenza sulla nitidezza dell'immagine, così anche per la roentgenfotografia questo fattore non dev'essere trascurato. Io credo che per i soggetti di normale corporatura non si debba oltrepassare l'esposizione di sec. 0,1, potendo arrivare ad un massimo di sec. 0,2 nei soggetti molto grossi; in questo caso però non si potrà pretendere di ottenere una grande nitidezza; naturalmente per dare una minima esposizione occorre sollecitare l'ampolla con dei carichi ultraelevati; ne consegue che per non usare delle ampolle con macchia focale grande si rende indispensabile l'uso dell'anodo rotante. I carichi in mA. usati dai vari AA. sono i seguenti: DE ABREU 50-100 (con ampolla molto vicina allo schermo); BOEHME 200-400 mA., BRANSCHIED 500-600 mA., HOLFELDER 100 mA.; tenendo conto dei tempi usati dai vari AA. noi troviamo che i mAs. variano da 20 a 125, notevole divario che è giustificato dalla diversità degli altri fattori. La tensione usata dai vari AA. varia da 50 a 90 Kv.; io uso normalmente 300 mA. con sec. 0,1 (30 mAs.) con una tensione di 75 Kv.; negli individui corpulenti arrivo a 60 mAs.

4° *Distanza fuoco-schermo.* — Come per la radiografia comune anche per la fotografia dello schermo sarebbe opportuno usare una distanza di m. 1,50 onde eliminare l'ingrandimento dovuto alla nota legge per cui l'ombra

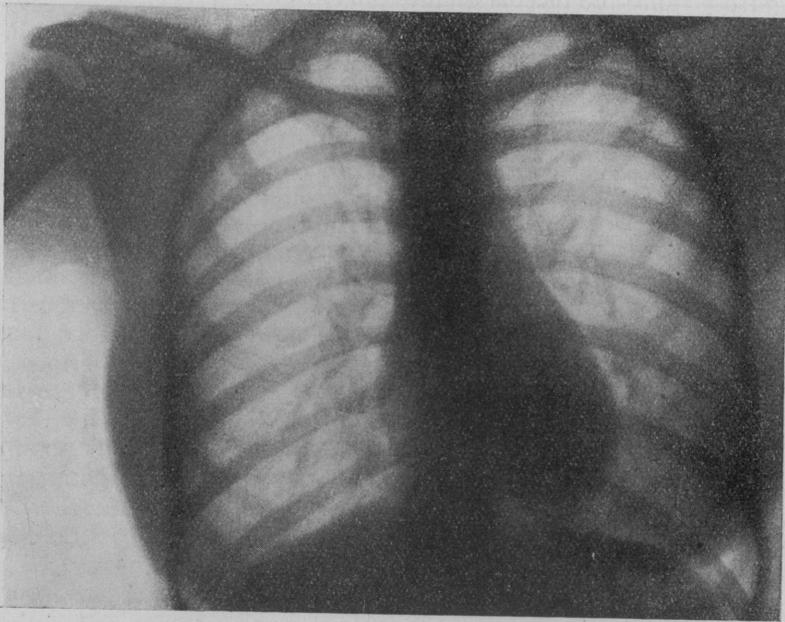


Fig. 1.

Roentgenfotografia di soggetto con tubercolosi micronodulare in sottoclaveare sinistra.

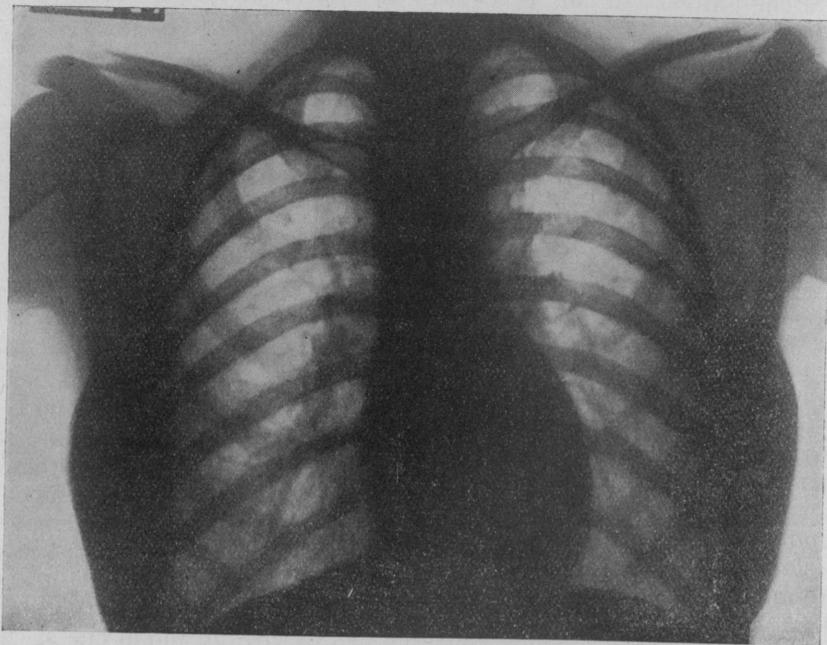


Fig. 2.

Riduzione da radiogramma normale 30 x 40 dello stesso soggetto.

di un oggetto è tanto più piccola quanto più lontano è questo dalla sorgente radiogena e tanto più vicino alla lastra sensibile; però con una distanza di m. 1,50 si avrebbe l'inconveniente di dover aumentare notevolmente il carico o con un aumento del flusso dell'ampolla oppure con un aumento del tempo. La prima condizione è da scartarsi perchè l'ampolla è già sollecitata da un notevole carico che non conviene oltrepassare; passando da una distanza di cm. 90, che è quella da noi usata, a quella di m. 1,50 il carico dovrebbe essere aumentato di 2,8 volte; anche il tempo da noi considerato (sec. 0,1) è abbastanza rilevante per le indagini del torace ed aumentando ulteriormente si andrebbe incontro a delle sfumature che disturbano certo maggiormente. Io credo quindi che, almeno fino a quando l'industria ci darà delle pellicole fotografiche maggiormente sensibili e degli schermi fluorescenti di maggior luminosità, convenga attenersi alle succitate condizioni riguardanti il carico dell'ampolla ed il tempo, e mantenere piuttosto bassa la distanza fuoco-schermo. Attualmente l'industria delle pellicole fotografiche è in continuo progresso e già sono annunciate delle pellicole notevolmente più sensibili ($23 \cdot 10^9$ Din.) delle migliori attualmente in commercio ($21 \cdot 10^9$ Din.); sarà quindi possibile fra non molto usufruire di questo vantaggio aumentando la distanza fuoco-schermo. Le distanze finora usate dagli AA. sono di cm. 60 (DE ABREU), centimetri 70-80 (HOLFELDER), cm. 110 (BOEHME), m. 1,50 (BRANSCHIED).

5° *Distanza schermo-macchina fotografica.* — La distanza fra lo schermo e la macchina fotografica deve essere tale per cui l'immagine che si proietta sullo schermo copra completamente il formato della pellicola che è di millimetri 24×36 . Le distanze usate dai vari AA. sono: DE ABREU ed HOLFELDER cm. 90, PALMIERI e MONARI cm. 70 circa; noi fotografiamo uno schermo alto cm. 35 e largo cm. 40; per avere la distanza esatta onde disporre la macchina in modo che l'altezza di cm. 35 copra i 24 mm. di altezza del film ci siamo valsi della formula:

$$D = \frac{FS}{s} + F \quad (1)$$

in cui:

- D = distanza obbiettivo-oggetto
 F = " " focale dell'obbiettivo (50 mm.)
 S = grandezza dell'oggetto (350 mm.)
 s = " " dell'immagine (24 mm.)

Risulta che $D = 779$ mm.; ossia che tra la superficie fluorescente ed il centro dell'obbiettivo deve correre una distanza di 78 cm.

Dalla stessa formula risulta che la larghezza dello schermo (40 cm.) dà un'immagine di mm. 27,4; poichè la lunghezza del formato Leica è di mm. 36, tra una fotografia e l'altra rimane uno spazio di mm. 8 che può essere adibito alla scritturazione. Per portare a fuoco un'immagine distante 78 cm. bisogna ricorrere ad un piccolo artificio, poichè sulle macchine fotografiche Leica e Contax normalmente la distanza minima della messa a fuoco è di cm. 100; se noi lavorassimo con questa distanza avremmo un'immagine in base alla formula (1) di mm. $18,4 \times 21$ per uno schermo di cm. 35×40 ; si otterrebbe quindi un'immagine che non sfrutta completamente la grandezza del film. È sufficiente allora, invece di avvitare completamente l'obbiettivo sulla macchina, di non eseguire l'ultimo giro di vite, di modo che si riesca a mettere a fuoco gli oggetti distanti 70-80 cm., naturalmente la messa a fuoco esatta deve essere fatta una volta tanto per tentativi su un pezzo di pellicola. Noi abbiamo approfittato del non completo avvitemento dell'obbiettivo sulla

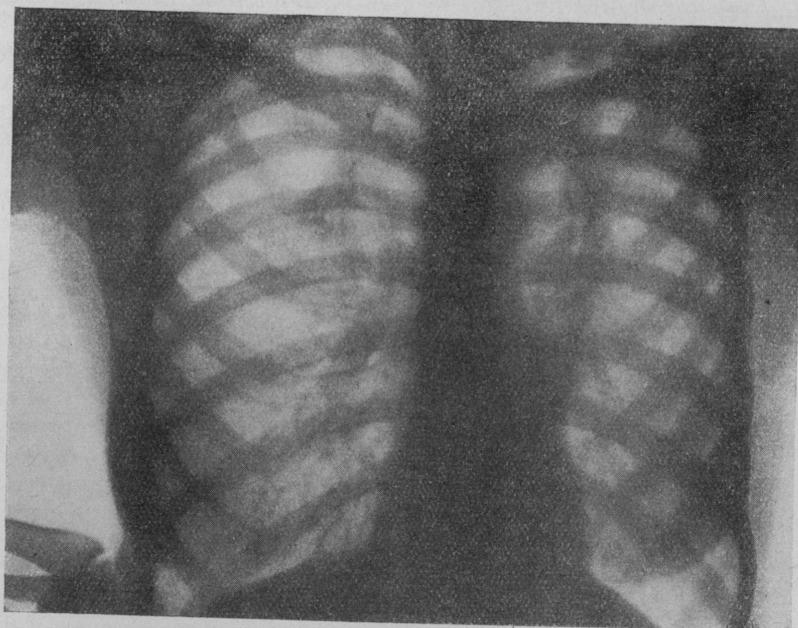


Fig. 3.

Roentgenfotografia di soggetto con pneumotorace destro, tubercolosi fibro-nodulare superiore sinistra ed ernia mediastinica antero-superiore.

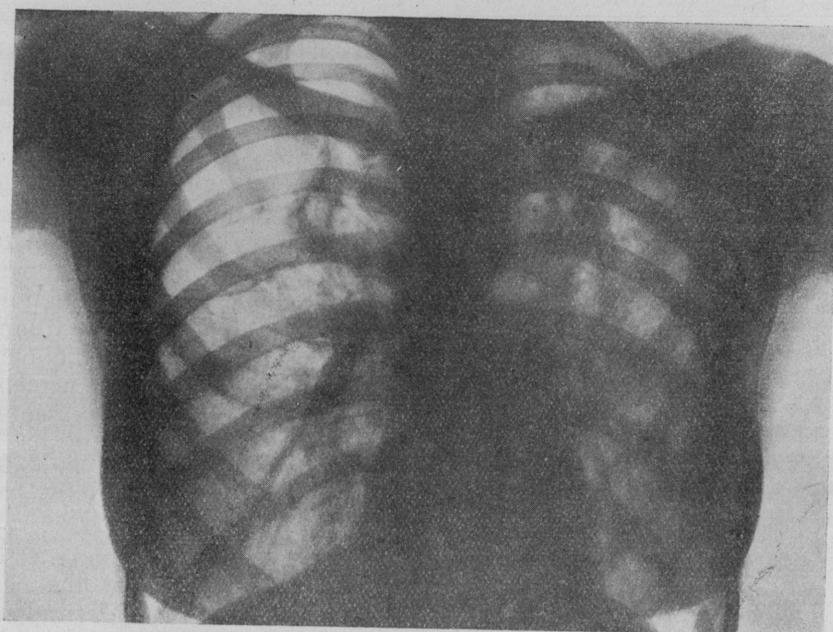


Fig. 4.

Riduzione da radiogramma normale 30 x 40 dello stesso soggetto.

macchina per interporre una sottile lamina di piombo (mm. 0,5) che serve inoltre da protezione antix della macchina.

6° *Macchina fotografica.* — Le macchine fotografiche usate sono in genere le migliori del mercato, atte al trasporto delle pellicole fotografiche di 35 mm. (Leica, Contax, Exacta); come ho detto sopra qui non considero le macchine di maggior formato usate da JANKER (9 × 12) poichè l'utilizzazione di pellicole o lastre di tale formato implica già una spesa notevole, per cui viene frustato il maggior beneficio della ro-foto, che è il basso costo dell'indagine.

La macchina va protetta dalle irradiazioni dirette e secondarie mediante una fascia di piombo che la circonda ad esclusione della zona corrispondente all'obbiettivo, poichè questo da solo è sufficiente ad arrestare i raggi roentgen. Le macchine attualmente in commercio potrebbero essere modificate per l'uso radiologico, anzi se il metodo raggiunge una certa diffusione, i costruttori dovrebbero ideare una macchina appositamente per roentgenografia avente dei caratteri propri e senza certi costosi accessori che, se indispensabili per le fotografie, sono inutili per la ro-foto. La macchina dovrebbe avere la possibilità della messa a fuoco fino a cm. 50, una buona protezione contro i raggi roentgen ed i caricatori di capienza superiore a quelli usuali (m. 1,60); questi dovrebbero essere sul tipo della Leica Reporter con capienza di m. 10 di pellicola; inoltre la macchina dovrebbe avere la possibilità pratica di permettere di togliere dei brevi tratti di pellicola impressionata per eliminare il disturbo di dover finire il rotolo per poter sviluppare. La macchina può anche non essere munita del costoso telemetro e dell'otturatore a tendina, sostituendo questo con un comune otturatore a scatto che è molto meno costoso e per il nostro uso più pratico. Io credo quindi che i costruttori di macchine fotografiche ci possano dare una macchina più economica e più pratica.

7° *Obbiettivo.* — L'attuazione pratica della ro-foto è dipesa in gran parte dalla costruzione di obbiettivi molto luminosi. Non occorre che il cristallo delle lenti contenga piombo per arrestare i raggi roentgen, ne è necessario che le lenti dell'obbiettivo siano costruite in quarzo come ritenevano LOMON e COMANDON, onde sfruttare anche i raggi ultravioletti emessi dallo schermo fluorescente. Gli obbiettivi usati dai vari AA. sono di luminosità $F 1 : 1,5$ (DE ABREU, HOLFELDER), $F 1 : 1,4$ (BRANSCHEID); noi abbiamo un obbiettivo Xenon-Leitz $F 1 : 1,5$; ho anche sperimentato con altri obbiettivi; l'obbiettivo Ernemann $F 1 : 2$ ed il Summar Leitz $F 1 : 2$ non apparvero sufficientemente luminosi; ricordo che l'obbiettivo $F 1 : 1,5$ ha una luminosità che è superiore a quella del $F 1 : 2$ di volte 1,75. Ho anche provato il luminosissimo R-Biotar $F 1 : 0,85$ che è tre volte più luminoso dell'obbiettivo $F 1 : 1,5$; quest'obbiettivo che è montato sulla macchina roentgen cinematografica copre soltanto un quadrato con 18 mm. di lato ed inoltre presenta una discreta aberrazione marginale; la piccolezza dell'immagine mi ha fatto scartare questo tipo di obbiettivo, dopo aver fatto delle prove fotografiche comparative con il $F 1 : 1,5$.

8° *Pellicola.* — La pellicola da usarsi per le fotografie dello schermo deve rispondere a due principali requisiti; sensibilità e grana fina; questo ultimo fattore è inoltre anche dipendente dalle modalità di sviluppo. DE ABREU usa film Agfa Isocrom 16/10° Din, HOLFELDER e BRANSCHEID usano Agfa ISS 21/10° Din, BOEHME usa film Schering. Io ho fatto le prove con numerosi tipi di film di varia sensibilità e la scelta è caduta sul film Agfa ISS 21/10° Din che è risultato quello più sensibile per le roentgenografie.

In genere si eseguono filmi della lunghezza di m. 1,60 (36 pose); è però augurabile che i costruttori ci diano delle macchine che si possano caricare con 10 metri di film, senza però arrivare ai prezzi elevati di quelle attualmente in commercio che, come ho detto, sono costose per l'aggiunta di accessori assolutamente superflui per il nostro scopo.

9° *Sviluppo fotografico.* — È uno dei punti più delicati perchè da esso molto dipende la grana del negativo, grana che noi dobbiamo cercare di contenere nel minor limite possibile; la grana aumenta con il tipo e la durata del bagno di sviluppo. Fra le numerose formule proposte per ottenere delle negative a grana fina, una assai conosciuta è quella a base di parafenilendiam-

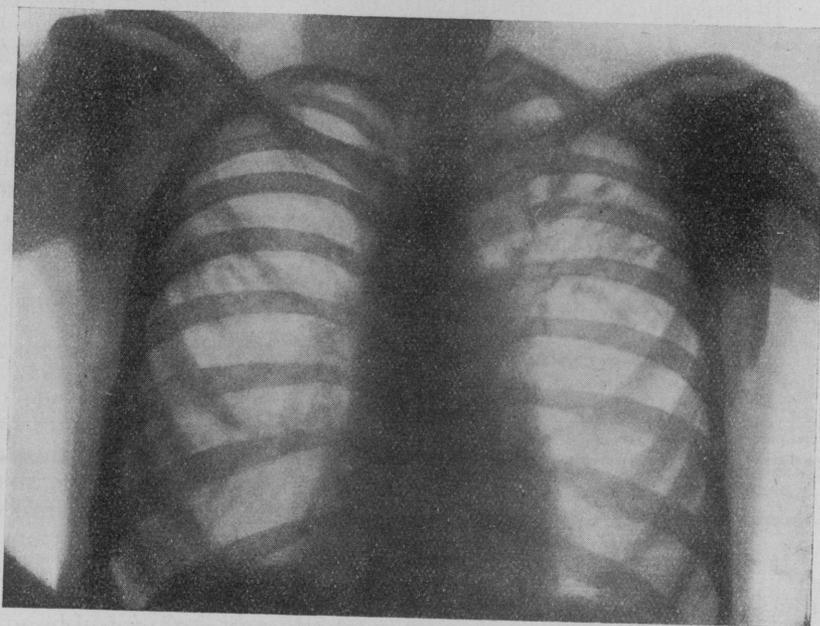


Fig. 5.

Roentgenfotografia di soggetto con tubercolosi nodulare sottoclaveare sinistra e al terzo medio destro.

mina che dà realmente una grana molto fina, ma è praticamente poco conveniente poichè richiede un tempo molto lungo di sviluppo, è velenosa e sporca notevolmente; inoltre è di basso rendimento poichè richiede un notevole aumento di posa. Noi abbiamo quindi senz'altro scartato questo tipo di sviluppo ed abbiamo fatto numerose prove con vari tipi a base di metol-idrochinone, sviluppando dei tratti di pellicola Agfa ISS tutti egualmente impressionati; l'esame della grana eseguito sia per mezzo del microscopio come per mezzo del proiettore, ha mostrato che la miglior grana è stata ottenuta con lo sviluppo seguente:

Metolo	gr.	8
Solfito sodio anidro	»	125
Carbonato sodio an.	»	12
Acqua	cc.	1000

Per la scelta dello sviluppo, bisogna tener conto anche del costo che per qualche tipo di sviluppo è tutt'altro che trascurabile; lo sviluppo al Temol viene a costare L. 4 per ogni film, il che vuol dire 11 cent. per ogni fotogramma; lo stesso prezzo è raggiunto dallo sviluppo Mikrolin ed Atomal; per questo reputo che nessuno dei tre sopradetti sviluppi sia conveniente; questi tipi di rivelatori danno indubbiamente una grana più fina di quelli comuni al metol-idrochinone ma hanno anche un altro inconveniente che consiste in una sottoesposizione della pellicola per cui questa, se si vuole ottenere un annerimento uguale a quello che si ottiene con i comuni rivelatori, deve essere posata di più; ora, come ho detto sopra, siamo già ad un carico che non è conveniente superare. Lo sviluppo da noi scelto viene a costare L. 1 al litro circa; con un litro si possono sviluppare 5 filmi, ossia 180 fotogrammi.

Per il fissaggio noi usiamo la formula:

Iposolfito di sodio	gr. 250
Metabisolfito di potassio	» 20
Acqua	» 1000

Le manipolazioni fotografiche sono facili sia che si usino dei filmi da m. 1,60 che si sviluppano nelle bacinelle rotonde apposite o meglio ancora sui rulli di vetro, sia che si usino delle pellicole più lunghe che vanno allora distese su un telarino di legno che viene quindi immerso in una delle solite bacinelle verticali di uso radiografico.

Usando delle pellicole pancromatiche è conveniente servirsi come disensibilizzatore di una soluzione di safranina al 0,2 per mille.

10° Costo. — Esiste un notevole divario tra i vari AA. sul costo di ogni fotogramma e del tutto recentemente un A. tedesco, l'HEISIG, ha fatto un calcolo per cui risulterebbe che la roentgenfotografia non è tanto a buon mercato come la si descrive. DE ABREU fa il calcolo delle spese in marchi (consideriamo 1 RM = L. 7,50). Egli considera una spesa d'impianto ed una di esercizio annuale per 1.000.000 di esami. La spesa di impianto viene calcolata in L. 252.000 (per tre installazioni), le spese di esercizio in L. 302.400 per stipendi a 20 specialisti, L. 756.000 per stipendi a 100 aiuti tecnici; per materiale fotografico, manipolazioni chimiche L. 105.410; verrebbe un totale di L. 1.163.810, ossia una spesa di L. 1,16 per ogni indagine. Il prezzo base di DE ABREU per il materiale fotografico e le manipolazioni chimiche (RM. 0,017 = L. 0,126) mi sembra un po' basso; detto A. non prende invece in considerazione altri costi che gravano sul metodo roentgencinematografico e tra questi in particolar modo il deperimento del materiale ed il consumo delle ampolle; alla fine del suo lavoro il DE ABREU dice che le prime 5.000 roentgenfotografie sono venute a costare RM. 103,10 ossia L. 0,15 ognuna. HOLFELDER calcola il prezzo in marchi 0,50 (L. 3,75) per indagine; CHANTRAINE considera il prezzo in 5 pf. per il film, 5 pf. per la copia e 20 pf. per il costo dell'ampolla, ammortamento e salario del personale; un totale di pf. 30 (L. 2,25).

Di parere nettamente contrario è HEISIG, di Weimar, il quale sostiene invece che il metodo più economico sia quello da lui proposto, di radiografare su carta fotografica a rotoli di 130 pose del formato di cm. 35,5 × 35,5 con sistema di trasporto molto rapido a mezzo di un motorino; Egli ritiene che il calcolo fatto dai sostenitori della roentgenfotografia sia inesatto e dice che sarebbe come se per il prezzo-Km. di una automobile si calcolasse solo il prezzo della benzina; Egli si domanda dove rimane l'ammortamento e l'interesse del capitale investito per l'apparecchio roentgen, per le ampolle, per

la macchina fotografica, per l'apparato di proiezione e dov'è il prezzo del consumo della corrente e del personale; Egli crede inoltre che i piccoli film vadano proiettati dopo esser stati posti tra due vetri e scritti per mezzo di un sistema ottico, il che rende il procedimento minuzioso, costa molto lavoro e materiale aggiunto e quindi rincarà il prezzo.

Inoltre l'A. ritiene che se su 100 fotografie occorrono poi 20 radiogrammi diretti per risolvere dei dubbi diagnostici, il costo delle fotografie varia molto e precisamente: 100 fotogrammi = RM. 50 + 20 radiografie a RM. 12,75 l'una (!) fanno totale di 305 RM. per 100 individui; mentre gli esami con la carta a rotoli costano marchi 80 al 100. Al giudizio di JANKER sul notevole risparmio di argento per le foto (100.000 esami chiedono Kg. 122,50 di argento per le radiografie comuni, Kg. 4,500 di argento per il formato 9×9 e Kg. 0,700 per il formato Leica) l'HEISIG obietta che gran parte dell'argento può essere recuperato.

Invero il calcolo del costo della ro-foto è tutt'altro che facile, non solo, ma è notevolmente variabile a seconda del numero delle fotografie che si eseguono ed a seconda che la ro-foto venga eseguita presso un Istituto Radiologico già attrezzato per il comune lavoro radiografico del torace oppure se si tratta di un impianto costruito appositamente per eseguire le ro-foto. Prenderemo in esame entrambe le condizioni.

Incominciamo a considerare il costo di un esame fotografico eseguito in un Reparto già dotato di un'installazione radiologica con ampolla ad anodo rotante; non prendiamo in considerazione ammortamento di apparecchi e spese del personale, poichè facciamo un confronto con il costo di una normale radiografia. Bisogna quindi considerare l'ammortamento dell'attrezzatura per la fotografia, il consumo dell'ampolla, il film fotografico, le manipolazioni in camera oscura. La spesa di impianto complessiva può essere valutata in L. 6.000, quindi tra l'ammortamento e gli interessi si può calcolare una spesa di L. 1.200 annue, che gravano sul costo di ogni pellicola a seconda del numero delle indagini che si eseguono. Per quanto riguarda il consumo dell'ampolla, questo è di un poco superiore a quello delle radiografie comuni occorrendo per queste un carico di 20 mAs. e di 30 mAs per le prime; siccome noi partiamo dal presupposto di lavorare sempre con ampolla ad anodo rotante, questa invece di dare 50.000 radiografie standard, ci potrà dare soltanto 35.000 fotografie; si ha quindi una differenza in più per ogni fotogramma di cent. 6 (cent. 20 per la fotografia e cent. 14 per la radiografia); bisogna però considerare che con la fotografia noi non abbiamo consumo nè di schermi di rinforzo nè di cassette radiografiche, consumo questo che pur stando sotto la realtà, può essere considerato in cent. 10 per ogni radiogramma; abbiamo quindi un vantaggio di cent. 4 nei riguardi delle fotografie.

Il consumo degli schermi di rinforzo, l'ammortamento e gli interessi del capitale investito nell'acquisto di telarini portapellicola, cassette radiografiche e schermi di rinforzo controbilanciano l'ammortamento e gli interessi del capitale speso per la attrezzatura fotografica, che abbiamo calcolato in L. 6.000 (L. 1,200 annue). Il costo del film è di L. 4 al metro, ossia L. 6,40 per ogni rotolo di 36 pose, equivalente a cent. 17,8 per fotogramma. Lo sviluppo fotografico ed il fissaggio vengono a costare cent. 1 per posa; in totale abbiamo cent. 19 per ogni indagine fotografica; il film radiografico 30×40 costa L. 11, lo sviluppo di detto film costa cent. 15; vediamo dunque che il rapporto tra un'indagine e l'altra è di L. 0,19 a L. 11,15 ossia è di 1 a 50 circa.

Prendiamo ora in esame un impianto ex-novo; l'impianto radiologico munito di ampolla ad anodo rotante e completo di tutti gli accessori per eseguire la ro-foto può essere calcolato in L. 60.000: si ha quindi una spesa di

ammortamento e di interessi sul capitale di L. 9000 annue. Come personale consideriamo un medico e 4 aiuti tecnici con una spesa annuale di L. 36.000; spese generali (cancelleria, luce, energia elettrica, ecc.) L. 15.000; sono un totale di L. 60.000. Con un impianto così costituito si è in grado di fare, lavorando soltanto al mattino, 300 ro-foto al giorno, il che vuol dire 90.000 ro-foto all'anno, considerando 300 giornate lavorative; la spesa viva di ogni fotografia è di cent. 38,8 (pellicola e sviluppo cent. 18,8, ampolla cent. 20) ossia L. 34.920 che aggiunte a quelle delle spese sopraricordate formano un totale di L. 94.920, il che corrisponderebbe a L. 1 circa per indagine.

Naturalmente il calcolo è fatto per un impianto per una grande città, al quale dovrebbero essere indirizzate tutte le masse da esaminare; se il numero degli esaminandi dovesse essere inferiore, per es. 45.000, la spesa per unità verrebbe ad aumentare a L. 1,75.

Ma io non credo che si debba ricorrere a nuovi impianti per l'attuazione degli esami roentgenografici, perchè ciò implica un notevole aumento della spesa con evidente sproporzione tra la spesa viva e la spesa generale; se noi consideriamo che l'esame ro-foto può essere fatto presso un Gabinetto Radiologico già esistente senza aggravii di ulteriori spese generali considerando in tutto soltanto L. 1200 per ammortamento degli accessori fotografici, viene a risultare che il costo di una fotografia si aggira sui 50 cent. anche per un lavoro non elevato.

11° *Tecnica.* — C'è grande differenza a seconda che l'impianto debba servire per un lavoro di gran mole (oltre 1000 fotogrammi al giorno) oppure per un mediocre lavoro (50-100 fotogrammi al giorno). Per l'esame ro-foto di grandi masse occorre avere del personale molto ben attrezzato ed abbastanza numeroso. HOLFELDER e BERNER durante le giornate del Partito Nazional Socialista a Norimberga nel 1938, hanno eseguito una media di 2000 ro-foto al giorno con una punta massima di 2500; una media oraria di 300 con una punta massima di 400 ed un massimo di 10 ro-foto al minuto primo; naturalmente per avere simili cifre non occorre soltanto che i serventi siano molto bene esercitati ma che anche i pazienti si prestino all'esame con la massima volontà, come è stato nell'indagine di HOLFELDER e BERNER in cui i pazienti erano militi Nazisti che eseguivano gli ordini con la massima precisione e sollecitudine; il lavoro era distribuito fra ben 10 uomini, di cui 1 al tavolo di comando, 1 per la sistemazione dei fotogrammi, 1 per il trasporto del film, 1 per il cambio dei rulli, 1 per scrivere, 4 per istruire preventivamente gli esaminandi ed 1 di riserva. Naturalmente tutta questa grande quantità di personale non necessita che quando si vogliono eseguire dei record.

Ad ogni modo se il lavoro non è rilevante (300-400 al giorno) è meglio che il personale non sia scarso e ben distribuito; dalla mia pratica posso dire che 4 persone sono sufficienti, una al tavolo di comando dell'apparecchio radiologico, 1 per mettere a posto l'esaminando e per il servizio della macchina fotografica, 1 per istruire preventivamente gli esaminandi ed 1 per la scritturazione; in una mattinata si possono fare comodamente 300-400 fotogrammi.

Lo sviluppo, le manipolazioni fotografiche, la scritturazione e la lettura possono essere fatte nel pomeriggio.

Quando il lavoro non è eccessivo è più che sufficiente il personale normalmente addetto al gabinetto radiologico.

Per la lettura del fotogramma è consigliabile di proiettare la pellicola unita, senza tagliare i singoli fotogrammi; per questo reputo senza valore l'obbiezione di HEISIG il quale crede che le piccole fotografie vadano proiettate separatamente dopo essere state poste tra due vetriini con guida di allu-

minio. La conservazione delle pellicole è semplice ; io uso conservare i rotoli da 36 pose in piccoli barattoli di cartone ; siccome ogni posa porta il numero, risulta facile qualora per un confronto si dovesse proiettare un fotogramma eseguito in precedenza, cercarlo nella fototeca, dopo aver sfogliato lo schedario, nel quale ad ogni nome corrisponde il numero del rotolo ed il numero della posa ; p. es. n.n. Rotolo N. 12, posa N. 5. Per i servizi ospedalieri in cui qualche volta è sufficiente avere la documentazione roentgenografica anziché radiografica sarà utile allegare alla cartella clinica un ingrandimento del formato 13 × 18 il cui costo complessivo è di L. 0,40.

Scopi. — Lo scopo della roentgenografia non è quello di sostituire la radiografia poichè la finezza dei dettagli di quest'ultima non è assolutamente raggiunta ; la roentgenografia è indicata in particolar modo per la *ricerca della tubercolosi polmonare nelle masse*. Essa rende un po' di più della radioscopia sulla quale ha inoltre il vantaggio di essere un documento che rimane, cosicchè può essere consultato a distanza di tempo e di luogo ; ma oltre questo scopo che chiameremo capitale, può anche sostituire in qualche raro caso la comune radiografia ; p. es. nei sanatori e nei dispensari durante la condotta di una cura pneumotoracica si sente talvolta il bisogno di una documentazione senza avere la necessità di una indagine che dia anche i minimi dettagli ; sono i casi in cui si vuol vedere e documentare l'ampiezza di una bolla pneumotoracica, il progredire di un versamento, l'allungarsi ed il rompersi delle aderenze durante un periodo di iperpressione ; in questi casi saranno sufficienti le indicazioni fornite dalla fotografia dello schermo ; anche all'infuori del campo polmonare si ha talvolta il bisogno di simile documentazione per cui si può dire in linea generale che la roentgenografia può essere fatta al posto della radiografia su carta.

Ma il maggiore interesse del metodo è sempre quello di ricercare tra la massa i portatori di tubercolosi polmonare ; naturalmente qualche volta la piccola immagine ci potrà lasciare nel dubbio, ed allora converrà praticare un esame suppletivo con radiografia diretta, radiografia che potrà anche essere eseguita su pellicola di formato ridotto.

La ro-foto può essere di notevole ausilio nel campo antitubercolare per la ricerca della tubercolosi ; come è noto da qualche anno si parla della cartella biotipo-clinico-radiologica degli scolari ; proposta assai bella ma che trova, per la sua attuazione, un notevole scoglio costituito dall'elevato costo. Una indagine radiografica (formato 24 × 30) verrebbe a costare L. 7-8 ognuna, mentre per mezzo della ro-foto il prezzo verrebbe ad essere ridotto, come abbiamo detto, a L. 0,50 ; è da augurarsi che questo mezzo trovi una prima attuazione da parte delle Autorità competenti su un grosso numero di scolari.

Un altro campo in cui la ro-foto potrebbe essere attuata è nelle visite delle reclute ; ogni anno negli ospedali dipendenti dal Corpo Sanitario dell'esercito, della marina e dell'aviazione, vengono ricoverati numerosi militari affetti da tubercolosi polmonare, in cui, con ogni probabilità almeno in un certo numero di casi, la malattia era già in atto all'epoca del reclutamento ; questi militari, tra degenza in ospedale, convalescenza e talvolta pensione, costituiscono un notevole dispendio per le amministrazioni militari ; se a tutte le reclute fosse fatto l'esame ro-foto del torace, si potrebbe evitare di fare idoneo al servizio militare degli ammalati di tubercolosi. La questione oltre che dal punto di vista puramente amministrativo è importante anche dal lato sociale in quanto permette di porre la diagnosi di tubercolosi polmonare in individui inconsci del proprio stato di malattia, permettendo quindi la possibilità di una precoce terapia.

Altro campo di applicazione della ro-foto sono le visite periodiche che si compiono sul personale di certi Ospedali. Nel nostro Istituto il personale all'atto della assunzione viene sottoposto ad una indagine radiografica su pellicola 30×40 , e negli anni successivi viene sottoposto alla stessa indagine; mentre ritengo che per la prima indagine sia opportuno mantenere l'esame radiografico diretto reputo che negli esami successivi sia sufficiente la roentgenfotografia.

PALMIERI ritiene che certi problemi di medicina sociale (p. es. l'esame sistematico per gli studi antropometrici) possano essere studiati per mezzo dell'indagine ro-foto.

Vantaggi. — Come si è già detto sopra la ro-foto non sostituisce in alcun modo la radiografia; quale sia il rapporto di visibilità dei dettagli tra l'una e l'altra, ancora non è possibile dire in mancanza di una ampia statistica fatta sui medesimi soggetti con entrambi i metodi; su questo argomento sto lavorando, ma ancora non posso trarre i risultati. Rispetto alla radioscopia i vantaggi della ro-foto sono notevolmente superiori. CHANTRAINE ha esaguito delle prove comparative con la radioscopia mediante pallottole di 3, 4, 5, 6, 7 millimetri di diametro, ed ha trovato che mentre con la radioscopia erano visibili soltanto le pallottole di 7 mm., con la ro-foto si distinguevano anche quelle di 5 mm. Inoltre la ro-foto è un documento che rimane, che può essere confrontato con uno eseguito a distanza di tempo.

Sulla radiografia il metodo ro-foto ha il vantaggio oltre che del minor costo, della rapidità con la quale viene eseguita l'assunzione fotografica, la manipolazione fotografica ed anche la lettura, rapidità che permette un esame giornaliero di un enorme numero di pazienti, numero che sarebbe impossibile raggiungere col metodo della radiografia diretta su pellicola o su carta.

Negatore assoluto dei vantaggi della ro-foto è l'HEISIG il quale ritiene che la presentazione del metodo sia unilaterale, piena di contraddizioni, esagerata e senza una giusta valutazione dei vantaggi e degli svantaggi. Egli ritiene che con la ro-foto non si possono fare delle diagnosi precoci, ma vedere solamente i casi di tubercolosi conclamata, poichè ritiene che la ro-foto abbisogni di una tensione di 90 Kv. per cui i delicati focolai non danno ombra. Inoltre la ro-foto sarebbe poco nitida per la grana dello schermo, per il relativo lungo tempo di esposizione (sec. 0,2-0,6), per la minima distanza fuocoshermo (cm. 60-100); oltre a ciò Egli ritiene che l'alta dose, la notevole tensione e la breve distanza, possono danneggiare gli organi della generazione, poichè la dose cutanea ammonta a 20-60 volte quella della radiografia; Egli insiste sul concetto di non produrre danni al sistema germinale dato che la indagine va eseguita su masse di popolo e conclude dicendo che l'introduzione in roentgendiagnostica della ro-foto non è un progresso, ma un regresso ed una fonte di diagnosi erronee; Egli sostiene che il metodo di scelta è quello dei rulli di carta più semplice e meno costoso.

Evidentemente l'HEISIG tende a tirare l'acqua al suo mulino e fa delle ipercritiche al sistema ro-foto mentre tende ad esagerare i vantaggi della radiografia su carta. Innanzitutto questa non è affatto meno costosa anche se impiegata a rotoli; noi non possiamo avere un'idea del costo dei rotoli di carta radiografica dell'altezza di cm. 35, perchè in Italia non esistono; stando a quel che dice HEISIG il prezzo sarebbe di RM. 0,80 (L. 6) per ogni radiografia. Siamo dunque ben lontani dalla cifra della ro-foto. Nego anche che il metodo il HEISIG risulti più pratico, sia per l'assunzione del radiogramma come per le manipolazioni fotografiche, come anche per la conservazione in archivio.

In quanto alle osservazioni di HEISIG sulla tecnica esse sono del tutto gratuite; la tensione non è 90 Kv. ma 60-70 Kv.; il tempo è ridotto a sec. 0,1-0,2 ed i mAs a 50 al massimo per cui la dose cutanea non ammonta a 20-60 volte quella della radiografia ma a 5-6 volte; quindi niente paura di danneggiare gli organi della generazione che peraltro verrebbero ad essere colpiti soltanto da irradiazioni secondarie.

Risultati. — Per quanto mi consta le ricerche su masse sono state eseguite soltanto da DE ABREU, da HOLFELDER e BERNER, Il primo su 5.000 ro-foto eseguite su collettività ha trovato il 5,3 % di forme tubercolari, così distribuite: forme cavarie 0,3 %, forme estese 2,2 %, forme medie 0,5 %, forme discrete 1,5 %, forme di guarigione 0,3 %.

HOLFELDER e BERNER su 10.598 ricerche eseguite su militi hanno trovato 4,52 % di calcificazioni polmonari, 0,92 % di tubercolosi attiva, 0,5 % di malattie cardiache, 0,91 % di reperti vari (alterazioni pleuriche, struma retrosternale, ecc.).

AUTORE	Ampolla	Schermo	Tempo sec.	Dist. fuoco-schermo cm.	Dist. schermo macch. cm.	Kv.	mA	mAs	Obiettivo	Pellicola
De Abreu . .	an. fisso	S. Astral	0,1-0,5	60	90	85	50-100	10-25	1:1,5	Agfa ¹⁶ / ₁₀
Holfelder . .	an. rot.	S. Astral	0,2	70-80	90	55-60	100	20	1:1,5	Agfa ISS
Branscheid .	an. rot.	S. Astral	0,16-0,22	150	—	50-57	5-600	90-125	1:1,4	Agfa ISS
Boehme . . .	an. rot.	Schering	0,1-0,2	110	—	60-70	1-200	20-40	1:1,4	Schering
Torelli . . .	an. rot.	speciale	0,1	90	78	75	300	30	1:1,5	Agfa ISS

* * *

Nel complesso noi possiamo dire che questa applicazione dei raggi roentgen, che è stata possibile attuare mediante i progressi ottenuti nel campo radiologico e fotografico, deve essere valutata al giusto punto; non troppo facili illusioni per pensare che la ro-foto possa sostituire la radiografia, nè d'altro canto eccessive denegrazioni da far dire che la ro-foto può svegliare delle speranze che in nessuna maniera possono venire esaudite; per ora noi dobbiamo riconoscere che la ro-foto è un reale progresso nel campo radiologico che ci permette innanzitutto di attuare *su larga scala* l'esame radiologico del torace. Le altre applicazioni sono per ora di secondaria importanza rispetto a questa principale ma non è insperabile che nell'avvenire con un ulteriore progresso della tecnica ci sia possibile estendere il campo della roentgenfotografia.

RIASSUNTO

L'A. dopo aver illustrato i dati tecnici della roentgenfotografia ne espone i vantaggi rispetto alla radiografia; essi consistono nel minor costo e nella possibilità di condurre l'indagine su un grande numero di pazienti in breve tempo per cui ritiene che questo metodo dovrebbe essere largamente usato per la ricerca dei tubercolotici nelle collettività.



RÉSUMÉ

L'Auteur, après avoir décrit les données techniques de la « Roentgen-Photographie », en expose les avantages vis à vis de la radiographie. Ils consistent en une diminution des frais, ce qui permet de poursuivre les investigations sur un grand nombre d'individus en un temps très bref. L'auteur en déduit que cette méthode devrait être largement employée pour le dépistage des tuberculeux dans les collectivités.

ZUSAMMENFASSUNG

Verf. beschreibt die Technik der Röntgenphotographie und erklärt deren Vorteile im Vergleich zur Radiographie; diese letzten bestehen aus einem geringeren Kostenaufwand und aus der Möglichkeit die Untersuchung in kurzer Zeit an einer grossen Anzahl von Patienten auszuführen; daher ist Verf. der Meinung, dass dieses Verfahren weitgehend zur Herausfindung Tuberkulöser in den verschiedenen Gemeinschaften herangezogen werden sollte.

SUMMARY

After describing the technique of roentgenphotography, the author discusses its advantages over radiography: less cost, and greater ease in examining a great number of patients in a short time. In a case finding program on a large scale, this method should be widely used.

RESUMEN

El A. después de haber ilustrado los datos técnicos de la Roentgen-fotografía expone sus ventajas respecto a la radiografía; esas consisten en el menor coste y en la posibilidad de hacer la investigación de un gran número de pacientes en breve tiempo, por lo que cree que este método debería ser usado en gran escala para la busca de los tuberculosos en las colectividades.

BIBLIOGRAFIA

- BOEHME W. — Zur Frage des Grossangriffs auf die Tuberkulose mit Hilfe der Schirm-bildphotographie. «Fortsch. Roentg.», 58 Kongr. H., pag. 37, 1938.
- CHANTRAINE H. — Frühdiagnose der Lungentbk durch die indirekte Roentgenaufnahme. «Ziel und Weg», 8, pag. 462, 1938.
- DR ABREU M. — Verfahren und Apparatur zur kollektiven Roentgenphotographie. «Zeit. Tbk.», 80, pag. 70, 1938.
- HEISIG F. — Das direkte Aufnahmeverfahren zur Durchführung von Massen-Roentgen-untersuchungen als Methode der Wahl. «Arzteblatt für Bayern», 5, pag. 423, 1938.
- HOLFELDER H. — Der erste Grosseinsatz des Roentgenreihenbildners im SS-Lager zu Nürnberg. «Munch. Med. Woch.», 85, pag. 1465, 1938.

- HOLFELDER H. — Verfahren und Apparatur zur kollektiven Roentgenphotographie, «Fortsch. Roentg.», **58**, pag. 181, 1938.
- HOLFELDER H. e BERNER F. — Stand und Aussichten der Kleinbildfotografie vom Roentgenschirm. «Münch. Med. Woch.», **85**, pag. 1818, 1938.
- JANKER R. — Die indirekte Roentgenaufnahme und ihre Anwendungsmöglichkeiten «Fortsch. Roentg.», **52**, Kongr. H., pag. 51, 1935.
- JANKER R. — Leuchtschirmphotographie Ed. Barth. Leipzig. 1938; (ricevuto durante la preparazione delle bozze).
- KAESTLE C. — Die Lungenroentgenologie im Dienste der Gewerbehygiene, insbesondere in Staubbetrieben, «Fortsch. Roentg.», **58**, Kongr. H., pag. 35, 1938.
- PALMIERI G. G. e MONARI A. — Nuovi metodi di radiografia indiretta utili anche agli scopi della medicina sociale «Rassegna Radiol. Prat.» **5**, pag. 119, 1938.
- SEGRE M. — La fotografia dello schermo fluorescente nella pratica radiologica. «Nunt. Rad.», **5**, pag. 5, 1937.
- WANDERSLEB E., STEPS E., e BRANSCHIED F. — Einzelaufnahme von Roentgenleuchtschirmbildern und deren Anwendung bei Reihenuntersuchungen. «Fortsch. Roentg.», **58**, pag. 174, 1938.

58734



1870

