

*Al Principio Prof. Engel con affetto depositato
G. U. ha,*

Clinica Dermosifilopatica della R. Università di Palermo
(Direttore Prof. Philippson)

DOTT. LEOPOLDO BERETVÁS
Assistente volontario

Un nuovo dispositivo di misura per uso diagnostico



Estratto da "La RADIOLOGIA MEDICA" - Vol. XI - Fasc. 4



MILANO
TIPOGRAFIA ENRICO ZERBONI
Via Cappuccini, 18

DOTT. LEOPOLDO BERETVÁS
Assistente volontario

Un nuovo dispositivo di misura per uso diagnostico

Il vantaggio principale dell'uso dei tubi a vuoto praticamente perfetto (tubi a catodo incandescente o termoionici, tipo Coolidge) è di poter lavorare sempre nelle condizioni, una volta stabilite dall'esperienza, quali rispondenti allo scopo. Ciò è facilmente ottenibile con questi tubi, giacchè in essi la qualità (durezza) dei raggi emessi è dipendente dal voltaggio dell'alta tensione e la quantità dalla intensità della corrente, dal numero di elettroni messi a disposizione, attraverso il riscaldamento minore o maggiore della spirale del catodo.

Praticamente *la alta tensione* si regola influendo a mezzo di resistenze o di trasformatori (autotrasformatori a scala) la tensione della corrente lanciata nel primario, oppure a secondo dei tipi di apparecchi, variando con inserzioni diverse il rapporto fra il numero di spire del primario e del secondario volta per volta in azione.

La intensità secondaria si regola influendo sulla corrente di riscaldamento. Ripetendo queste condizioni si hanno quantità e qualità di raggi sempre uguali e perciò risultati uguali.

La possibilità è praticamente tanto importante che in America si era già rinunciato ad adoperare i tubi a gaz, quando il carico massimo che un tubo Coolidge sopportasse erano 30 milliampères con 10 centimetri di scintilla, per cui non era possibile di ottenere radiografie con contorni netti su organi in movimento continuo, essendo la durata della posa troppo lunga. Gli americani hanno sacrificato questo particolare delle radiografie al vantaggio di ottenere costantemente radiografie sempre uguali purchè le condizioni siano le stesse. Ognuno vede l'importanza di questa possibilità nei confronti dei reperti ottenuti in tempi diversi sullo stesso ammalato.

Basta ricordare che si è ottenuto, per esempio, coi vecchi tubi a gaz, differenti radiografie pulmonari sulla stessa persona a seconda del grado di vuoto del tubo adoperato. Un tubo molto molle dava un disegno tanto ricco della struttura polmonare da far pensare a processi morbosi anche laddove i polmoni non erano alterati e si poteva pensare ad una miglioria o guarigione di un processo tubercolare in base ad una radiografia eseguita con un tubo duro, che faceva scomparire il disegno fino del processo morbosso polmonare.

Certamente vi erano i mezzi per ovviare a questo inconveniente: i tubi erano fabbricati col criterio del loro uso per un dato organo e con prove precedenti la radiografia,

il radiologo si poteva convincere del grado di vuoto del tubo e regolarlo eventualmente; era però questo sempre un lavoro ed il risultato spesso non quello voluto.

Col tubo Coolidge invece nelle stesse condizioni di funzionamento si ha la stessa qualità e quantità di raggi e così, purchè le altre condizioni siano anch'esse uguali (tempo di posa, qualità di lastra, sviluppo, ecc.) dovranno aversi risultati sensibilmente uguali ed i dati divergenti nelle fotografie ottenute nello stesso soggetto saranno con sicurezza riferibili a modificazioni nello stato patologico del processo in esame.

Del resto diversi degli inconvenienti che presentavano i tubi Coolidge in confronto ai tubi ionici sono stati man mano eliminati nella pratica dai successivi perfezionamenti della tecnica di costruzione: dettagli anche finissimi si ottengono coi tubi a fuoco preciso e la possibilità di ottenere grandi intensi fasci è stata raggiunta adoperando tubi a fuoco più largo ed infine si sono potuti costruire tubi che permettono di spingere il carico ad intensità sempre maggiori (50-60-100-120 milliamper.)

In uno stesso tubo, quindi si possono variare le condizioni di funzionamento in modo che si è in grado di eseguire qualunque radiografia dalla più delicata che mette in evidenza lo scheletro delle ali di una farfalla o di una foglia, all'istantanea di frazioni di secondo, del torace, bacino o capo anche in soggetti di mole eccedente di gran lunga la media.

Questi fatti hanno condotto a diffondere sempre più l'uso di tali tubi ed anche noi li abbiamo adottati.

Però il vantaggio di poter con facilità e sicurezza ripetere le radiografie nelle stesse condizioni ci è stato in gran parte frustrato dalle enormi oscillazioni nelle tensioni della corrente stradale. Si è dimostrato necessario conoscere queste per poterci regolare e correggerle nei limiti del possibile. Anzichè ricorrere al controllo della lunghezza di scintilla, per rendersi conto della tensione che ci sia nel circuito secondario, modo di controllo piuttosto grossolano ed anche antipatico per il rumore e non scevro di altri inconvenienti, abbiamo provato ad inserire un voltmetro sul circuito afferente all'apparecchio. Ma anche questo modo di controllo non ci ha soddisfatti.

Mi è venuta allora l'idea di inserire un galvanometro aperiodico in derivazione al circuito della corrente alternata prodotta dalla commutatrice (1); similmente a quanto fa la casa costruttrice nei tavoli di comando per gli apparecchi di terapia profonda. Con un diagramma di riferimento si riportano le variazioni del galvanometro alla tensione del circuito secondario espresse in chilovolts; perciò allo strumento di misura si è dato il nome di chilovoltmetro.

(1) La corrente stradale è continua, l'apparecchio un Neoreform Gleichrichter della casa Veifa: come dispositivo di regolazione dell'alta tensione porta una resistenza ohmica, che dà le regolazioni finissime e due gruppi di autotrasformatori a scala. L'uno per la regolazione grossolana, l'altro per la regolazione fina.

Siccome nei passaggi per inserire gli auto-trasformatori corrispondenti alla regolazione fine e grossa, si hanno delle interruzioni, così per evitare che lo scorrere di scintille arrechi guasti, bisogna ogni volta interrompere la corrente.

Però per l'uso in terapia il galvanometro è inserito dopo l'interruttore, che manda la corrente al primario dei trasformatori, di modo che l'istrumento segna solo quando questi sono inseriti, quando funzionano.

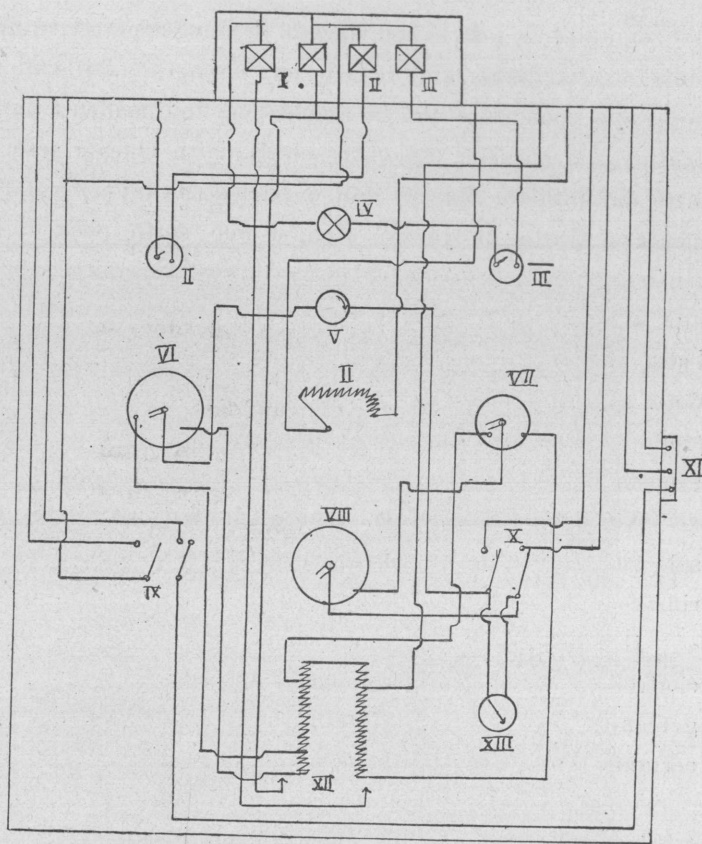
In diagnostica invece è necessario non solo di avere una indicazione sulle variazioni che possono verificarsi durante il lavoro, ma più ancora di potersi rendere conto delle condizioni prima di iniziarlo per poterle predisporre acconciamente.

Perciò ho inserito il galvanometro in derivazione alla corrente, che aziona i primari, prima dell'interruttore che comanda il tratto di circuito che va a questi.

Dallo schema seguente si vede il modo d'inserzione sul tavolino di comando del detto galvanometro (N° XIII dello schema) con una scala a cento divisioni. Si vede dunque che appena è arrivata a regime la commutatrice si conosce la tensione che andrà ai trasformatori. Empiricamente ho poi stabilito quali erano le tensioni del circuito secondario controllando per ogni segno della scala del galvanometro la lunghezza di scintilla misurata parallelamente al tubo. Si comprende che questa taratura si fa, salvo qualche controllo, di quando in quando una volta per sempre, ma essa deve esser fatta singolarmente per ogni apparecchio. Volendo si può portare su una curva i valori della lunghezza di scintilla in dipendenza dalla scala del galvanometro, o i corrispondenti valori in Kilovolt della tensione.

Avendo così tarato la scala del galvanometro in tale guisa inserito, che ci indica la tensione, mentre l'amperometro della corrente di riscaldamento ci segnala la quantità di

di corrente, noi possiamo con uno sguardo sapere ad ogni momento già prima di iniziare l'esposizione della lastra quali sono le condizioni di funzionamento e modificarle attraverso i dispositivi di regolazione dell'apparecchio scegliendo quelle che l'esperienza ci ha indicato come meglio rispondenti e controllare se si mantengono sino al momento



- I. Trasformatore
- II. Corrente di riscaldamento
- III. Luce
- IV. Lampada
- V. Amperometro
- VI. Regolazione fina
- VII. Regolazione grossolana

- VIII. Resistenza
- IX. Interruttore principale
- X. Trasformatore
- XI. Avviamento
- XII. Inserzione a seconda la tensione
- XIII. Galvanometro per la tensione secondaria, prima del trasformatore

della inserzione. Nelle pose lunghe per le quali la durata permette di intervenire correggendo eventuali variazioni, queste ci vengono immediatamente segnalate e indicati il senso e la misura nella quale la correzione deve avvenire.

Infatti da che lavoriamo con questo mezzo di controllo lo sciupio per lastre mal riuscite è ridotto al minimo, nonostante le condizioni sfavorevolissime createci dalle enormi variazioni della corrente stradale.

* * *

Abbiamo avuto occasione di lavorare con uno dei primi tubi tipo Coolidge capaci di sopportare alto carico: sino a 100 milliampères per una tensione corrispondente a 20 cent. di scintilla.

Durante le prove con questo tubo che permette di fare con lastra e schermo di rinforzo alla distanza di 60 cent. una radiografia dello stomaco con pasto opaco in $\frac{1}{2}$ sec., potevamo constatare che la regolazione indipendente della tensione e della intensità in pratica non sussiste che entro certi limiti. Queste osservazioni corrispondono a quelle fatte dai francesi Marcel Ball e Lucien Mallat (1) e dal tedesco Schütz (2). E precisamente si tratta di questo. Non si può sotto pena di insuccessi variare a volontà la tensione indipendentemente dalla intensità. Infatti se per una tensione relativamente alta si vuole scegliere una intensità pure alta, allora al momento della inserzione della tensione si ha una caduta immediata di potenziale col risultato che i raggi prodotti sono più molli di quanto si aveva calcolato o almeno nei casi dove le pose sono troppo brevi per intervenire correggendo le condizioni, la lastra è spesso talmente sotto esposta da essere inservibile.

Ad ogni tensione corrisponde dunque un rapporto speciale di intensità variabile solo entro certi limiti senza che attraverso le variazioni della intensità si abbia per riflesso una variazione notevole della quantità dei raggi.

Il conoscere questo è naturalmente molto importante, ma senza il mio strumento di controllo saremmo probabilmente arrivati solo dopo lunghissima esperienza ad accorgercene e le difficoltà di stabilirne i limiti con una certa approssimazione sarebbero certamente state grandissime.

Così invece ci è stato possibile di fare esperienze sulla influenza reciproca della tensione ed intensità con una sufficiente esattezza e con grande facilità di controllo, anche senza ricorrere alla spettrometria ed alle misure iontoquantimetriche le quali sole ci potevano dare indicazioni scientificamente corrette sulla composizione dei singoli fasci di raggi. Simili misure avrebbero però richiesto uno sciupio grande di tubi.

Accortici del risultato diverso soprattutto della caduta del potenziale combinata con intensità troppo alta, ho voluto determinare sperimentalmente il modo d'influenzarsi dei due fattori: intensità e tensione.

Le mie osservazioni valgono naturalmente solo per i tipi di apparecchi simili a quello nostro ed anzi i dati riferiti alla scala del galvanometro non sono valevoli esattamente che per il singolo apparecchio.

Un quadro grossolano sulla influenza reciproca tra tensione ed intensità ci dà già il mio dispositivo; facciamo per es. questi sperimenti:

Regoliamo il galvanometro a 20, disinserendo le resistenze ohmiche e mantenendo queste condizioni per tutti gli esperimenti che seguono. L'amperometro va regolato a 3.3.A. Inserito il tubo il miliamperometro segnerà 10, il galvanometro andrà indietro di una divisione: a 19. Andiamo ora a 3.4 A della corrente di riscaldamento. Avrò 30 milliampères sul tubo ma il galvanometro segnerà 16. Se poi aumentiamo la corrente di riscaldamento a 3.7. A, il miliamperometro ci indicherà 45, il galvanometro andrà indietro da 20 a 12. Volendo poi aumentare ancora l'amperaggio della corrente di riscaldamento dovremo constatare, che questo non mi aumenta più il miliamperaggio della corrente secondaria. Se p. es. 4.2 A. sono il limite indicato dalla fabbrica come sopportabile dalle spirali del catodo ed aumento l'amperaggio della corrente di riscaldamento sino a questo limite, inserito il tubo, avviene una caduta del galvanometro a 8, il miliamperaggio però non aumenta più.

Si può dimostrare questo fatto anche eseguendo radiografie del radiocromometro di Benoist.

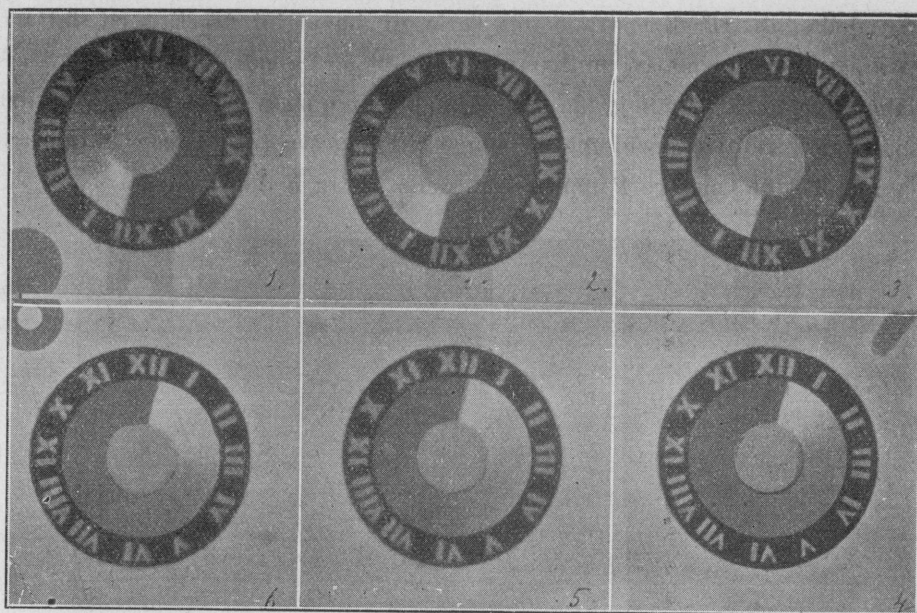


Tavola 1.

Le figure della tabella I^a dimostrano una serie d'immagini del Benoist fatte sulla stessa lastra, per lo sviluppo identico delle immagini che dovevano esser confrontate tra di loro. Furono eseguite tutte con 10 milliampères mentre il galvanometro segnava rispettivamente 12-14-18-23-28-33. Posa per tutte 30 secondi. Si vede come si ha coll'aumento della tensione maggiore impressione della lastra, mentre la scala del Benoist indica anche l'aumento della durezza.

Mantenendo quindi costante il milliamperaggio ed aumentando la tensione si hanno raggi più duri e in quantità maggiore.

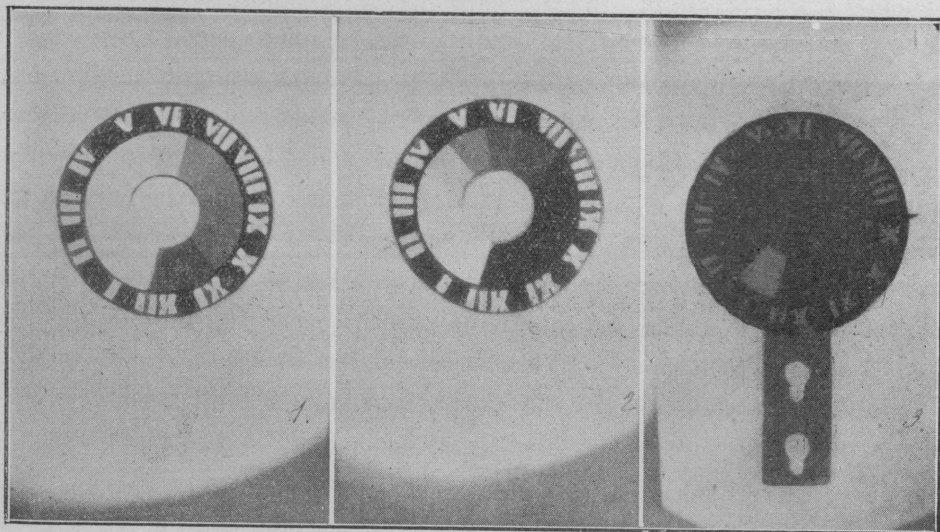


Tavola 2.

Le fig. della tab. II^a dimostrano una serie di immagini del Benoist fatte con 18 della mia scala e con rispettivi milliampères 15-30-45. La posa è tale da aver sempre 300 milliampèresecondi. La radiografia dimostra che con questa tensione e 45 milliampères i raggi sono tanto molli e pochi che il Benoist che segnava 4 gradi con 15 milliampères, segna 2 gradi con 45, mentre l'impressione della lastra è debolissima.

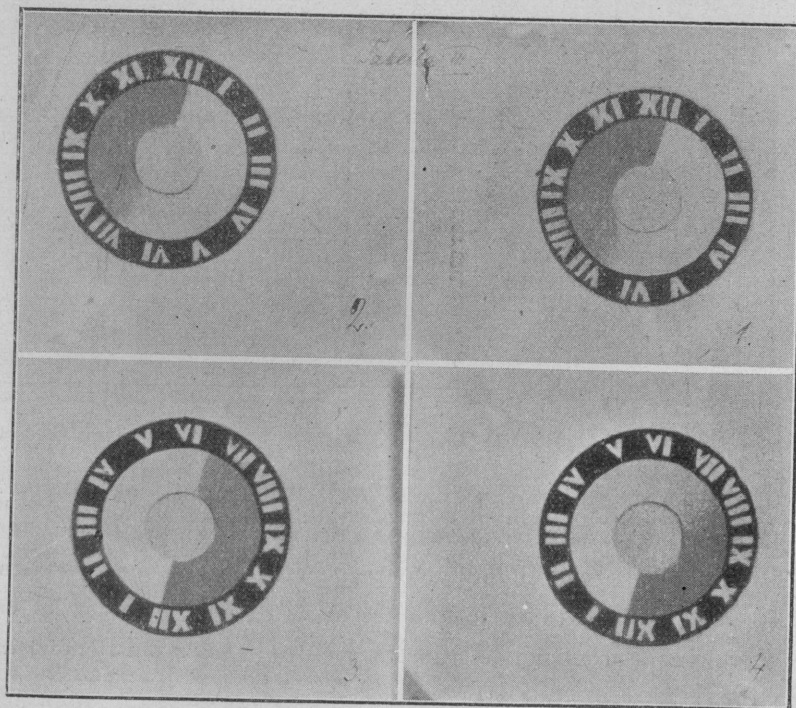


Tavola 3.

Le figure della tab. III* dimostrano la stessa dipendenza tra tensione ed intensità con 45 della scala galvanometrica e colle rispettive intensità di 15-30-45-60 milliampères. Mentre l'immagine del Benoist ottenuta con 15 milliampères è quasi uniformemente grigia e indica circa 9 Benoist, l'immagine ottenuta con 60 milliampères è molto più ricca di contrasti e indica circa 7 gradi.

Mantenendo quindi la stessa tensione primaria ed aumentando la corrente di riscaldamento, i raggi prodotti diventano più molli e diminuiscono sino ad un limite in quantità.

Faccio seguire le modalità di tecnica di qualche radiografia coi relativi dati, che però hanno valore solamente per il nostro apparecchio e per un dato tubo, ma ritengo che da questa descrizione risulta molto chiaramente il vantaggio che ci offre il mio dispositivo di misura.

Eseguisco p. es. *radiografia istantanea di uno stomaco* nel modo seguente.

Dopo aver posto l'infermo alla distanza di 60 cent. nella posizione voluta ed aver centrato il tubo, mi rivolgo all'apparecchio. Metto il motore in movimento, disinserisco tutte le resistenze ohmiche e per mezzo delle resistenze induttive regolo la lancetta del qualimetro su 85 della scala e l'ampermetro della corrente di riscaldamento a 3.7 A.

L'orologio dell'interruttore automatico va messo a $\frac{1}{2}$ secondo. Con una ultima occhiata mi convinco della posizione immutata delle lancette del galvanometro e dell'ampermetro ed inserendo a quest'attimo il trasformatore, ho la garanzia assoluta di una buona radiografia dello stomaco. Durante il $\frac{1}{2}$ secondo la lancetta del galvanometro va indietro a 72, il milliampmetro indica 60 MA.

I dati di una radiografia renale sono questi: Scala del galvanometro durante la posa: 18, MA 20, posa: 30 sec., alla distanza di 50 cent. con tubo compressore. Per aver queste condizioni all'apparecchio, devo regolare l'ampermetro della corrente di riscaldamento a 3.5 A, il galvanometro per mezzo degli autotrasformatori a 21, disinserendo la metà delle resistenze ohmiche. Nel momento della inserzione la lancetta del galvanometro va indietro al voluto 18. Eventuali oscillazioni della corrente stradale durante i 30 sec. della posa, possono essere controbilanciate colle resistenze ohmiche, mantenendo il galvanometro sempre su 18, mentre colle resistenze della corrente di riscaldamento mantengo durante la posa i 20 MA.

*
* *

Per la radiografia del polmone occorrono come si sa raggi molto molli. Sulla divisione 80 del mio galvanometro lo apparecchio dà circa 19 cent. di scintilla fra punte, quindi una tensione relativamente alta. La combinazione però di questa tensione con 60 milliampères ha avuto per risultato come l'abbiamo visto un fascio di raggi adatto per la radiografia del petto.

Se l'aumento di intensità della corrente di riscaldamento per una data tensione ha per effetto un tale rammollimento del fascio prodotto, deve essere possibile di produrre praticamente lo stesso fascio di raggi con combinazioni diverse della tensione ed intensità.

E se questo è così, vi era da stabilire: quali vantaggi ci potevano dare le diverse combinazioni dal punto di vista pratico.

Ho scelto la strada empirica anche per lo studio di questo argomento facendo prove di radiografie sul corpo umano, cercando le diverse combinazioni fra tensione ed intensità, che danno buona radiografia della stessa parte del corpo.

Il risultato di questi sperimenti è stato infatti che si può ottenere collo stesso tubo delle radiografie buone sensibilmente identiche sulla stessa parte del corpo adoperando alta tensione ed alta intensità per una posa breve da un lato, oppure tensioni ed intensità più basse per un tempo più lungo. P. es. la radiografia di una gamba in 2 o in 20 sec. la radiografia di un gomito in $\frac{7}{10}$ o 20 sec., la radiografia di una mano in $\frac{7}{10}$ o 15 secondi.

Possiamo quindi dire:

1) *L'apparecchio Neoreform e il tubo Coolidge in questione producono fasci di raggi praticamente uguali nelle più diverse combinazioni della tensione ed intensità primaria.*

2) *Lo stesso fascio viene prodotto in una quantità maggiore accoppiando tensioni più alte con adatti alti gradi di intensità.*

L'utilità di queste osservazioni è senz'altro chiara. Si può eseguire la radiografia della stessa parte del corpo e collo stesso tubo a secondo del bisogno con una posa lunga o più breve o magari istantanea.

Come ci regoleremo noi in pratica per la scelta delle diverse combinazioni di tensione e intensità primaria che permettono l'esecuzione della stessa radiografia?

Vi possono essere due punti di vista: 1.) pratico, dato dal soggetto da radiografare; 2.) economico.

1.) Si farà una posa più breve possibile laddove si tratta di persone per natura o per età inquiete, oppure quando la radiografia per la sua tecnica o per lo stato dell'infermo arreca dolori.

2.) Si preferirà di lavorare con tensione ed intensità bassa, dove si può fare questo, perchè certamente è metodo più vantaggioso per il tubo e per l'apparecchio.

R I A S S U N T O.

1.) Si descrive un dispositivo analogo ai chilovoltmetri degli apparecchi per terapia profonda, il quale però permette di stabilire la tensione secondaria e così la qualità dei raggi prima della inserzione del trasformatore.

2.) Con un buon apparecchio per diagnostica e con un tubo Coolidge per alta intensità si può eseguire qualunque radiografia a posa lunga, momentanea ed istantanea secondo la indicazione.

R E S U M É

1.) Les avantages des tubes à un degré de vide pratiquement parfait consistent dans la possibilité de pouvoir reproduire toujours les mêmes conditions.

Mais les oscillations fortes du courant externe nous ont privés des avantages mentionnés. Pour remédier à cela j'ai placé sur la table de réglage de notre appareil (Neoreform de la Veifa) un galvanomètre apériodique en dérivation au courant

alternatif produit du commutateur. Ce galvanomètre vient à fonctionner — sans que le transformateur soit déjà inséré — quand le commutateur arrive en plein régime et indique la tension, la quelle ira au transformateur au moment de l'insertion successive. Il est ainsi possible de contrôler jusqu'au dernier instant avant l'insertion, les conditions sous les quelles les rayons X seront produits et aussi la constance de ces conditions pendant la pose radiographique.

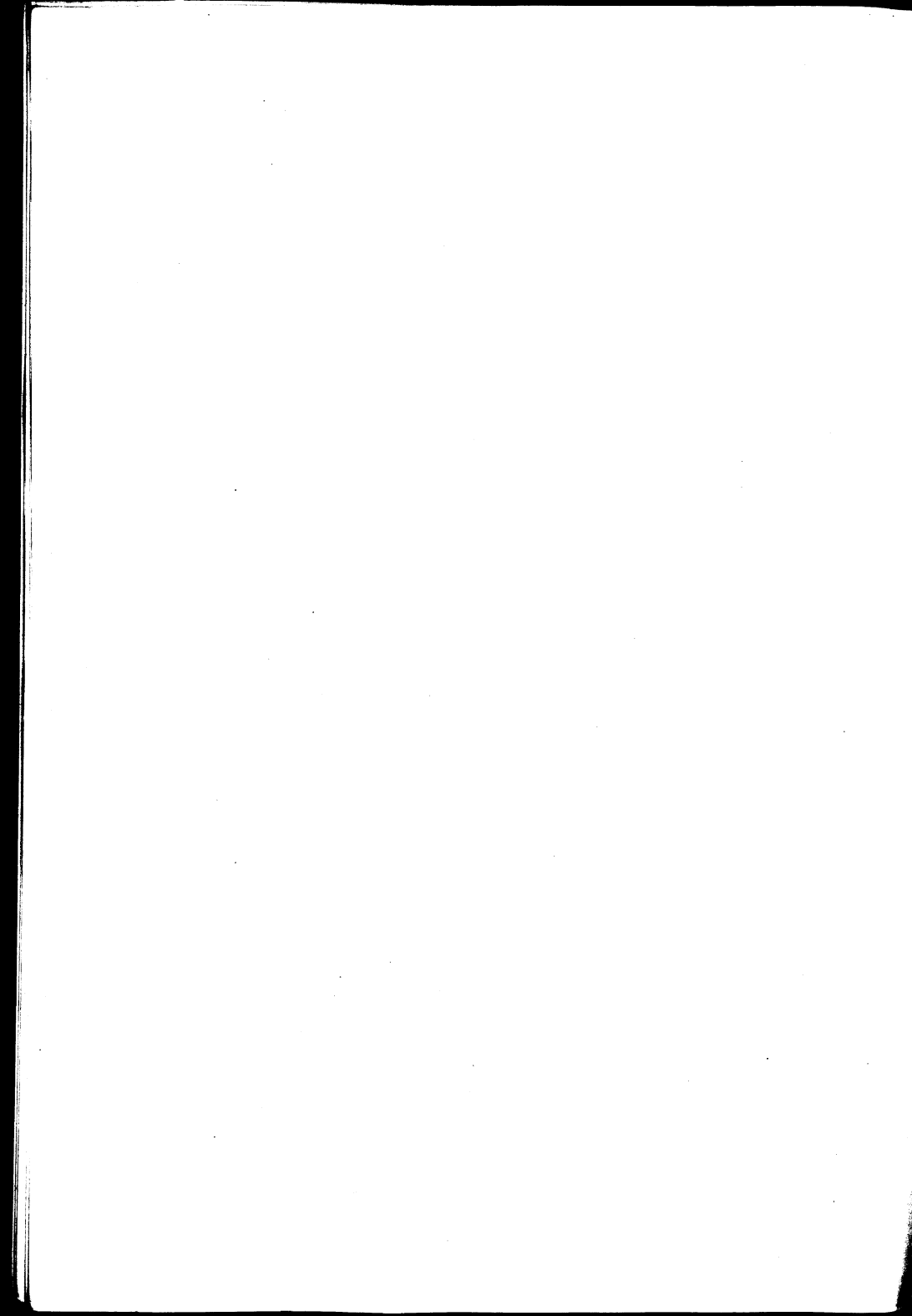
Ce galvanomètre nous indique la qualité et l'ampèremètre du courant de l'échauffement cathodique, nous indique la quantité des rayons qui se produisent par l'insertion successive du transformateur.

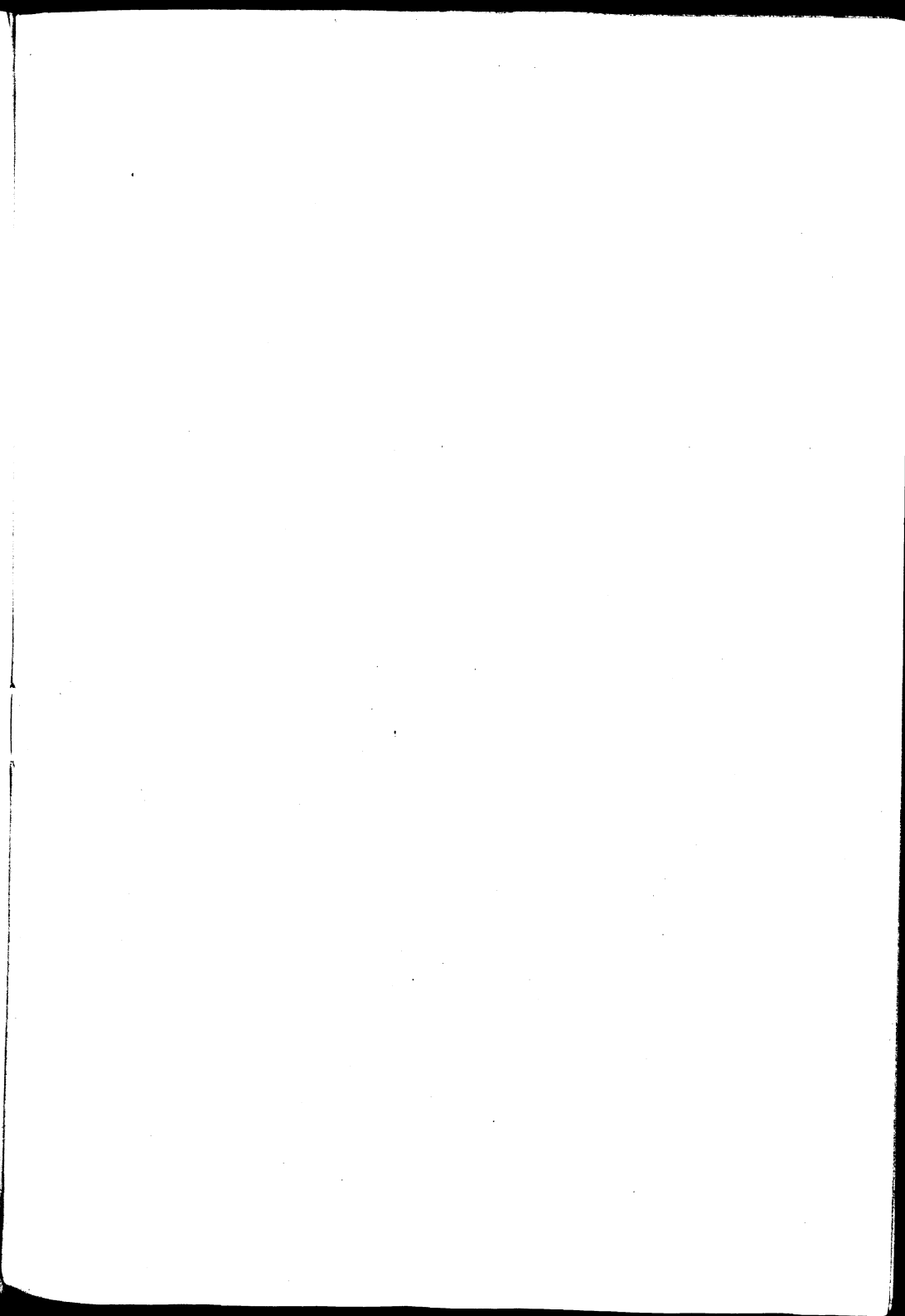
2.) Les preuves faites avec un tube Coolidge capable de supporter 100 millampères nous ont confirmé les expériences, que l'indépendance de réglage de la qualité et de la quantité des rayons dans les tubes Coolidge n'est que très limitée. Notre galvanomètre et les radiographies du radiochromomètre du Benoist ont servi pour nous démontrer, que l'augmentation de l'intensité du courant d'échauffement cathodique importe que le faisceau des rayons produit par la même tension devient de plus en plus mou.

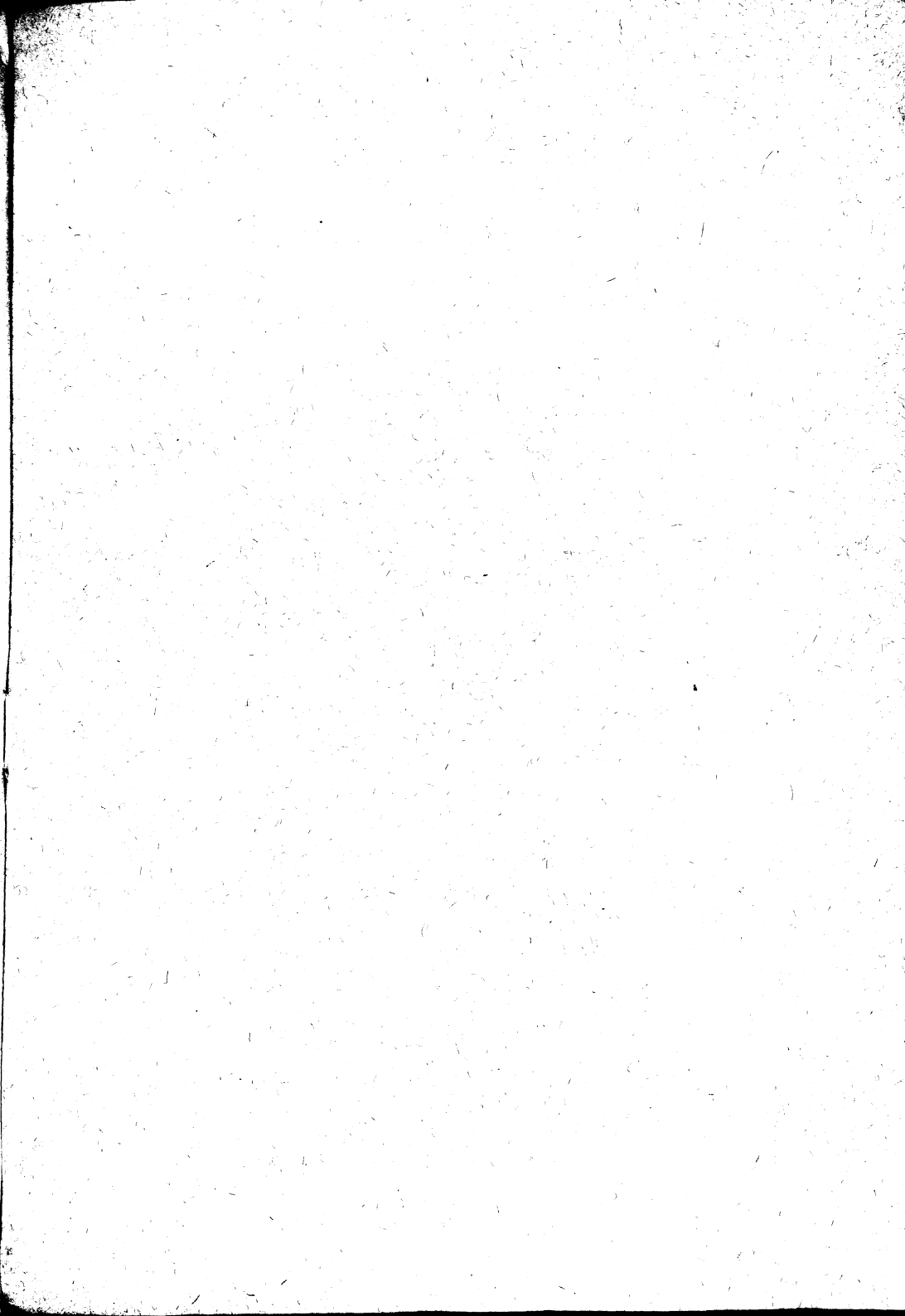
3.) Particularités de la technique dans l'exécution des radiographies en se servant de notre galvanomètre.

4.) L'appareil Neoreform et le tube Coolidge en question produisent des faisceaux de rayons pratiquement égaux dans les combinaisons les plus diverses de la tension et de l'intensité primaire. Le même faisceau se produit dans une quantité majeure en additionnant des tensions élevées avec des intensités plus hautes. De cette façon il est possible la radiographie de la même partie du corps avec le même tube selon le besoin à pose longue ou plus brève ou même instantanée.

46 279







LA RADIOLOGIA MEDICA

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI RADIOLOGIA MEDICA
RIVISTA MENSILE

Fondata nel 1914 e diretta dal Dott. Prof. FELICE PERUSSIA
2, Piazza Umanitaria - MILANO (14) - Telefono 50-766

è la più importante rivista italiana della specialità;
conta fra i suoi Collaboratori e Redattori tutti i migliori radiologi italiani;
pubblica articoli originali corredati da nitide tavole fotografiche;
pubblica riviste sintetiche di argomenti d'attualità;
rende conto delle comunicazioni e relazioni che si svolgono nei Congressi e nelle Società scientifiche su temi di radiologia;
pubblica recensioni di tutti i più importanti articoli della specialità; che compaiono nella letteratura medica mondiale;
si occupa degli interessi professionali della specialità;
contiene un ricco notiziario su quistioni di interesse radiologo;
pubblica i comunicati ufficiali della Società Italiana di radiologia medica.

ABBONAMENTO ANNUO

Italia . . L. 40,— | Estero . . L. 50,—

Amministrazione de "LA RADIOLOGIA MEDICA", Via Cappuccini, 18 - MILANO