



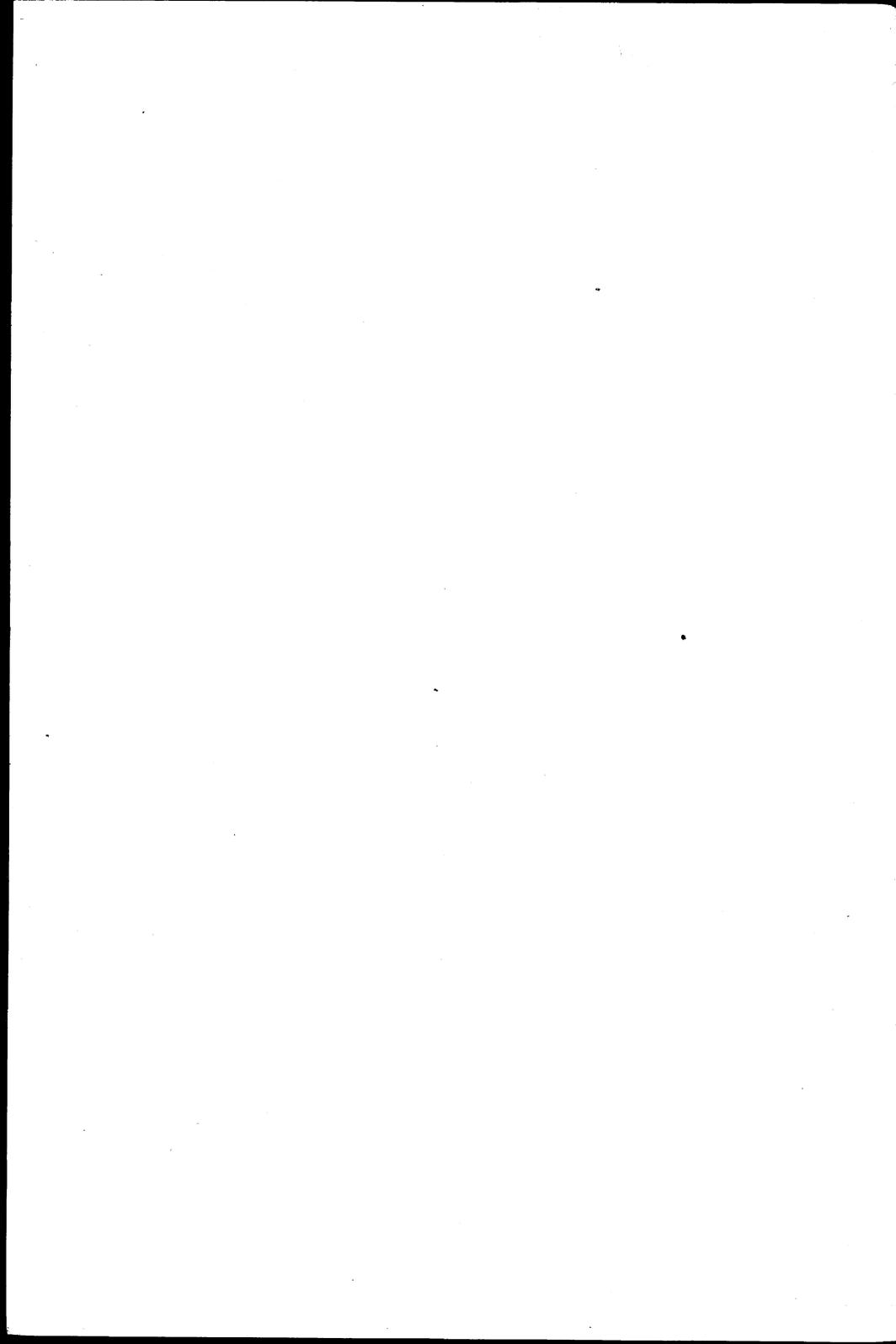
Prof. EPAMINONDA SECONDARI

*Docente nella R. Università di Roma
Medico primario nel Columbus Hospital di New York*

ELETTROCARDIOGRAFO ED ELETTROCARDIOGRAMMI

Estratto da "Le Forze Sanitarie", - Anno IX - N. 2, del 31 gennaio 1940-XVIII



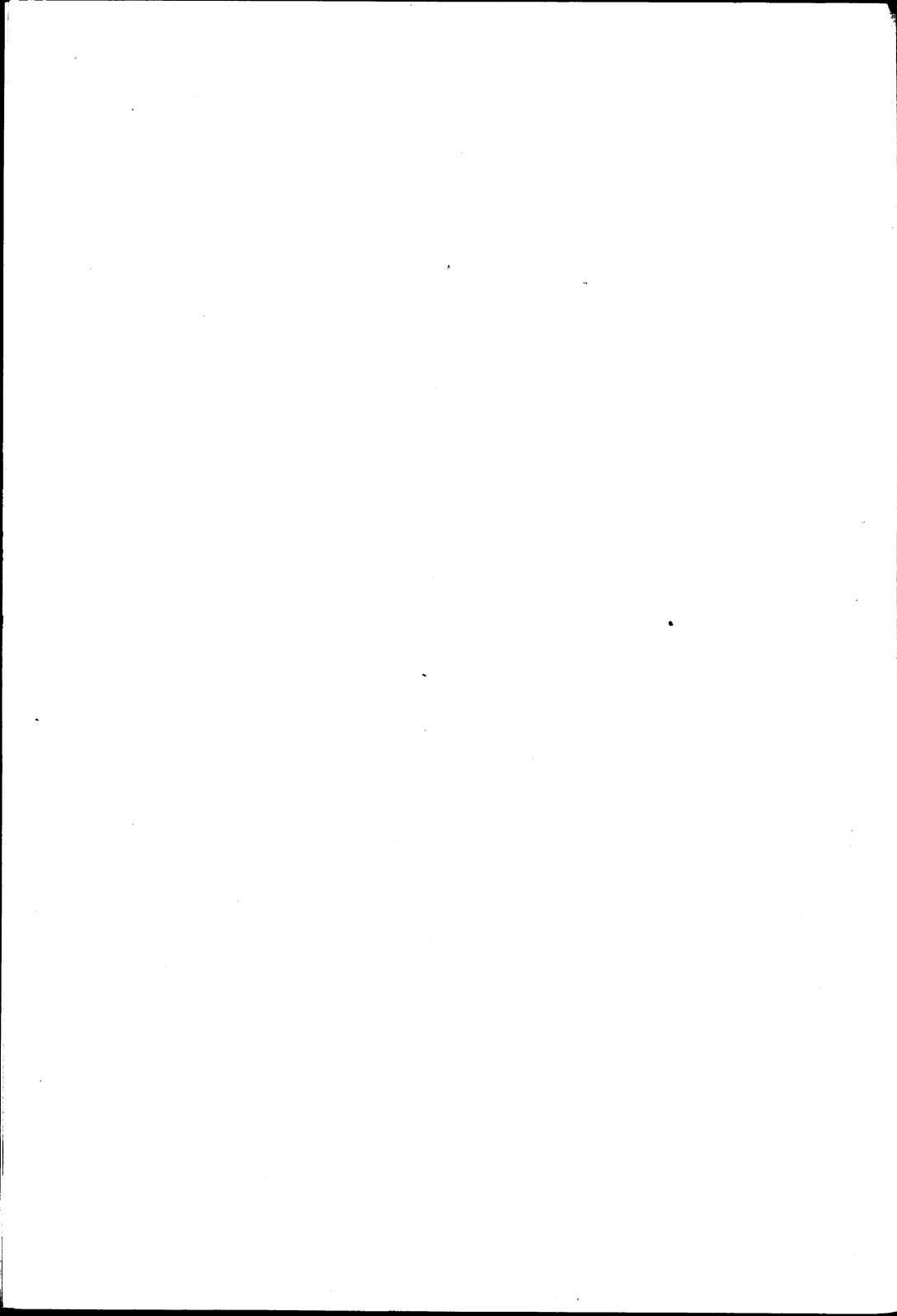


Prof. EPAMINONDA SECONDARI

*Docente nella R. Università di Roma
Medico primario nel Columbus Hospital di New York*

ELETTROCARDIOGRAFO ED ELETTROCARDIOGRAMMI

Estratto da "Le Forze Sanitarie", - Anno IX - N. 2, del 31 gennaio 1940 - XVIII



Questo è il primo di una serie di articoli con i quali mi propongo di presentare al medico pratico, in modo breve e facile, l'uso dell'elettrocardiografo e l'interpretazione degli elettrocardiogrammi.

Giova ricordare che le prime osservazioni riguardanti i fenomeni elettrici prodotti dai muscoli in azione, e specialmente il cuore, furono fatte dall'italiano MATTEUCCI (Matteucci: *Lezioni sui fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi*, Seconda edizione, Firenze 1847, pagg. 151-153). Egli osservò che un muscolo, durante la sua contrazione, sviluppava una corrente elettrica che si diffonde dal punto non eccitato a quello eccitato: ossia il punto eccitato era negativo e quello non eccitato positivo. Queste correnti furono chiamate « correnti d'azione » ed in questi ultimi anni sono state dimostrate presenti anche nel sistema nervoso.

Fu WALLER che studiò la diffusione di queste correnti prodotte dal cuore sulla superficie del corpo e che costruì il primo elettrocardiografo, servendosi dell'elettrometro capillare. Con questo strumento si ottennero i primi tracciati, i quali, per la loro imperfezione, non ebbero applicazione pratica. Nel 1903 EINTHOVEN costruì il primo elettrocardiografo a corda, che è quello con il quale sono stati compiuti gli studi più importanti ed al quale si debbono i progressi mirabili della moderna cardiologia.

Da principio l'elettrocardiografo servì a studiare e chiarire le diverse aritmie; ma in seguito si vide che esso registrava, nei suoi tracciati, delle modificazioni delle curve che erano in rapporto con speciali condizioni del miocardio. Per molti anni questo apparecchio fu riservato a pochi, i quali dedicarono tutta la loro attività a ricerche minute, confrontando i reperti elettrocardiografici con i quadri clinici e quelli di autopsia, eseguendo esperienze su animali di laboratorio e confrontandone i risultati elettrocardiografici con quelli ottenuti nell'uomo nel corso di diverse osservazioni. E' sorta così l'elettrocardiografia clinica che ci ha dato nuove possibilità diagnostiche, ha facilitato lo studio e l'insegnamento delle malattie di cuore, ci ha permesso di risolvere problemi che rimanevano oscuri al solo esame obiettivo. L'elettrocardiografo ha migliorato lo stesso studio clinico in quanto che il continuo confronto dei reperti fisici ed elettrocardiografici ha insegnato a riconoscere delle condizioni come il blocco di branca, il blocco incompleto, la fibrillazione auricolare, ecc.,

che ora possiamo diagnosticare clinicamente al letto del malato.

E' giusto, quindi, che il medico pratico conosca questa nuova branca della nostra arte e che sappia quando ad essa sia utile ricorrere e quanto possa giovargli nella diagnosi e nella cura dei malati di cuore, il cui numero aumenta ogni anno. Nessun esame di malato di cuore è completo senza l'indagine elettrocardiografica. Non basta stabilire la presenza o meno di un vizio valvolare o riconoscere clinicamente i segni di uno scompenso. Il medico ha interesse di sapere quali siano le condizioni del miocardio stesso, poichè da queste dipende la capacità o meno del cuore a compiere il suo lavoro.

Sarà con l'elettrocardiografo che si potrà stabilire se una crisi dolorosa prolungata, che simulava una colica epatica o una gastralgia violenta, era o no un attacco di occlusione coronaria. Sarà possibile stabilire se la debolezza generale e la tachicardia che segue una tonsillite in un bambino sia dovuta alla presenza di una cardite reumatica. Si potrà determinare in molti casi se gli attacchi dolorosi che insorgono in un certo malato, sotto determinate condizioni riproducibili sperimentalmente, siano dovuti a sclerosi coronaria con sindrome anginosa. L'ecg. potrà aiutarci a stabilire le condizioni del miocardio prima di un atto operativo in malati in cui esistono segni sospetti di cardiopatia e mettere in guardia l'anestetista ed il chirurgo per ogni possibile evenienza. In molti casi l'esame elettrocardiografico potrà rivelare condizioni insospettite e permettere di ritardare un periodo di insufficienza miocardica che sarebbe improvvisamente insorta apparentemente a ciel sereno. Nel corso dell'ipertensione il medico potrà seguire il comportamento del cuore sotto lo sforzo dell'aumentato lavoro e scoprire lesioni che sono la conseguenza di una localizzazione dell'arteriosclerosi nelle arterie coronarie.

Se si pensi all'importanza della diagnosi di una tachicardia parossistica, di un flutter, di una fibrillazione auricolare, di un blocco, di una aritmia extrasistolica, ecc., non solo per ciò che riguarda la prognosi, ma per la cura stessa, si capirà facilmente come l'esame elettrocardiografico sia indispensabile.

Un malato con un vizio valvolare di origine reumatica può vivere per molti anni senza apparenti di-

sturbi: è, come si dice, compensato. Un bel giorno si presenta al medico lagnandosi di sensazioni nuove: avverte intermittenze, palpitazione, senso di stringimento al petto. Voi vi trovate di fronte a due possibilità:

- 1) un nuovo attacco di cardite;
- 2) lesioni miocardiche stabilitesi durante il decorso cronico della malattia che hanno determinato qualche cosa che clinicamente non potete spiegare.

Tanto nell'uno che nell'altro caso potete, con l'ecg., avere dati che vi illuminano sulle due diverse condizioni. E siccome la cura è diversa, avrete anche un criterio di più per stabilire una medicazione piuttosto che un'altra.

L'insorgere della fibrillazione auricolare, che è ciò che clinicamente si chiamava « aritmia perpetua », è spesso preceduta dalla comparsa di extrasistoli auricolari, le quali sono facilmente diagnosticate con l'ecg. L'uso della Chinidina può ristabilire il ritmo normale e scongiurare per un certo tempo, o procrastinare, il manifestarsi di questa aritmia che è di grave nocimento alla funzione del cuore. La diagnosi differenziale tra un blocco incompleto, una aritmia extrasistolica ed una fibrillazione auricolare è facilissima con l'ecg., mentre è difficile clinicamente: la cura è diversissima nei tre casi.

Da quanto sopra ho accennato risulta l'utilità dell'esame elettrocardiografico nella diagnosi delle malattie cardiache; ma non si chiedi all'elettrocardiogramma più di quanto può dare. Esso è un complemento dell'esame anamnestico e clinico e non può sostituirli.

Il solo ecg. non consente una diagnosi, in molti casi, se non si hanno i dati obiettivi e non si conosce la storia. La somministrazione di droghe come la digitale, per esempio, altera le curve elettrocardiografiche e potrebbe portare a conclusioni errate se non ne venisse segnalato l'uso. In alcuni casi un ecg. normale si può avere anche in malati di cuore, come, per es., nell'*angina pectoris*, in cui le alterazioni possono essere minime o assenti e comparire solo durante l'attacco doloroso. È necessario che il tracciato e l'interpretazione siano fatti da persona esperta, perchè un ecg. eseguito con errori di tecnica può dare risultati apparentemente anormali ed indurre a una diagnosi errata. Così pure alcune alterazioni delle curve possono essere presenti in casi funzionali ed il cardiologo deve conoscere i dati dell'esame clinico ed anamnestico per fare una diagnosi esatta.

Salvo casi speciali, non si può fare con l'ecg. la diagnosi di vizio valvolare, che invece è dettata facilmente al medico esperto dall'ascoltazione. L'ecg. ci rivela segni dai quali possiamo trarre conclusioni riguardo alle

condizioni del miocardio e del sistema di conduzione del cuore. Quindi l'elettrocardiografo è per il miocardio ciò che lo stetoscopio è per le valvole cardiache.

Nella sua più semplice espressione, l'elettrocardiografo è costituito da un galvanometro sensibilissimo, che permette di registrare le correnti cardiache ed eliminare l'interferenza di tutte quelle altre che nello stesso tempo si producono nei muscoli, nella pelle, negli organi vari.

Lo strumento classico di Einthoven, di cui riporto uno schema, è costituito da un forte magnete tra i cui poli è teso un filo di quarzo argentato dello spessore di 2-3 millesimi di millimetro: questo filo, che si chiama « corda » è messo in rapporto col paziente ed è

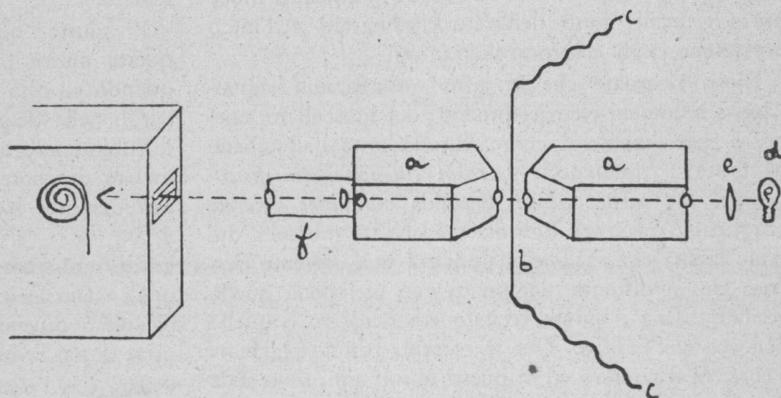


FIG. 1.

I poli perforati del magnete sono rappresentati dalle lettere *aa*. La corda *b* è tesa tra i due poli e connessa al paziente con i due fili *cc*. Il raggio di luce prodotto dalla lampada *d* è condensato dalla lente *e* viene proiettato a traverso il microscopio *f* sulla fessura della camera fotografica *g*, impressionando la film *h*.

quello attraverso il quale passano le correnti da registrare. Al passaggio della benchè minima quantità di elettricità, la corda si sposta in un senso o in un altro a seconda della direzione delle correnti stesse ed in rapporto alla loro intensità. I poli del magnete sono forati e attraverso questo foro passa un intenso raggio di luce che colpisce la corda: per mezzo di un sistema di lenti l'immagine ingrandita della corda è proiettata su di una fessura aperta in una camera fotografica. Dietro questa fessura scorre, a velocità conosciuta, un film sul quale gli spostamenti della corda vengono registrati sotto forma di curve. Alla fine dell'esame la carta, o film fotografico, viene sviluppata in camera oscura come una comune fotografia.

L'apparecchio di Einthoven, con successive modificazioni e semplificazioni, è stato l'unico adoperato fino agli ultimi anni, quando le ricerche sugli amplificatori a valvole termoioniche hanno prodotto un nuovo tipo di elettrocardiografo. In questo apparecchio il galvanometro è basato sullo stesso principio; ma è differente in costruzione e le correnti cardiache, invece di essere isolate con comandi speciali da quelle estranee della pelle e dei muscoli, sono ingigantite. Con questo nuovo tipo si sono eliminate molte difficoltà di tecnica

e l'apparecchio è divenuto portatile, solido e di facile uso.

Tanto l'uno che l'altro apparecchio possiedono dei vantaggi, dei quali è inutile discutere qui: entrambi vengono connessi con il paziente allo stesso modo.

le correnti propagate in tre direzioni: queste sono state chiamate « derivazioni ». Le derivazioni usate fino a tre anni fa erano tre e si chiamano « classiche » perchè sono state quelle adoperate fin dagli inizi della elettrocardiografia: ultimamente sono state aggiunte le derivazioni toraciche, di cui la più usata è la quarta.

Vediamo come viene connesso il paziente all'elettrocardiografo. Il malato può essere seduto o disteso (la posizione deve essere notata nel rapporto del tracciato perchè influisce sull'aspetto di questo), si applica sulla cute dei due avambracci e sulla gamba sinistra una pasta salina preparata per questo uso: questa pasta permette un contatto perfetto, facilita il passaggio della minima corrente ed elimina la resistenza che la pelle offre al contatto. Ora si applicano gli elettrodi. Questi consistono in placche metalliche che vengono fissate con una fascia sulle zone ricoperte dalla pasta. Dall'elettrocardiografo partono tre fili conduttori che hanno marcato in lettere o con differenti colori la loro destinazione: uno va applicato all'elettrode del braccio destro, uno a quello del braccio sinistro, l'ultimo alla gamba sinistra. Fatto questo, con il giro di una chiavetta di comando, prepariamo, campionando la corda, come dirò in seguito, l'apparecchio per la presa dei tracciati.

Con i tre fili connessi ai tre elettrodi noi mettiamo in comunicazione la corda del galvanometro, che è quella che registra le correnti d'azione, con le variazioni di corrente che avvengono in tre direzioni (derivazioni):

Der. 1: braccio destro-braccio sinistro.

Der. 2: braccio destro-gamba sinistra.

Der. 3: braccio sinistro-gamba sinistra.

Così potremo registrare con la der. 1 le correnti

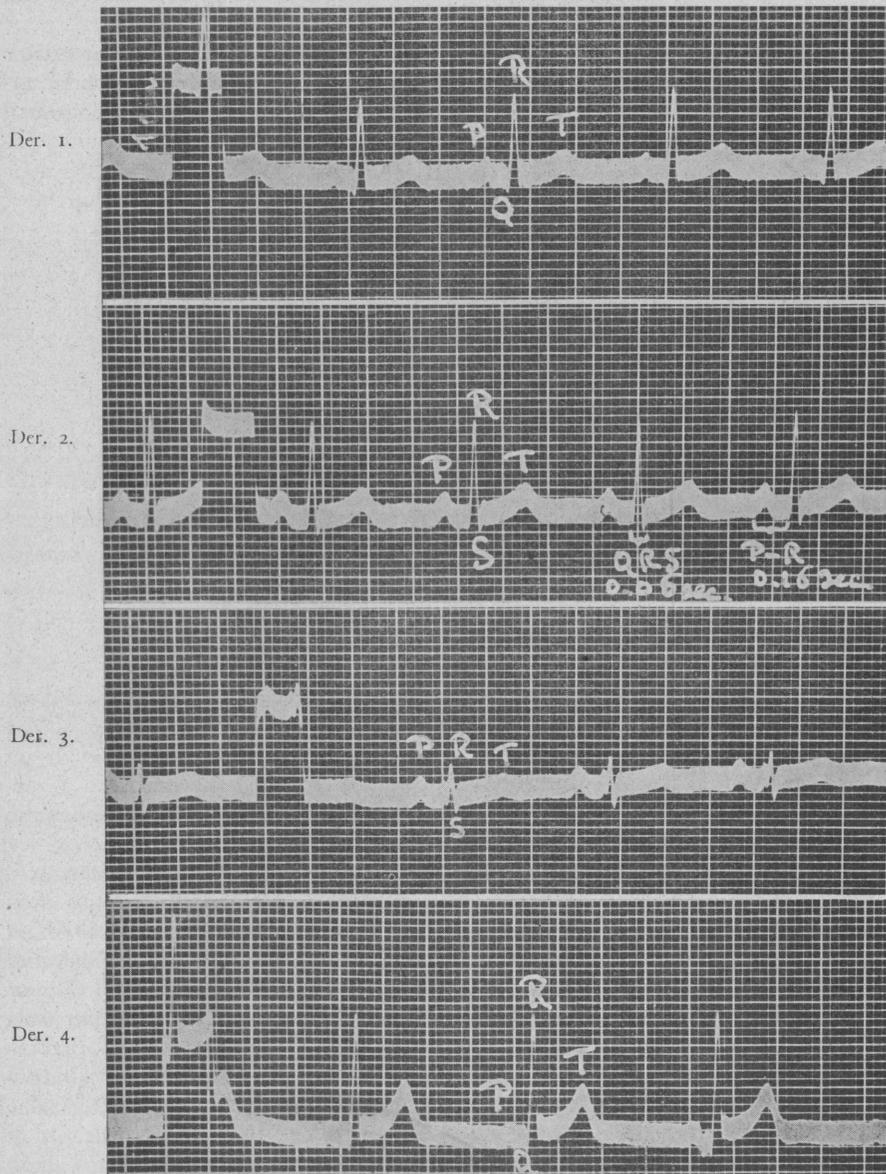


FIG. 2. - Elettrocardiogramma tipo.

Come si vede, la Q e la S non sono presenti in tutte le derivazioni. Nel nostro caso la Q è accennata nella Der. 1 e la S nella seconda e nella terza. La quarta derivazione è presa nel modo consueto: punta del cuore gamba sinistra (vedi testo).

Gli studi sulla diffusione delle correnti d'azione hanno dimostrato che le correnti cardiache si propagano agli arti come se questi fossero dei fili conduttori. E siccome le correnti del cuore, per la direzione stessa delle fibre cardiache e la posizione stessa dell'organo nel centro della cavità toracica, si diffondono in tutti i sensi, si è deciso di servirsi degli arti per registrare

che si propagano verso la parte superiore del torace, con la der. 2, quelle che si propagano in senso obliquo, lungo la direzione anatomica dell'asse cardiaco, con la der. 3 quelle che si diffondono verso sinistra. Ultimamente è stata aggiunta, come ho già detto, la derivazione 4:

Der. 4: punta del cuore-gamba sinistra.

Nel fare la connessione, il filo che andrebbe all'elettrode della gamba si applica su di uno speciale elettrode che si pone sulla regione della punta del cuore,

piccoli. I grandi sono limitati da linee di maggiore spessore e contengono serie di cinque quadratini piccoli, tanto in senso verticale, che in senso orizzontale. Questa quadrettatura, su cui spiccano le curve del tracciato, serve a misurare il tempo di durata dei singoli elementi del tracciato stesso e l'intensità della corrente che li produce.

Ogni piccolo quadratino, contato in senso orizzontale, corrisponde a quattro centesimi di secondo, nei tracciati presi con gli elettrocardiografi più in uso; i

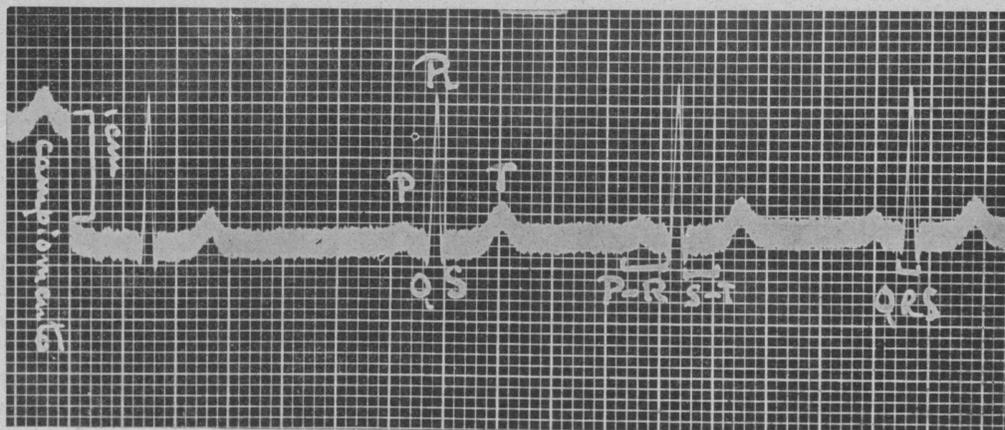


FIG. 3.

Ingrandimento di una prima derivazione in cui si notano le onde dell'ecg.

e sull'elettrode della gamba sinistra si applica il filo che era connesso al braccio sinistro.

La quarta derivazione originale usava due elettrodi di cui uno era sulla punta del cuore e l'altro al dorso, allo stesso livello. In questo modo si pensava di derivare le correnti con direzione antero-posteriore; ma poi è stato visto che era indifferente porre un elettrode al dorso o in un'altra parte del corpo, perchè la posizione importante era quella dell'elettrode apicale, che è quello esploratore. Altre derivazioni toraciche si usano in casi speciali; ma qui non è il momento di parlarne.

Se voi prendete in mano un trattato di cardiologia, a questo punto incomincia una serie di discussioni su problemi elettrici e matematici, che scoraggiano il medico pratico e gli danno l'impressione di trovarsi davanti ad un ostacolo che non può essere superato da chi è poco versato in fisica e trigonometria. Nulla di meno vero. Chiunque avrà la pazienza di seguirmi vedrà che, anche senza essere matematici o fisici, si può giungere ad interpretare quella serie di curve misteriose che costituiscono il tracciato elettrocardiografico.

Prendiamo un elettrocardiogramma tipico (fig. 2) ed ed esaminiamolo insieme.

Come vedete esso è costituito da quattro strisce di carta fotografica percorse da linee parallele che si incrociano perpendicolarmente: il matematico direbbe « ascisse ed ordinate », noi diremo linee verticali e linee orizzontali. Queste linee, incrociandosi, formano dei quadratini, che sono di due dimensioni: grandi e

cinque quadratini che formano la base del quadrato grande corrispondono, quindi, a venti centesimi di secondo. Non pensate che per l'interpretazione di un tracciato sia necessario passare delle mezz'ore a contare quadratini: per quel che è necessario basteranno pochi secondi.

I quadratini contati in senso verticale misurano il voltaggio, ossia l'intensità della corrente: ogni dieci quadratini piccoli (due grandi) corrispondono ad un millivolta, ossia ad un millesimo di volta. I quadratini piccoli hanno il lato di un millimetro, i grandi di mezzo centimetro, cosicchè il millivolta è costituito dalla misura di un centimetro in senso verticale, e corrisponde a due quadrati grandi. Se esaminate il nostro tracciato vedrete che al principio di ogni derivazione si nota un salto: questo, nel tracciato originale, (la figura è ingrandita) corrisponde ad un centimetro, quindi ad un millivolta (potete, in ogni modo, notare che il salto corrisponde a due quadrati grandi, che sono un centimetro). Questo salto, che deve apparire in ogni striscia di ecg. è la così detta « standardizzazione » o « campionamento della corda »: esso ci assicura che durante tutto il tracciato ogni centimetro corrisponde ad un millivolta, che è ciò che è internazionalmente stabilito e che ci garantisce della correttezza della tecnica adoperata. Negli apparecchi a corda classici può avvenire che, data la resistenza alta della pelle, la corda sia così tesa che non sia possibile ottenere la deflazione di un centimetro con un millivolta: avviene allora che il tecnico inesperto o impaziente è talvolta

tentato ad allentare la tensione della corda stessa. In questo caso la corda troppo lenta fa un extra-salto alla fine del centimetro e produce una specie di prolungamento aghiforme sul salto del campionamento, scoprendo così l'errore. Ecco la necessità del campionamento visibile all'inizio o alla fine del tracciato in ogni derivazione: le curve ottenute a corda lenta sono tutte fuori proporzione e, quindi, errate. Nel rapporto che lo specialista manda al medico, spesso il campionamento non è compreso; ma esso rimane nella parte del tracciato conservato nella cartella dell'ammalato, come prova della regolarità dell'esame fatto.

Su questa base quadrata si disegnano le curve,



FIG. 4.

che possono apparire bianche sul nero, se, come generalmente si usa, il tracciato è fatto direttamente sulla carta con un galvanometro a corda, o nero sul bianco, se il tracciato è stampato da una negativa o prodotto da un galvanometro con raggio di luce invece che con un filo (la maggior parte degli apparecchi a valvole danno questa immagine).

Non c'è differenza nel significato dei due tracciati che, all'infuori del colore, debbono essere identici.

Le curve dell'elettrocardiogramma sono state individuate con lettere, che non rappresentano l'abbreviazione di alcuna parola; ma semplicemente un simbolo corrispondente a quella determinata onda. Tutte le onde dirette in alto si chiamano positive, tutte quelle dirette in basso si chiamano negative.

Il complesso elettrocardiografico comincia con una piccola curva diretta in alto, quindi positiva, che si chiama P e che corrisponde all'attività delle orecchiette. *Ogni fenomeno patologico a carico delle orecchiette si manifesta con una alterazione dell'onda P.*

Segue un breve tratto orizzontale (in linguaggio tecnico si chiama isoelettrico), poi si ha una successione di onde rapide ad angolo acuto: queste hanno avuto il nome di QRS. Si chiama Q la prima onda negativa che segue P, si chiama R la prima onda positiva che

segue P; infine, si chiama S l'onda negativa che segue R. Nell'ecg. normale queste onde del complesso rapido non sono necessariamente tutte presenti, il Q e la S possono mancare: esse possono essere presenti in una derivazione ed assenti in un'altra. Dal punto di vista pratico il QRS rappresenta un complesso unico e corrisponde al passaggio dell'onda di eccitamento attraverso le due branche del fascio di His e le sue ramificazioni (reticolo di Purkinje). *Ogni alterazione che colpisca le branche del fascio di His o le sue ramificazioni si presenta con una modificazione della forma e durata di QRS.*

L'ultima curva, diretta normalmente in alto, si chiama T e segue ad un tratto orizzontale (isoelettrico) che prende il nome di RS-T, perchè può venire dopo una R o una S. L'onda T è in rapporto con l'azione dei ventricoli veri e propri. *Ogni lesione ventricolare vera e propria si manifesta con una alterazione dell'onda T, ed, in certi casi, anche del tratto RS-T.*

Il confronto dei diversi momenti della rivoluzione cardiaca con le onde dell'elettrocardiogramma ci servirà meglio i rapporti degli uni con le altre.

L'onda di eccitazione parte dal nodo del seno e si diffonde alla muscolatura delle orecchiette determinando l'onda P, poi passa al nodo atrio-ventricolare ed al fascio di His durante il tratto che va da P a QR. Siccome il Q non è sempre presente, questo spazio si chiama P-R e si misura dal principio della P al principio dell'onda successiva (Q o R).

Dal fascio di His l'onda di eccitamento si diffonde alle due branche del fascio di His e sue arborizzazioni determinando QRS. Di qui passa alla muscolatura ventricolare producendo lo spazio S-T e l'onda T, che rappresenta la fine dell'attività ventricolare.

Ci sono molte questioni riguardo al momento preciso in cui queste onde si producono; ma esse non hanno ragione di essere discusse qui. Dal punto di vista pratico lo schema esposto è sufficiente a guidarvi nello studio e nell'interpretazione dei diversi tracciati elettrocardiografici.

Dopo quanto vi ho esposto, voi capite benissimo che non sarà difficile distinguere e localizzare delle eventuali lesioni miocardiche ed individualizzare i diversi tipi di aritmie. Abbiamo nel tracciato elettrocardiografico delle curve di cui conosciamo il significato: esse corrispondono ognuna alla funzione di una determinata parte del cuore. Ogni curva deve avere una determinata altezza corrispondente ad una determinata intensità elettrica o di attività, ed una durata in rapporto alla normalità con cui l'onda di eccitazione si propaga. Noi ci renderemo famigliari con questi dati che non possono variare che entro certi limiti, di cui parleremo.

Io farò del mio meglio per essere chiaro e non essere noioso: voi, colleghi carissimi, seguitemi con pazienza, e vedrete che, gradualmente, anche voi entrerete nel numero di coloro che conoscono ed apprezzano uno dei mezzi più moderni d'indagine clinica.

59047



~~SECRET~~

