

LA DETERMINAZIONE DELLA PORTATA CARDIACA CON METODO ECOCARDIOGRAFICO

C. BELLI - L. RODA - W. SESANA - G. BIGATELLO

After some observations on the difficulty of measuring the cardiac output by known methods, and, besides, on the usefulness of achieving this measurement in the clinical activity, a new method is illustrated of left ventricular stroke volume and cardiac output determination by using ultrasounds. Its complete harmlessness as far as the patient is concerned, its simple performance and bedside determination in a matter of minutes are pointed out.

Our experience is then reported concerning 154 determinations, the results of which are briefly exposed with a short comment regarding the most demonstrative experiments.

The work carried out by Feigenbaum and our own experience have led us to deem this diagnostic procedure fit for a clinical application.

The possibility is also proposed of determining the cardiac inotropism by studying the mitral ring echo curve.

Considerazioni introduttive sulla portata cardiaca

La portata cardiaca è un parametro ben conosciuto dai fisiologi ma poco introdotto nella pratica clinica corrente, per diversi motivi: 1) le metodiche attualmente a disposizione sono laboriose, non facilmente ripetibili e difficilmente applicabili al malato grave; 2) vi sono delle possibilità di errore insite nell'esecuzione tecnica e nel calcolo che influenzano sfavorevolmente l'esatta determinazione della portata; 3) i risultati ottenuti con i diversi metodi in uso presentano talora notevoli disparità; 4) si può affermare che nessuna metodica è così precisa

da poter servire come controllo (infatti i fisiologi sono arrivati alla conclusione di considerare soddisfacente una concordanza del $\pm 25\%$ fra i risultati di due diverse tecniche di determinazione^{1, 2}).

D'altra parte il rilievo di questo parametro può essere molto utile in diverse circostanze cliniche: a) nella diagnosi precoce di uno scompenso cardiaco congestizio; b) nella diagnosi differenziale tra scompensi cardiaci a bassa e ad alta portata; c) per la valutazione della compromissione emodinamica nell'infarto miocardico; d) per seguire l'efficacia di una terapia cardiotonica, osservando le modificazioni della portata cardiaca in corso di terapia; e) per valutare la compromissione emodinamica nei disturbi del ritmo, nel collasso cardiocircolatorio e nei vizi valvolari.

*Ospedale Maggiore Ca' Granda - Milano. -
Divisione Medica Rizzi.*

E' quindi auspicabile l'introduzione nella pratica clinica di metodiche adatte alla determinazione della gettata sistolica e della portata cardiaca, che siano di agevole esecuzione, facilmente ripetibili, non trauma-

tizzanti per l'ammalato e soprattutto di sufficiente attendibilità.

A questi requisiti sembra rispondere il metodo di misurazione della gettata sistolica (e quindi della portata cardiaca) studiato e

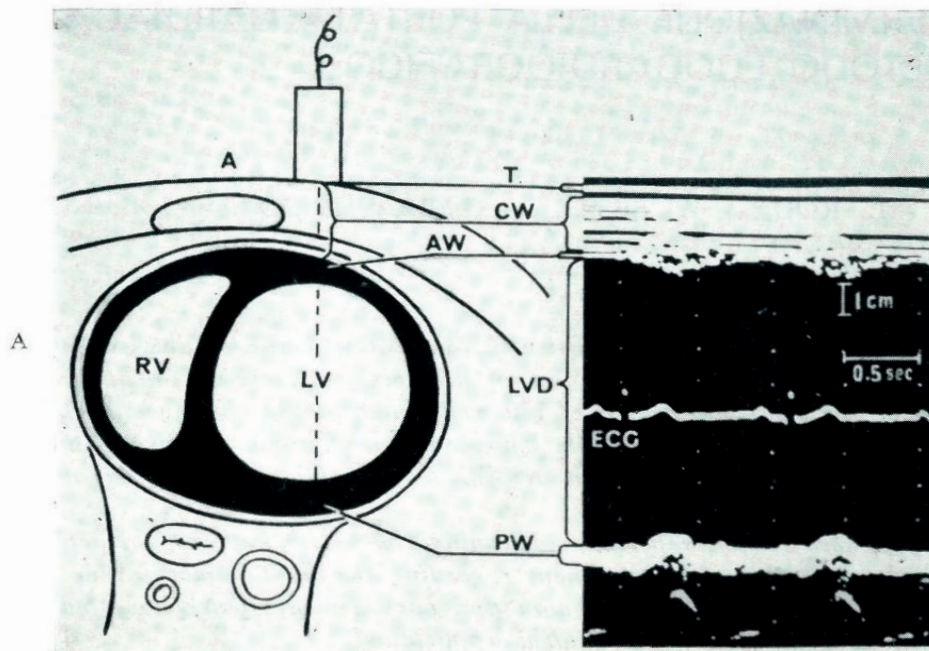
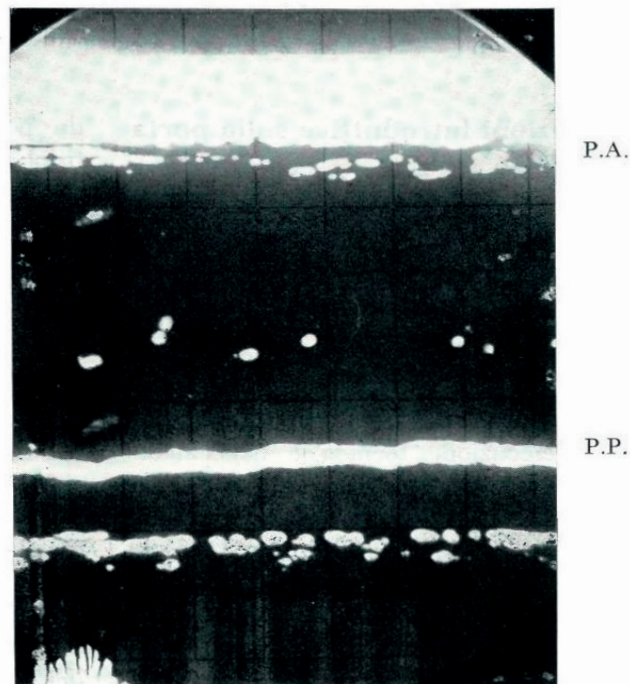


FIG. 1. — Rilievo mediante gli ultrasuoni degli echi della parete anteriore e posteriore del ventricolo sinistro. A) posizione della sonda ultrasonica sulla parete toracica anteriore all'altezza del 4° spazio intercostale sulla marginosternale sinistra. Sezione trasversa toracica a questo livello vista caudo-cranialmente: RV = ventricolo destro; LV = ventricolo sinistro. Sul fotogramma ecografico di lato: AW = eco della parete anteriore; PW = eco della parete posteriore del ventricolo sinistro (da Feigenbaum e coll.); B) esempio di rilievo della parete anteriore (P.A.) e posteriore (P.P.) del ventricolo sinistro in uno dei nostri pazienti (foto con polaroid). La distanza fra le due immagini ultrasoniche è misurabile in centimetri (nella foto la scala è 1:2).



B

messo a punto da Feigenbaum e coll.³ mediante l'impiego degli ultrasuoni. Abbiamo ritenuto che tale procedimento fosse meritevole di attenzione e ne abbiamo fatto oggetto di studio nella nostra Divisione⁴.

La sperimentazione di questa metodica e i risultati che ne abbiamo ottenuti saranno oggetto del presente lavoro.

Metodo

E' stata da noi impiegata la metodica descritta da Feigenbaum e coll.³; essa consiste nel rilievo mediante gli ultrasuoni degli echi della parete anteriore e posteriore del ventricolo sinistro (fig. 1) e del movimento dell'anello fibroso mitralico in concomitanza della sistole e della diastole; durante la sistole, infatti, l'anello si abbassa avvicinandosi alla parete toracica, e durante la diastole compie un movimento opposto: ne deriva una curva grossolanamente sinusoidale che rassomiglia in maniera sorprendente alle curve volumetriche del ventricolo sinistro in cui l'ampiezza è direttamente proporzionale alla gettata sistolica e inversamente proporzionale al volume del ventricolo sinistro (figura 2).

Secondo Feigenbaum e coll.³ esiste una correlazione fra la misura del diametro del ventricolo sinistro e il volume del medesimo, come pure fra l'ampiezza di escursione dell'anello mitralico e la gettata sistolica.

La validità di questa ipotesi è stata confermata dallo studio della portata cardiaca, eseguito contemporaneamente con il metodo di Fick e con il metodo degli ultrasuoni su 16 soggetti normali: i risultati ottenuti con i due metodi furono notevolmente concordanti e lo scarto massimo fra l'uno e l'altro fu del 15 %.

Il calcolo della gettata sistolica con il metodo ecocardiografico fu ottenuto da Feigenbaum e coll.³ con la seguente formula:

$$GS = 87,5 + 10,4 [(DVS \times EAM) - 8,9]$$

dove DVS = distanza fra parete anteriore e parete posteriore del ventricolo sini-

stro; EAM = ampiezza di escursione dell'anello mitralico.

E' bene sottolineare, come già indicato da Feigenbaum, che tale formula non ha rigorose basi matematiche, poichè il prodotto tra due lunghezze (quali sono l'ampiezza dell'escursione dell'anello mitralico e il diametro antero-posteriore del ventricolo sinistro) non dà luogo ad una misura di volume, ma ad una di superficie; tuttavia poichè tale prodotto è fondato empiricamente su un concetto di proporzionalità fra ampiezza dell'escursione dell'anello mitralico e gettata sistolica, e poichè la sua concordanza con i dati ottenuti col metodo di Fick è altamente significativa, lo abbiamo ritenuto idoneo per un impiego clinico.

Casistica

La portata cardiaca con il metodo ecocardiografico di Feigenbaum è stata misurata in numerosi pazienti ricoverati presso la Divisione Medica Rizzi dell'Ospedale Maggiore di Milano; sono state eseguite complessivamente 154 determinazioni. Si è proceduto in un primo tempo sopra dei soggetti normali, ripetendola in ciascuno di essi almeno due volte per avere dei valori comparativi, sempre in condizioni standard (a eguale distanza dai pasti o dalla somministrazione di farmaci; in decubito supino, in condizioni di riposo fisico e psichico).

Si sono presi in considerazione quindi quei pazienti con malattie che comportano una bassa portata circolatoria: scompenso cardiaco grave, pericardite, ipotiroidismo, collasso cardiocircolatorio; ed altri con alta portata circolatoria: ipertiroidismo, cardiopatie congenite con shunts, cuore polmonare cronico, cirrosi epatica.

La metodica con ultrasuoni è stata impiegata su pazienti con presunta diminuita portata circolatoria, suscettibile di essere normalizzata sotto terapia, in modo da verificare le variazioni dei dati ecocardiografici in concomitanza al miglioramento clinico. Così la determinazione è stata praticata in

6 casi di shock durante il decorso d'infarto miocardico acuto, in 3 casi di tachicardia parossistica sopra-ventricolare e in 2 di tachicardia parossistica ventricolare; in 3 casi di blocco atrio-ventricolare di primo grado

In 10 pazienti con infarto miocardico acuto, la portata cardiaca con il metodo ecografico è stata misurata più volte durante il decorso della malattia (in genere nelle giornate I-III-V-X-XX e prima della dimis-

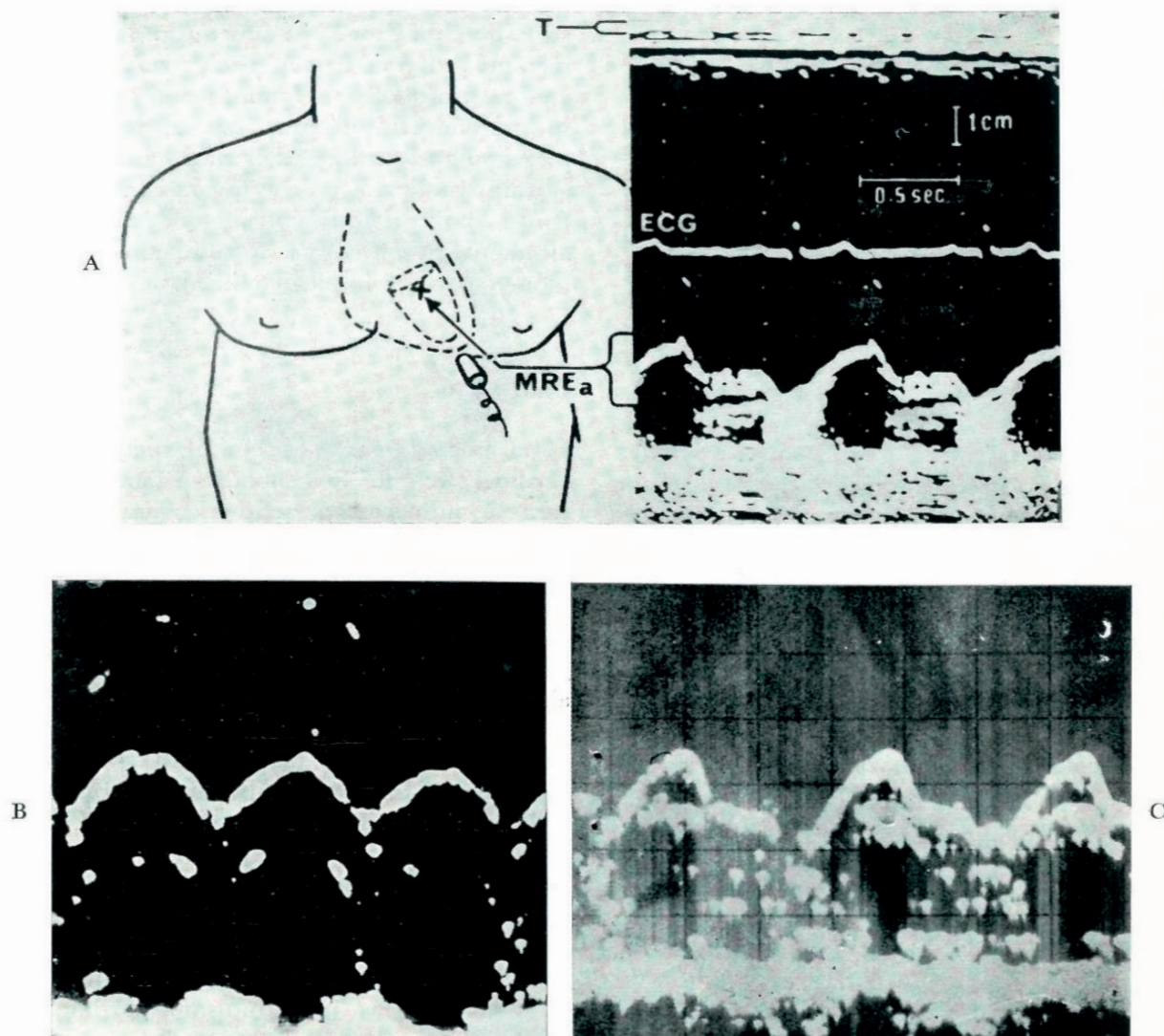


FIG. 2. — Rilievo con ultrasuoni del movimento dell'anello fibroso mitralico (MREa) in concomitanza della sistole e della diastole. A): posizione corretta della sonda per mirare l'anello mitralico (da Feigenbaum e coll.); B) e C): registrazione ecografica dell'anello mitralico in due soggetti diversi: la morfologia più tipica è quella in C.

e in uno di blocco a-v di secondo grado reversibili; in 5 casi di edema polmonare acuto, in 8 casi di grave scompenso cardiocircolatorio.

sione), confrontando il dato ottenuto con l'andamento clinico e con parametri desunti dall'esame poligrafico per la valutazione della dinamica cardiaca (come già riferito in

PORTATA CARDIACA CON METODO ECOCARDIOGRAFICO

precedente lavoro della nostra Divisione)⁵.

Ci è sembrato inoltre di un certo interesse valutare le possibili variazioni della portata cardiaca sotto l'azione di alcuni farmaci impiegati comunemente nei cardiopa-

che possono essere messi in relazione con la velocità di contrazione miocardica. Pertanto li abbiamo presi in considerazione soprattutto nei pazienti trattati con cardiocinetici, quali strofanto o lanatoside C endovena, dal

TABELLA I. — *Casistica clinica in cui si è determinata la portata cardiaca con metodo ecocardiografico*

Tipo di malattia	N. casi	N. determinazioni	N. casi con determinazione ripetuta
Soggetti normali	10	20	10
Infarto miocardico acuto	10	60	10
Scompenso cardiocircolatorio in miocardiosclerosi .	8	14	6
Collasso cardiocircolatorio in infarto miocardico .	6	12	6
Tachicardia paross. sopraventricolare	3	6	3
Tachicardia paross. ventricolare	2	4	2
Blocco a-v I grado	3	5	2
Blocco a-v II grado	1	2	1
Edema polmonare acuto	5	8	3
Pericardite acuta	3	5	2
Cardiopatía congenita	6	6	
Cuore polmonare cronico	3	3	
Ipertensione arteriosa	1	2	1 (dopo Regitin e.v.)
Ipertiroidismo	4	4	
Ipotiroidismo	1	1	
Cirrosi epatica	2	2	

zienti. Abbiamo perciò usato tale metodica in soggetti trattati con isoproterenolo per blocco a-v; con glucagone per scompenso resistente alla digitale. In un caso sospetto di feocromocitoma, abbiamo determinato la portata prima e dopo test con fentolamina.

In alcuni pazienti trattati con farmaci cardioattivi, abbiamo calcolato anche la *velocità media* e la *velocità massima* di ascesa della curva determinata dallo spostamento dell'anello mitralico. Questi parametri ci sono sembrati di notevole interesse per il fatto

momento che è nota l'azione di tali farmaci nell'incrementare la velocità di contrazione miocardica.

Riportiamo nella tab. I l'elenco della casistica e il numero di determinazioni di portata cardiaca eseguite con il metodo ecocardiografico.

Non potendo descrivere e commentare ogni singolo caso esaminato, per esigenze di spazio ci limiteremo a sintetizzare nelle tabelle II e III i risultati ottenuti in alcuni dei più dimostrativi. Ciascuno di essi è ac-

compagnato da un brevissimo commento dedotto dalla duplice osservazione clinica e strumentale a cui li abbiamo sottoposti e che riteniamo debba costituire la verifica della metodica impiegata.

La nostra esperienza, infatti, è stata volutamente impostata in maniera diversa da

quella di Feigenbaum e coll.³: per questi AA. il termine di paragone è stato il metodo di Fick, per noi la clinica; abbiamo cioè scelto quei casi clinici in cui era prevedibile un'alterazione della portata cardiaca e ne abbiamo chiesto conferma al metodo ecocardiografico.

TABELLA II. — *Determinazione della portata cardiaca con metodo ecocardiografico: Casi esemplificativi*

Paziente e diagnosi	Osservazione clinica	DVS (cm)	EAM (cm)	GS (ml)	FC	PC (l/1')	Commento
1) S. Giuseppe, anni 45	All'ingresso	7,9	0,7	52,2	88	4,5	Il miglioramento delle condizioni cardiocircolatorie rilevato clinicamente ha coinciso con l'aumento della gettata sistolica e della portata cardiaca (fig. 3)
Scomp. ventricolare sin. acuto in stenoinf. aortica	Dopo 6 giorni di terapia digitalica e diuretica	7,7	1	75,1	70	5,2	
2) A. Aldo, anni 61	All'ingresso	8	0,65	49,02	90	4,4	Clinicamente si è ottenuta modesta e non duratura regressione dello scompenso in concomitanza ad una variazione non significativa di portata cardiaca
Scomp. cronico di circolo in miocardiodiosclerotico	Dopo 14 giorni di terapia digitalica e diuretica	7,5	0,75	52,94	80	4,7	
3) B. Rosanna, anni 51	In corso di T. P.S.	7	0,5	31,4	220	6,8	Dopo regressione della T. P.S. significativo aumento dell'escursione dello anello mitralico, della gettata sistolica e della portata cardiaca
Tachicar. parossistica sopraventricolare (T.P.S.)	Dopo ripristino di ritmo sinusale	7	1	73	120	8,7	
4) F. Orazio, anni 34	Durante collasso	7,8	0,4	27,2	100	2,7	Dopo regressione del collasso: significativa riduzione della distanza fra parete ant. e post. del ventricolo sinistro; incremento di G.S. in rapporto essenzialmente all'aumento (più del doppio) di EAM, espressione di maggiore svuotamento sistolico del ventricolo sinistro
Infarto miocardico acuto (2ª giornata). Collasso circolatorio	Dopo regressione del collasso	7,2	1	69,9	80	5,6	

DVS = distanza fra parete anteriore e posteriore ventricolo sin.

EAM = ampiezza di escursione dell'anello mitralico

GS = gettata sistolica

FC = frequenza cardiaca al minuto primo

PC = portata cardiaca (litri/minuto)

PORTATA CARDIACA CON METODO ECOCARDIOGRAFICO

TABELLA III. — *Determinazione della velocità di escursione dell'anello mitralico e della portata cardiaca con metodo ecocardiografico prima e dopo terapia farmacologica: Casi esemplificativi*

Paziente e diagnosi	Farmaco e dose	DVS (cm)	EAM (cm)	V _{md} (mm/sec)	GS (ml)	FC	PC (l/1')	Commento
5) C. Angelo, anni 66	Lanatoside C mg 0,4 e.v.							Si osservano variazioni significative solo della velocità media di escursione dell'anello mitralico in concomitanza all'azione del lanatoside C iniettato endovena (fig. 4)
Insuff. ventricolare sin. acuta in miocardiosclerotico	— prima	7,8	0,9	40	69,8	80	5,5	
	— dopo 5'	7,8	0,9	48	69,8	80	5,5	
	— dopo 15'	7,8	1,1	50	84	72	6,0	
	— dopo 25'	7,8	1,1	54	84	72	6,0	
	— dopo 40'	7,8	1,1	58	84	72	6,0	
6) C. Placido, anni 61	Test con Regitin (10 mg e.v.)							Il test è risultato negativo per feocromocitoma. Le variazioni dei parametri ecocardiografici rilevati non sono significative (fig. 5)
Crisi ipertensive. Insufficienza ventricolare sin.	— prima	8,2	1	43	80,3	90	7,2	
	— dopo 5 mg	8,2	1	48	80,3	104	8,3	
	— dopo 10 mg	8,2	0,8	31	62,6	120	7,5	
	— dopo 10'	8,2	1	45	80,3	104	8,3	
	— dopo 20'	8,2	1,1	53	88,5	90	7,9	
7) B. Maria, anni 60	Glucagone 4 mg e.v.							Si osserva aumento significativo di EAM che condiziona soprattutto lo incremento di gettata sistolica
Miocardiosclerosi. Scompenso cardiocircolatorio	— prima	8	1,1	50	86,5	64	5,5	
	— dopo 15'	8	1,4	60	111,4	84	7,0	
8) B. Pietro, anni 65	Isoproterenolo 1 mg in 250 ml (2 mcg/min)							Si osserva aumento della velocità media di escursione dell'anello mitralico e della portata cardiaca in corso di terapia farmacologica che risolve il disturbo di conduzione
Miocardiosclerosi. Blocco a-v parziale 1° e 2° grado transitorio	— prima	7,4	1	78	71,9	45	3,2	
	— dopo 10'	7,4	1,1	78	72,9	70	5,1	
	— dopo 20'	7,3	1,2	100	85,5	88	7,5	

DVS = distanza fra parete anteriore e posteriore ventricolo sin.

EAM = ampiezza di escursione dell'anello mitralico

V_{md} = velocità media di ascesa della curva del movimento dell'anello mitralico

GS = gettata sistolica

FC = frequenza cardiaca al minuto primo

PC = portata cardiaca (litri/minuto)

Commento

Abbiamo sperimentato una nuova metodica incruenta per la determinazione della gettata sistolica e della portata cardiaca nella pratica ospedaliera. Essa si vale dell'impiego degli ultrasuoni, che consentono, con

opportuna tecnica, di rilevare il diametro antero-posteriore del ventricolo sinistro e l'escursione sisto-diastolica dell'anello fibroso mitralico. La misura di questi due parametri consente, secondo quanto asseriscono Feigenbaum e coll.³, di determinare con buona approssimazione la gettata sistolica

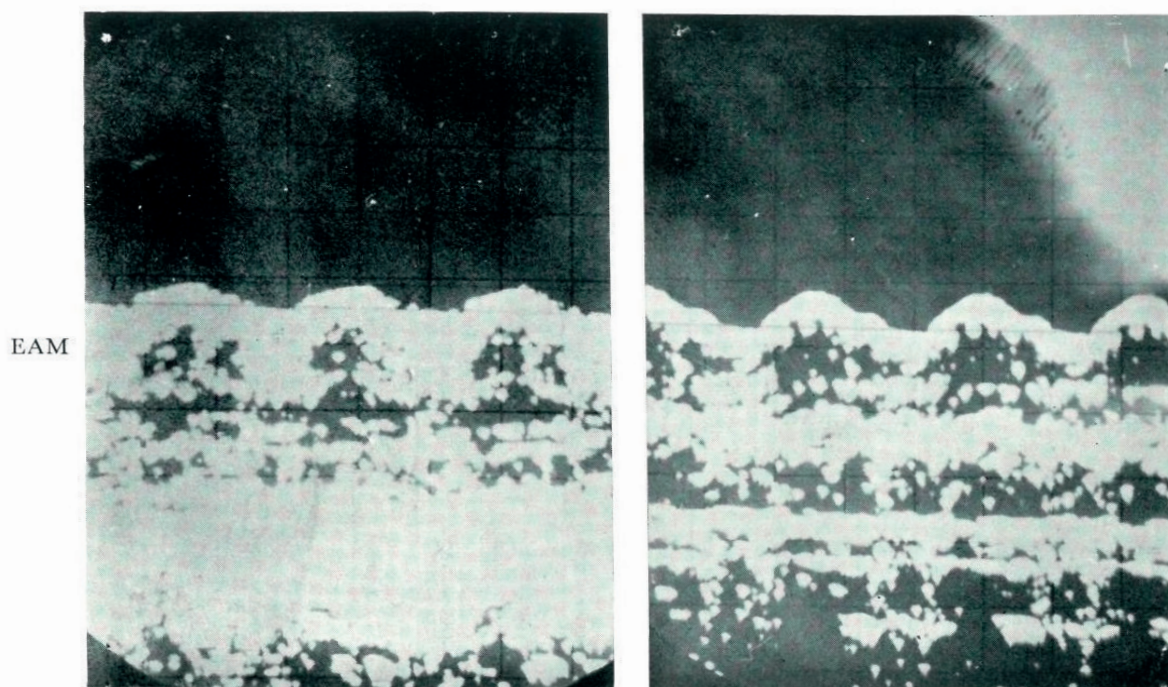


FIG. 3. — S. Giuseppe (caso n. 1). - Registrazione ecografica del movimento dell'anello mitralico (EAM) durante la fase di scompenso cardiaco (a sinistra) e dopo 6 giorni di terapia digitalica e in fase di compenso (a destra).

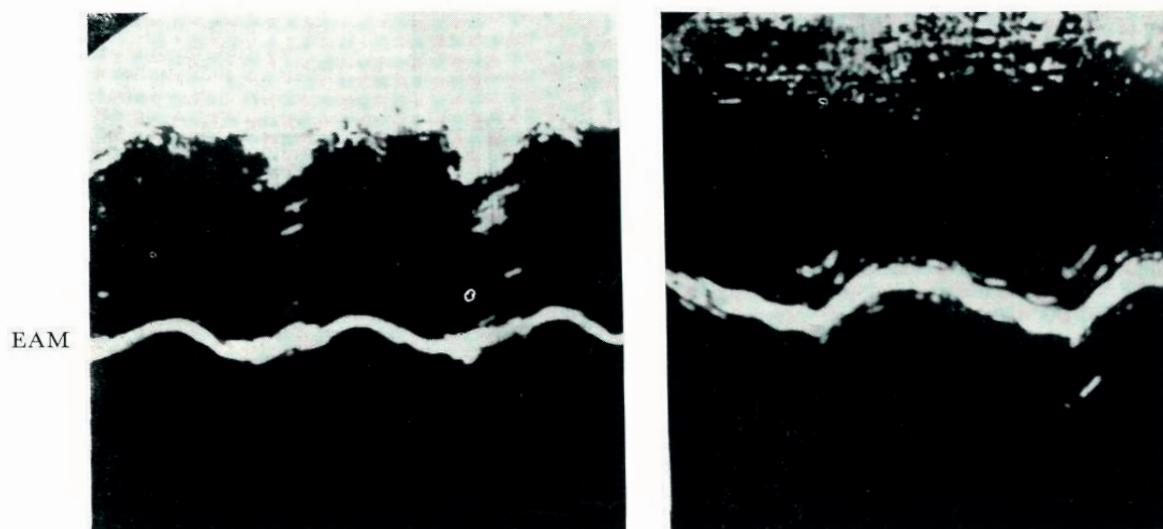
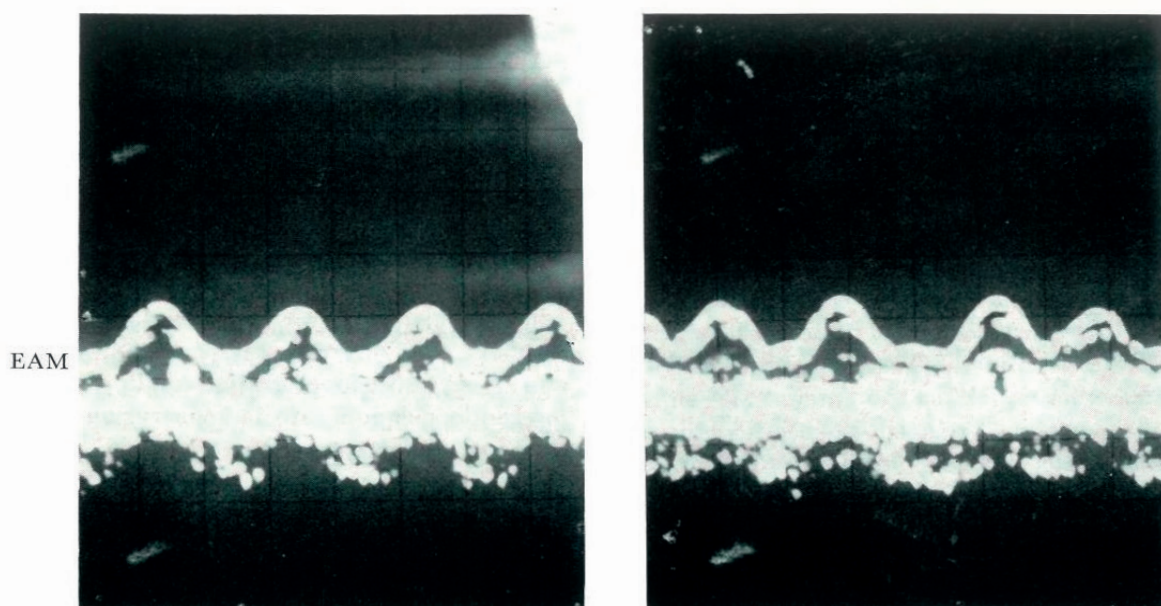


FIG. 4. — C. Angelo (caso n. 5). - Registrazione ecografica del movimento dell'anello mitralico in fase di scompenso ventricolare sinistro acuto (a sinistra) e 25 minuti primi dopo aver praticato 0,4 mg di Lanatoside C endovena (a destra).

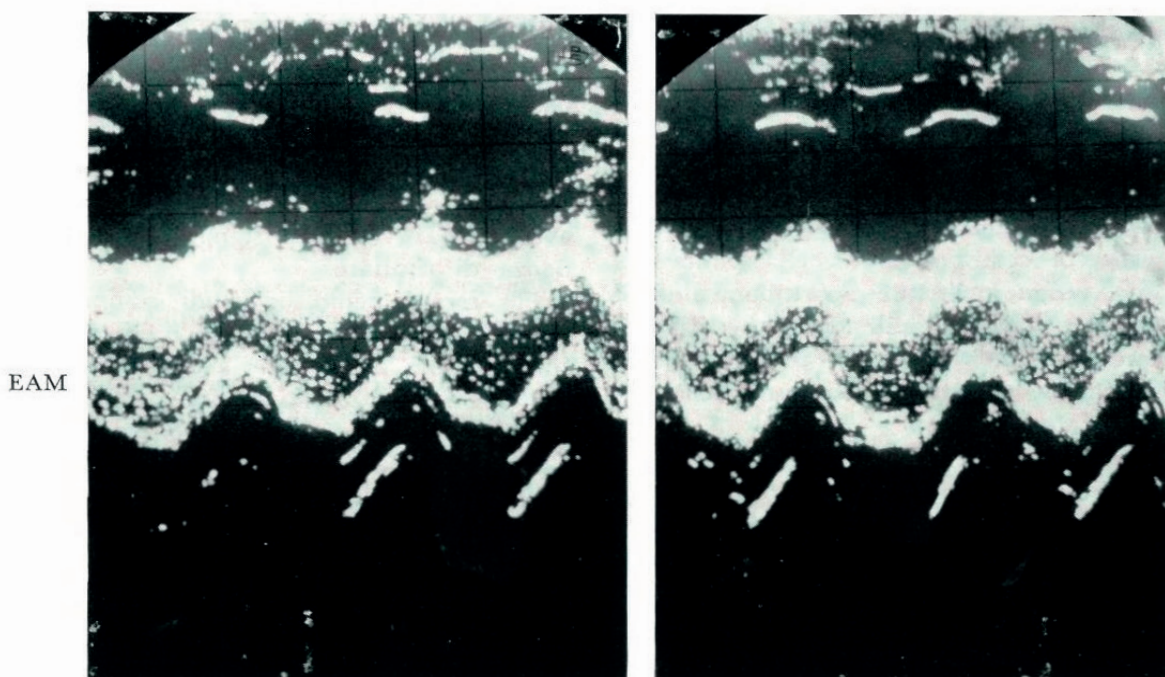
PORTATA CARDIACA CON METODO ECOCARDIOGRAFICO



prima di Reginin

10' dopo Reginin (10 mg e.v.)

FIG. 5. — C. Placido (caso n. 6). - Crisi ipertensiva. Prova del Reginin negativa. Non si sono osservate modificazioni significative della morfologia, nè della velocità di ascesa della curva ultrasonica dell'anello fibroso mitralico (EAM) come appare dai due fotogrammi. La portata cardiaca determinata con gli ultrasuoni non ha mostrato ugualmente variazioni significative.



prima della somministrazione di glucagone

dopo glucagone (5 mg in 50 ml sol. gluc. 5 %)

FIG. 6. — B. Ernesto (caso non riportato nel testo). - Scompenso ventricolare sinistro in cardiopatico mitroaortico refrattario a terapia digitalica. Dopo la somministrazione di glucagone si osserva un aumento significativo dell'ampiezza di escursione e della velocità di ascesa della curva ultrasonica determinata dal movimento dell'anello fibroso mitralico (EAM).

del ventricolo sinistro e, quindi, la portata cardiaca.

1) OSSERVAZIONE SULLA TECNICA DI ESECUZIONE

a) Evidenziazione ecografica della parete anteriore e posteriore del ventricolo sinistro e misura della distanza fra le due pareti: questo reperto è stato abbastanza agevole in tutti i casi esaminati, ponendo la sonda ultrasonica in IV spazio intercostale sinistro sulla margino-sternale perpendicolarmente alla parete toracica; l'apparecchio è in grado, mediante un apposito segnale, di fornire direttamente la distanza in centimetri dalla parete toracica (dove è appoggiato il trasduttore), dei vari echi rilevati.

b) Evidenziazione ecografica dello spostamento dell'anello fibroso mitralico in concomitanza con la sistole e la diastole: il riscontro di tale eco, che in B-mode, dà una immagine di tipo sinusoidale la cui porzione ascendente corrisponde alla sistole (l'anulus si avvicina alla sonda posta sulla parete toracica) e quella discendente alla diastole (l'anulus si allontana dalla parete toracica), esige che il fascio di ultrasuoni venga inviato nella medesima direzione di tale spostamento.

Pertanto è necessario che la sonda ultrasonora, appoggiata in V spazio intercostale sinistro in corrispondenza della punta del cuore, venga inclinata opportunamente dal basso verso l'alto, dall'esterno all'interno e latero-medialmente (fig. 2). Se questa posizione non è corretta si ottengono delle immagini atipiche.

In alcuni soggetti (10-15 % dei casi), con torace largo e piatto o con notevole spessore di adipe, o enfisematosi, non è stato possibile ottenere tale reperto; è bene far presente, tuttavia, che, con l'esperienza e l'addestramento, diminuiscono le difficoltà.

Nei pazienti che devono essere sottoposti a più di una determinazione, è opportuno segnare il punto della parete toracica ove viene posta la sonda ultrasonica. Questo accorgimento, l'osservazione della morfologia dell'eco dell'anulus e la profondità di questo

ultimo, consentono di ripetere l'esame nelle medesime condizioni tecniche.

c) Studio della velocità di ascesa della curva dell'anulus: mentre sulla curva sinusoidale è risultato relativamente facile calcolare la velocità media di ascesa, più difficile e meno precisa risulta la valutazione della velocità massima, specie nei casi in cui il rilievo ecografico non è risultato tecnicamente perfetto. Questa valutazione potrebbe essere ottenuta in modo più preciso con la registrazione grafica della curva e inserendo nel poligrafo la registrazione della derivata di tale curva.

2) LA PORTATA CARDIACA NEI SOGGETTI NORMALI

In tutti i casi esaminati abbiamo ottenuto dei valori compresi entro i limiti della normalità, in rapporto all'età e alla costituzione del soggetto.

La ripetizione dell'indagine ha fornito dei dati che non discordavano significativamente da quelli ottenuti in una prima determinazione. In ciò i nostri risultati sono in accordo con quanto osservato da Feigenbaum e coll.³.

Questi AA., praticando in alcuni pazienti la determinazione della portata cardiaca sia con gli ultrasuoni, sia con il metodo di Fick, avevano osservato una significativa concordanza di risultati.

Più recentemente, in studi comparativi, è stata rilevata una significativa correlazione fra la misura del volume telediastolico ventricolare sinistro, della gettata e della portata cardiaca con metodo ecocardiografico e le stesse misurazioni ottenute con metodo angiocardigrafico e con quello delle curve di diluizione^{6, 7}.

3) LA PORTATA CARDIACA NEI CASI PATOLOGICI

Il confronto fra i dati ecocardiografici della portata cardiaca e la situazione clinica cardiocircolatoria ha fornito valutazioni significativamente attendibili in quasi tutti i pazienti esaminati. Così a condizioni eziopatogenetiche e cliniche di bassa portata

PORTATA CARDIACA CON METODO ECOCARDIOGRAFICO

(shock cardiogeno, grave scompenso in cardiopatie sclerotiche, pericarditi) hanno corrisposto valori di portata, ottenuti col metodo ecografico, inferiori alla media normale; viceversa sono risultate significative le correlazioni fra determinazione ecografica e condizione eziopatogenetica e clinica di alta portata (ipertiroidismo, cuore polmonare cronico, cirrosi epatica).

Significativa è risultata pure in tutti i casi una correlazione fra variazioni della portata cardiaca ripetuta con gli ultrasuoni nello stesso paziente e modificazioni della situazione clinica. Ciò risulta particolarmente evidente nel caso n. 3 e nel caso n. 4, dove il notevole miglioramento clinico delle condizioni cardiocircolatorie ha coinciso con un significativo aumento della gettata sistolica e della portata cardiaca.

Di un certo interesse ci sembra, nell'osservazione del caso n. 3, la possibilità anche di determinare rapidamente col metodo ecocardiografico la gettata sistolica e quindi la portata in corso di tachicardia parossistica sopraventricolare. I dati rilevati dimostrano il notevole aumento di gettata sistolica ottenuta dopo la risoluzione dell'episodio.

La valutazione della portata cardiaca con gli ultrasuoni si è dimostrata particolarmente utile in pratica nel seguire alcuni casi gravi di infarto miocardico acuto, di cui abbiamo portato un esempio precedentemente in varie giornate di malattia⁵.

In ciascuno di questi casi si è osservata una significativa correlazione fra variazioni della portata cardiaca e decorso clinico.

Un'altra circostanza in cui è risultata valida la metodica con ultrasuoni è nel seguire l'effetto dei farmaci cardioattivi osservando le variazioni di gettata sistolica come descritto nei casi nn. 7 e 8.

In queste evenienze la possibilità di successive determinazioni consente di valutare l'azione anche immediata di un farmaco sulla gettata sistolica.

4) VALUTAZIONE DELLA VELOCITÀ DI ASCESA DELL'ANELLO MITRALICO

Nel corso delle nostre esperienze abbiamo preso in considerazione, in buona parte dei

casi esaminati, la velocità di ascesa della curva ecografica determinata dall'escursione dell'anello mitralico in concomitanza della sistole e della diastole come già precedentemente accennato.

Si è osservato che questa velocità aumenta sotto l'azione di farmaci cardioattivi. Significativo a questo proposito è il caso n. 5, in cui dopo terapia digitalica endovena, si osserva aumento della velocità media; tale riscontro ci ha suggerito l'ipotesi che la determinazione della velocità di ascesa dell'eco dell'anello mitralico possa costituire un parametro valido per lo studio della contrattilità miocardica.

Conclusione

Concludendo, la metodica di determinazione della portata cardiaca mediante ultrasuoni è risultata nelle nostre esperienze di agevole realizzazione.

Essa non ha comportato in nessuna occasione disagio per il paziente. E' risultata facilmente ripetibile al letto dell'ammalato ed eseguibile da un'unica persona.

I dati ottenuti con tale metodica hanno mostrato una buona concordanza con l'andamento clinico dei pazienti esaminati.

Anche se i valori di portata cardiaca rilevati sono soggetti a un certo margine di errore (comunque non superiore al metodo Fick, secondo Feigenbaum), va sottolineata l'utilità clinica di questa metodica, potendo essa fornire dati comparativi in seguito a ripetute misurazioni.

Riassunto

Dopo alcune considerazioni introduttive sulla difficoltà di determinare la portata cardiaca con le tecniche note, e sull'utilità, per contro, di conoscere questo parametro nella pratica clinica, viene illustrato un recente metodo di determinazione della gettata sistolica e della portata cardiaca basato sull'impiego degli ultrasuoni. Se ne sottolineano le caratteristiche di praticità d'impiego in

clinica, di assoluta innocuità per l'ammalato, di relativa facilità di esecuzione.

Viene poi riportata la casistica personale di 154 determinazioni, di cui vengono esposti sinteticamente i risultati, con un breve commento, riguardanti i casi più dimostrativi.

Il lavoro di Feigenbaum e la nostra esperienza personale ci hanno indotto a valutare positivamente questa metodica, e a ritenerla adatta per un impiego in clinica.

Infine s'è prospettata la possibilità di valutare obiettivamente l'inotropismo cardiaco, studiando la morfologia della curva ultrasonica determinata dalle escursioni dell'anello mitralico.

Bibliografia

1. BURTON A. C.: *Fisiologia e biofisica della circolazione*. Ed. Il Pensiero Scientifico, Roma, 1969.
2. FRIEDBERG C. K.: *Diseases of the heart*. Ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia-London, 1966.
3. FEIGENBAUM H., ZAKY A., NASSER W. K.: *Use of ultrasound to measure left ventricular stroke volume*. *Circulation*, 35, 1092, 1967.
4. BELLI C., BIGATELLO G., SESANA W., RODA L., SELVINI A.: *Studio della portata cardiaca con gli ultrasuoni. Ricerche preliminari*. Atti XXXI Congr. Soc. It. Cardiol., Sorrento, 1970, pag. 119.
5. SEVERGNINI B., SUPPA G., BELLI C., GIUDICE N., RIZZI A.: *Valutazione incruenta della dinamica ventricolare sinistra nel decorso dell'infarto miocardico acuto*. Atti I Congr. Nazionale Scientifico A.N.M.C.O., Venezia, 1970, pag. 375.
6. POMBO J., RUSSEL R. O. JR., RACKLEY C. E., FOSTER G. L.: *Comparison of stroke volume and cardiac output by ultrasound and dye dilution in acute myocardial infarction*. *Circulation*, 40 (suppl. III), III-162, 1969.
7. FEIGENBAUM H., WOLFE S. B., POPP R. L., HAINE C. L., DODGE H. T.: *Correlation of ultrasound with angiocardigraphy in measuring left ventricular diastolic volume*. *Amer. J. Cardiol.*, 23 (abstract), 111, 1969.

*Per la corrispondenza
rivolgersi a*

Prof. CARLO BELLI
Via G. Frua, 20
20146 Milano