

80. Plinio FANTONI. — Evoluzione degli apparecchi schermografici e relativa applicazione dell'orologio elettronico, della cella fotoelettrica e della camera di ionizzazione (*).

Riassunto. — In questa comunicazione vengono succintamente ricordate le varie fasi di sviluppo degli apparecchi schermografici. Vengono esposte per sommi capi le principali difficoltà incontrate in detto sviluppo, i tentativi più o meno positivi per il superamento di esse, i dispositivi forniti successivamente dalla tecnica per la ripresa delle immagini e per il controllo dell'annerimento; si accenna poi ai risultati raggiunti ed alle future possibilità di questo metodo d'indagine.

Résumé. — Dans cette communication on rappelle succinctement les différentes phases du développement des appareils scherméographiques. On expose à grands traits les principales difficultés rencontrées au cours de ce développement, les tentatives plus ou moins réussies pour les surmonter, les dispositifs successivement fournis par la technique pour la reprise des images et le contrôle du noircissement. On mentionne ensuite les résultats atteints et les possibilités futures de cette méthode d'investigation.

Summary. — This report reviews briefly the various stages of the development of Recording screen apparatus. This is followed by a short account of the principal difficulties met with in this field, more or less successful attempts to overcome them, devices supplied by technicians for recording of images and regulation of the blackening, as well as the results secured and the future possibilities of this method of research.

Zusammenfassung. - In diesem Bericht werden zusammenfassend die verschiedenen Entwicklungsphasen der projektions-graphischen Geräte beschrieben, und kurz auch die Hauptschwierigkeiten angegeben die sich dieser Entwicklung entgegengestellt haben, die mehr oder minder erfolgreichen Versuche sie zu überwinden, die Geräte die später von der Technik für die Aufnahme der Bilder und die Kontrolle der Schwärzung zur Verfügung gestellt wurden. Abschliessend werden die erzielten Ergebnisse und die zukünftigen Möglichkeiten dieser Versuchsmethode besprochen.

Quando per opera di vari ricercatori si cominciò a fotografare l'immagine del torace, ottenuta su uno schermo fluorescente mediante i raggi

(*) Presentato al I Congresso Internazionale di Schermografia - Villaggio Sanatoriale di Sondalo, 3 settembre 1951.

Roentgen, non furono certamente previste tutte le possibilità future di questo procedimento e le numerose difficoltà tecniche da superare per fare di esso un idoneo metodo per indagini di massa.

Il formato ridotto a tipo cinematografico, imposto dalla necessità economica, data la vasta applicazione del metodo, l'insufficiente contrasto degli schermogrammi dovuto alla debole luminosità degli schermi fluorescenti ed alla scarsa sensibilità delle emulsioni fotografiche allora esistenti, il basso valore risolutivo presentato dagli schermogrammi unitamente ad altre note deficienze, contribuirono a diffondere dopo le prime applicazioni pratiche forti dubbi circa l'avvenire di detto metodo d'indagine.

Chi ha seguito sin dall'inizio i tentativi ora accennati, ricorderà bene che le prime rudimentali attrezzature consistevano semplicemente in tronco di cono o di piramide, portante sulle opposte basi un normale schermo fluorescente ed una comune macchina fotografica. Per l'uso, questo dispositivo veniva applicato provvisoriamente e senza nessun accorgimento particolare ai normali ortoscopi di apparecchi radiologici, che molto spesso avevano prestazioni elettriche del tutto insufficienti per lo scopo che si voleva raggiungere.

Così ai difetti dianzi accennati, venivano ovviamente ad aggiungersene ancora degli altri.

I miglioramenti successivi dei prodotti radiologici, ottici e fotochimici, indussero più tardi quei pochi ricercatori, che ancora avevano un po' di fiducia nell'avvenire del problema in questione, a tentare la realizzazione d'interi complessi radioschermografici, che riuscirono ad elevare, sia pure gradatamente ed in modesta misura, il rendimento schermografico.

In questi tentativi, si voleva ottenere un'immagine del torace sufficientemente dettagliata e perciò confrontabile, sia pure con netto distacco, con quella ottenuta nel normale radiogramma. La causa principale, che impediva di raggiungere quanto ora detto, risiedeva sempre nella debole luminosità dell'immagine da fotografare; l'aumento di luminosità ottenuto con i più recenti schermi fluorescenti e la maggiore sensibilità delle nuove emulsioni fotografiche, hanno indubbiamente migliorato la situazione, ma molto limitatamente, anche perchè un progresso molto piccolo è stato con ciò realizzato riguardo al valore di risoluzione dello schermogramma, valore che attualmente sembra dipendere in massima parte dalle non appropriate caratteristiche dei normali obiettivi fotografici.

Il moderno tubo emittente ad anodo rotante, che permette d'incrementare notevolmente la quantità di radiazione nell'unità di tempo pur conservando una macchia focale praticamente puntiforme, ha consentito con la sua applicazione nella schermografia, di migliorare sensibilmente il dettaglio dello schermogramma. Infatti la piccola macchia focale di detto

tubo, oltre a diminuire le sfumature geometriche dell'immagine proiettata sullo schermo fluorescente, permette per la maggiore carica focale specifica, d'incrementare la luminosità dell'immagine stessa, consentendo perciò di ridurre il tempo d'esposizione; tale riduzione è in realtà di grande importanza particolarmente nel caso di organi mobili, quali ad esempio, il cuore ed i polmoni. Ma tale riduzione del tempo d'esposizione a valori pari al decimo di minuto secondo ed anche minori, ha portato alla ricerca d'un idoneo misuratore di detto tempo che presentasse sufficiente precisione e costanza quasi assoluta. Scartati perciò quei sistemi meccanici, di costo proporzionato agli apparecchi in questione, per noti difetti di costanza, non restava che affidarsi a sistemi sincromi con la frequenza della rete alimentatrice degli apparecchi od ai più moderni sistemi elettronici.

Per i sistemi sincroni con la frequenza, nulla vi sarebbe da eccepire se la frequenza della corrente alternata si mantenesse sempre costante; ma nella maggior parte delle nazioni la costanza della frequenza è soltanto nominale e ciò purtroppo anche in Italia. Per tale ragione i sistemi elettronici si vanno sostituendo a quelli sia negli apparecchi radiologici di elevate prestazioni che nei moderni complessi schermografici; questi sistemi elettronici, se costruiti con particolari accorgimenti, possono compensare in parte determinate variazioni percentuali di tensione, mantenendo così quasi costante l'annerimento ed il contrasto dello schermogramma.

La scelta del formato dello schermogramma è indubbiamente di grande importanza poichè la schermografia di massa oltre che a fattori tecnici è anche legata a rilevanti fattori economici e solo un giusto equilibrio tra questi fattori permetterà di raggiungere il massimo rendimento globale. Le discussioni circa la preferenza del piccolo o del medio formato sono state, particolarmente in Italia, piuttosto lunghe e su di esse ha certamente influito la nota ipotesi, *che per lo stesso oggetto due obbiettivi di eguale apertura relativa, nelle stesse condizioni di brillantezza e di emulsione possono dare immagini di diversa grandezza con lo stesso annerimento.*

Ma tale ipotesi è rigorosamente valida solo quando l'oggetto si trova a distanza praticamente infinita dall'obbiettivo; quindi detta ipotesi non vale nel caso particolare della schermografia. Si può dimostrare facilmente, che a parità di apertura relativa e di distanza della pupilla dal piano principale oggetto, la luminosità è tanto maggiore quanto minore è il fattore di riduzione (cioè il rapporto tra la dimensione lineare dell'immagine e quella dell'oggetto); da ciò risulta infatti che, a parità di altre condizioni, l'esposizione per il piccolo formato (35×35 mm) è circa la metà di quella per il medio formato (60×60 mm).

Quindi nel caso della schermografia, ove le distanze sono limitate, il rapporto tra il diametro di un obbiettivo, e la sua distanza focale, non

è indice della luminosità dell'obbiettivo stesso. In questo e simili casi, occorre esprimere detta luminosità, come hanno dedotto analiticamente GALLONE e FOSSATI in un lavoro pubblicato nella « Radiologia Medica » (Vol. XXXVI - N. 11), mediante un fattore geometrico espresso dalla seguente relazione:

$$\text{Fattore geometrico di luminosità} = \left\{ \left[\frac{f}{D} \frac{p-d}{p} (r+1) \right]^2 + r^2 \right\}^{-1}$$

ove

f = distanza focale

D = diametro della pupilla d'entrata

p = distanza di ds dal piano principale oggetto

d = distanza della pupilla d'entrata dal piano principale oggetto

r = fattore di riduzione lineare

r^2 = fattore di riduzione superficiale

ds = elemento di superficie dello schermo centrato sull'asse ottico

ds^1 = elemento d'immagine corrispondente a ds

Se obbiettivi d'elevata luminosità, sono per le ragioni dianzi accennate, necessari nell'indagine schermografica, tale requisito dovrebbe essere accompagnato da grande potere risolutivo per ottenere quelle finezze di dettaglio necessarie a rendere gli schermogrammi confrontabili con i normali radiogrammi.

La realizzazione di obbiettivi diottrici, che rispondano però pienamente alle esigenze della schermografia, ha incontrato sino ad ora gravi difficoltà; perciò si è pensato di utilizzare in questo campo quei sistemi catadiottrici, già usati in astronomia. L'utilizzazione di questi sistemi, era stata ostacolata sino a poco tempo fa dall'elevato costo di essi; detto costo dipendeva dalla laboriosa costruzione di quella lente priva di simmetria sferica, che in questi sistemi occorre per eliminare quell'aberrazione di sfericità che lo specchio sferico presenta, sia pure in grado minore rispetto ad una lente della stessa apertura. Ma la chimica moderna, sviluppando negli ultimi anni in modo sorprendente la tecnica delle resine sintetiche, ha permesso oggi di fare una produzione in serie, mediante stampi accuratamente lavorati, di quei mezzi rifrangenti il cui costo è perciò fortemente diminuito. Più recentemente per opera di vari studiosi, tra cui il professor Colacevich dell'osservatorio astrofisico di Arcetri, è stato realizzato un nuovo obbiettivo catadiottrico, in cui la correzione delle aberrazioni è ottenuta con un menisco a faccie sferiche concentriche, che presenta quindi minori difficoltà costruttive. Con gli obbiettivi ora accennati sono state realizzate le così dette camere a specchio, che riuniscono i pregi dell'elevata luminosità con quelli d'un alta definizione, pur essendo di costo relativamente modesto.

Con queste camere si possono ottenere oggi degli schermogrammi abbastanza dettagliati e perciò confrontabili, se pure sempre inferiori, con i comuni radiogrammi.

Dette camere oltre a permettere, per una data illuminazione Roentgen, una notevole riduzione del tempo d'esposizione, possono permettere ancora di ridurre detta illuminazione in relazione a determinati tempi d'esposizione; quest'ultima possibilità consente di diminuire notevolmente la sollecitazione dei tubi radiogeni e sopra a tutto di eliminare eccessive dosi incidenti, rendendo perciò possibile l'estensione dell'indagine schermografica oltre il campo toracico.

La cella fotoelettrica e la camera di ionizzazione, ormai indispensabili sia nella ricerca scientifica che nella tecnica e nella vita moderna, non hanno mancato di fare la loro apparizione negli apparecchi schermografici allo scopo d'assicurare una determinata costanza d'annerimento degli schermogrammi; ma in tale campo si sono manifestate gravi difficoltà per una appropriata applicazione di detti mezzi sopra a tutto a causa della diversità dei soggetti da esaminare. Perciò i risultati ottenuti sino ad ora con queste automatizzazioni non sono stati molto vantaggiosi, in quanto esse portano ovviamente a ridurre quei dettagli che solo l'abilità e l'esperienza del radiologo riesce, caso per caso, a mettere in evidenza nell'esame dei diversi soggetti.

Per quanto ora detto, si ritiene opportuno raccomandare ai progettisti ed ai costruttori di complessi schermografici di sfruttare pure nelle loro realizzazioni tutto ciò, che la scienza e la tecnica moderna mettono mano a mano a loro disposizione, senza però esagerare, come in alcuni casi è già avvenuto, nell'applicazione di troppo spinti automatismi, che sovente impediscono al radiologo d'apportare nel suo lavoro le doti caratteristiche della sua individualità, doti che sono e saranno sempre superiori a qualunque automatizzazione.

Roma - Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di fisica.
