

# Utilità e limiti dello Stetoscopio Ultrasonoro nella diagnosi precoce di patologie cardiovascolari in pazienti critici. La nostra esperienza

Stefano De Castro, Alessandro Aiello\*, Federica Papetti, Massimo Rocchi\*, Emanuele Di Angelantonio\*\*, Fabio Massimo Ferri\*, Francesco Fedele

Dipartimento di Scienze Cardiovascolari e Respiratorie, Università "La Sapienza" - Roma

\* U.O. Cardiologia e Utic, Casa di Cura Accreditata "Nuova Ior" - Roma

\*\* Dipartimento di Medicina Interna, Università "La Sapienza" - Roma

## Abstract

### Background and Aims

*Echocardiography in the critical care department should allow the detection of important cardiovascular pathologies, before hemodynamic deterioration. Widespread use of this technique is limited by the size of the instrument, technical complexity, and cost.*

*We assessed the usefulness and reliability of a fast bedside echocardiographic examination, with a miniaturized echocardiographic echo instrument (ultrasound stethoscope, US), for the detection of potential cardiac disease in critically ill patients admitted to the emergency room.*

### Methods

*49 consecutive critically ill patients, admitted to the Emergency Department suspected of having a cardiac event, were examined. All underwent physical examination, 12-lead electrocardiogram, chest X-ray and two echocardiographic studies, one with the US and one with a standard machine (CE), which was taken as the reference. The echocardiographic examination was performed by two independent cardiologists, experienced in echocardiography and blinded from each other results.*

### Results

*Excellent correlation was found in terms of global left ventricular (LV) systolic function expressed as ejection fraction, cardiac chamber dimension, and pericardial effusion. US showed acceptable results in the analysis of regional wall-motion kinesis. Aortic pathology and mitral regurgitation were assessed and all significant lesions were detected.*

### Conclusions

*The US, in the hands of a well trained operator, rapidly provides adequate images for estimation of global LV function, regional wall-motion analysis, detection of cardiac chamber enlargement and the presence of pericardial disease. On the other hand, its sensitivity in visualizing aortic pathology and valvular dysfunction, important topics in the emergency room, is limited.*

**Key words:** echocardiography, ultrasound stethoscope, critical patient.

## Introduzione

La possibilità di eseguire indagini ecocardiografiche nel Dipartimento di Emergenza costituisce una importante opportunità che può facilitare un'immediata ed accurata valutazione diagnostica nella gestione del paziente critico con problemi cardiovascolari<sup>1</sup>.

L'ecocardiografia è, infatti, un potente strumento diagnostico, capace di fornire importanti informazioni sull'aspetto morfologico e funzionale del cuore e dei grossi vasi, con le sole eccezioni costituite dallo studio anatomico delle coronarie e dalla valutazione del sistema di conduzione, ottenuti rispettivamente attraverso l'indagine angiografica basata sulle metodiche radiografiche tradizionali e l'elettrocardiogramma, che costituisce una preziosa informazione sull'attività elettrica cardiaca<sup>5</sup>.

La prima applicazione sul cuore delle onde elettrosone fu fatta da Edler ed Hertz che nel 1954 registrarono mediante un oscilloscopio ad ultrasuoni i movimenti delle pareti cardiache e della valvola mitrale. Da allora

questo tipo di indagine diagnostica è diventata sempre più importante soprattutto dopo l'introduzione, negli anni '70, del Doppler che ha reso possibile lo studio emodinamico non invasivo dei gradienti pressori in caso di alterazioni valvolari. Attraverso il Doppler pulsato possiamo valutare le velocità di flusso in regioni di interesse selezionate, ed il Doppler continuo che esplora la massima velocità possibile ed in ultima istanza il Doppler a codifica di colore. Visto i notevoli risvolti pratici di questo tipo di indagine diagnostica nella gestione clinica del paziente, si può ben comprendere come oggi sia essenziale, da parte del medico internista, una conoscenza di base dell'ecocardiografia. Infatti, da alcuni anni è stato introdotto il concetto di "Limited Echocardiography"<sup>3</sup> come un uso "limitato" allo studio della funzione ventricolare sinistra, per valutare prontamente alterazioni cinetiche, la funzione valvolare ed eventuali versamenti pericardici<sup>26</sup>.

Si può ben comprendere come queste informazioni aggiuntive siano essenziali per il clinico che deve gestire



il paziente con dolore toracico, segni di tamponamento cardiaco ed insufficienza cardio-congestizia<sup>3-4,8-12</sup>. Per una valutazione “parziale” di tali urgenze è necessario per il medico internista un training di base che deve essere effettuato sotto la supervisione di cardiologi esperti in ecocardiografia, con lo scopo di guidare l'internista ad un uso mirato e cosciente di questa tecnica, intesa come un'integrazione al normale uso dello stetoscopio<sup>23</sup>. Nella maggioranza dei casi, tuttavia, l'applicabilità dell'ecocardiogramma è limitata dall'ingombro, dalla complessità tecnica e dal costo di una apparecchiatura ecocardiografica convenzionale<sup>19</sup>.

Inoltre, il training formativo di un cardiologo esperto in ecocardiografia richiede un periodo prolungato e non privo di costi. Da qui la necessità di avere a disposizione delle macchine più maneggevoli e di facile applicabilità, soprattutto in particolari situazioni, quale appunto pazienti critici non deambulanti con sospetta patologia cardiovascolare<sup>20-21-22</sup>.

Uno “stetoscopio ultrasonico<sup>10\*</sup>” per l'appunto, di ridotte dimensioni, leggero, economico e con una buona sensibilità diagnostica.

Il primo strumento portatile è stato testato da Roelandt<sup>17</sup> nel 1970, seguito poi nel 1980 da Schwartz e Meltzer che hanno presentato la loro esperienza con Scan-Mate<sup>18</sup>.

All'inizio questi prototipi erano dotati del solo monodimensionale e chiaramente mostravano un alto potenziale ma con qualità d'immagine subottimale che non consentiva una buona interpretazione diagnostica. Oggi la moderna elettronica digitale ha permesso di creare una nuova generazione di apparecchi miniaturizzati e portatili, muniti di capacità d'immagine 2D e Doppler a codifica di colore. Un sistema ad ultrasuoni miniaturizzato por-

tile, definito dagli Autori “Stetoscopio ad Ultrasuoni”, sebbene tecnicamente limitato, è stato preliminarmente valutato per l'applicazione clinica già nel 1988<sup>15</sup>. Di recente, l'impiego di un ecocardiografo ultra portatile di nuova generazione è stato utilizzato durante la visita quotidiana dei pazienti ricoverati in un reparto ospedaliero<sup>9-10-11</sup>, dimostrandone la validità clinica. L'esame clinico rappresenta la base per l'iniziale valutazione di un paziente con sospetto di malattia cardiovascolare, anche se, nel corso degli anni, gli studi Eco/Doppler hanno rilevato le limitazioni dell'esame fisico in molte condizioni cardiache, in particolare negli stadi iniziali della malattia<sup>25-26</sup>. Infatti nell'epoca pre-ecocardiografica, durante l'esame fisico fatto al

REPERTO PATOLOGICO	SU	AC
DISFUNZIONE GLOBALE DEL VS (FE<50%)	13	13
NUMERO DI SEGMENTI CON ANOMALIE DI CONTRATTILITÀ	120	152
INGRANDIMENTO ATRIALE SINISTRO	11	11
INGRANDIMENTO VENTRICOLARE SINISTRO	9	9
INGRANDIMENTO ATRIALE DESTRO	13	12
INGRANDIMENTO VENTRICOLARE DESTRO	12	11
RIGURGITO MITRALICO	13	22
VERSAMENTO PERICARDICO	11	11
VERSAMENTO PLEURICO	1	1
MASSE INTRACARDIACHE	2	2
PATOLOGIA AORTICA	7	10

Tab. 1 - Principali reperti patologici nella casistica studiata: confronto tra numero di casi individuati con indagine ecocardiografica con Stetoscopio ad Ultrasuoni (SU) ed apparecchio convenzionale (AC).

paziente non poteva essere adeguatamente quantificata la funzione del ventricolo sinistro, ed altre patologie cardiache in gran parte nella loro fase asintomatica<sup>7</sup>.

Di conseguenza, quando l'ecocardiografia cominciò ad essere utilizzata nella pratica corrente si intuì subito la sua importanza in campo diagnostico. La raccolta anamnestica, l'esame fisico del paziente, l'elettrocardiografia e l'indagine ultrasonica cardiaca rappresentano oggi un protocollo diagnostico insostituibile nello screening del paziente con sospetta cardiopatia<sup>13-20-22-23-24-25</sup>.

### Scopo del Lavoro

In questo studio si sono valutate la fattibilità e l'utilità di un esame ecocardiografico rapido al letto del paziente, eseguito mediante uno strumento miniaturizzato (“Stetoscopio ad Ultrasuoni”), nell'approccio a pazienti con patologie critiche ricoverati al Dipartimento di Emergenza-Accettazione (DEA). L'obiettivo della nostra ricerca è stato quello di dimostrare se lo Stetoscopio ad

Sens% (95% CI)	Spec% (95% CI)	PPV% (95% CI)	NPV% (95% CI)	Acc% (95% CI)
A. Dx 100 (92,3-100)	97,1 (92,2-100)	92,3 (84,6-100)	100 (92,3-100)	97,8 (93,6-100)
V. Dx 100 (92,3-100)	97,1 (92,3-100)	91,7 (83,7-99,7)	100 (92,3-100)	97,8 (93,6-100)
A. Sx 90,9 (82,6-99,2)	97,1 (92,3-100)	90,9 (82,6-99,2)	97,1 (92,3-100)	95,7 (89,8-100)
V. Sx 100 (92,3-100)	100 (92,3-100)	100 (92,3-100)	100 (92,3-100)	100 (92,3-100)

Tab. 2 - Misura delle dimensioni delle cavità cardiache. Confronto tra le due metodiche ecocardiografiche in studio. Misure di riferimento ottenute con ecocardiografo convenzionale. Sens: sensibilità, Spec: specificità, PPV: potere predittivo positivo, NPV: potere predittivo negativo, Acc: accuratezza, A: atrio, V: ventricolo, Dx: destro, Sx: sinistro.



Ultrasuoni possa diventare uno strumento fondamentale in particolari situazioni di rischio che richiedono una rapida diagnosi ed una pronta decisione terapeutica, specialmente in quelle condizioni in cui l'ecocardiografo stantard non è rapidamente disponibile. Un ulteriore obiettivo è stato quello di verificare se esiste un miglioramento complessivo della prestazione sanitaria, con riduzione dei ricoveri non necessari e maggiore efficacia dell'attività diagnostica e terapeutica.

## Metodo

### Popolazione in studio

Sono stati esaminati i pazienti ricoverati presso il Dipartimento di Emergenze del Policlinico Umberto I in un periodo di due mesi per potenziali eventi cardiaci, che si presentavano con dolore toracico tipico o atipico, dispnea, palpitazione, sincope, lipotimia o deficit neurologici. Tutti i pazienti sono stati consecutivamente arruolati e sottoposti ad esame obiettivo, 12 ECG di superficie, ad un Rx torace e ad ecocardiogramma con Stetoscopio ad Ultrasuoni. Successivamente, al fine di verificare le informazioni ottenute con lo stetoscopio ad ultrasuoni, è stato eseguito negli stessi pazienti un esame ecocardiografico convenzionale. Sia l'esecuzione che l'interpretazione dei risultati sono state effettuate da due operatori indipendenti.

### Analisi Ecocardiografica

Nel Dipartimento di Emergenza, durante la visita ai ricoverati, veniva eseguito un esame rapido a letto con lo Stetoscopio ad Ultrasuoni qualora il paziente presentasse eventuali eventi cardiologici.

L'esame, eseguito da un clinico con specifica competenza in ecocardiografia, era limitato alle proiezioni parasternale, apicale e sottocostale.

L'ecocardiografo portatile "SonoHeart" (Fig. 1), comprensivo di sonda, pesa circa 2,4 Kg, misura in lunghezza 33,8 cm ed è alimentato da batterie ricaricabili (con autonomia compresa tra 1,5 e 4 ore) o con corrente di rete.

Questo strumento permette l'acquisizione di immagini digitali bidimensionali e con Color-Doppler con un frame-rate di 100 fotogrammi al secondo e con capacità di misura e calcolo. Non sono disponibili le modalità monodimensionale e Doppler Spettrale.

L'apparecchio, provvisto di una piccola sonda ad ampia banda (2-4 MHz), una volta acceso è pronto ad acquisire immagini in 8 secondi, ed un esame richiede circa 10 minuti. Sono visualizzabili le strutture cardiache (miocardio, endocardio, pericardio, apparati valvolari e grossi vasi), così come anche alcune strutture paracardiache: le immagini ecocardiografiche possono essere registrate nella memoria interna, con capacità di 120 immagini. Lo studio convenzionale è stato eseguito da un operatore indipendente, non al corrente

dei risultati dell'esame effettuato con SU, impiegando un'apparecchiatura commerciale (HP Sonos 2500, sonda 2,5-2,0 MHz, Hewlett-Packard Agilent technologies, Andover, USA).

### Analisi Statistica dei dati

Sono state esaminate le immagini ottenute con entrambi gli apparecchi, lo Stetoscopio Ultrasonico (SU) e l'apparecchiatura convenzionale (AC). Per l'analisi dei dati, le immagini ottenute con AC sono state considerate quelle di riferimento. La capacità diagnostica è stata valutata confrontando sistematicamente i dati ottenuti con SU con quelli ottenuti con AC.

L'esame ecografico era eseguito in maniera sistematica per accertare la presenza di versamenti pericardici (Fig. 3) e pleurici (Fig. 5), patologie del cuore destro, anomalie dell'aorta toracica, anormali dimensioni delle camere cardiache o delle pareti miocardiche.

Venivano valutate la frazione di eiezione e la contrattilità segmentaria ventricolare sinistra; si ricercavano inoltre eventuali masse intracardiache ed anomalie valvolari. Riguardo all'analisi della contrattilità regionale del ventricolo sinistro, questa era eseguita mediante il

Segmento	Sens% (95% CI)	Spec% (95% CI)	PPV% (95% CI)	NPV% (95% CI)	Acc% (95% CI)
LAT.	80,0 (68,0-95,0)	100 (91,8-100)	100 (91,8-100)	94,3 (87,3-100)	95,3 (89,1-100)
POST.	75,0 (62,1-87,9)	100 (91,8-100)	100 (91,8-100)	97,5 (92,8-100)	97,7 (93,2-100)
SIV	87,5 (77,6-97,4)	97,1 (92,2-100)	87,5 (67,6-97,4)	97,1 (92,2-100)	95,3 (89,1-100)
APICE	92,3 (84,2-100)	100 (91,6-100)	100 (91,6-100)	96,7 (91,2-100)	97,6 (93,0-100)
INF.	50,0 (35,1-64,9)	100 (91,8-100)	100 (91,8-100)	92,5 (84,6-100)	93,0 (85,4-100)
ANT.	77,8 (65,4-90,2)	88,2 (78,6-97,9)	63,6 (49,3-78,0)	93,8 (86,5-100)	86,0 (75,7-96,4)

Tab. 3 - Analisi della contrattilità segmentaria del ventricolo sinistro, confronto tra le due metodiche ecocardiografiche in studio. Valutazione di riferimento ottenuta con ecocardiografo convenzionale. Sens: sensibilità, Spec: specificità, Acc: accuratezza, PPV: valore predittivo positivo, NPV: valore predittivo negativo, Segmenti del ventricolo sinistro: Lat: laterale, Post: posteriore, SIV: setto interventricolare, Inf: inferiore, Ant: anteriore.

Patologia	Sens% (95% CI)	Spec% (95% CI)	PPV% (95% CI)	NPV% (95% CI)	Acc% (95% CI)
AO	60,0 (45,8-74,2)	97,2 (92,5-100)	85,7 (75,6-95,8)	89,7 (81,0-98,5)	89,1 (80,1-98,1)
RM	59,1 (44,7-73,5)	100 (92,1-100)	100 (92,1-100)	71,9 (58,7-85,0)	80,0 (68,3-91,7)
VP	90,9 (82,6-99,2)	97,1 (92,3-100)	90,9 (82,6-99,2)	97,1 (92,3-100)	95,7 (89,8-100)

Tab. 4 - Confronto tra le due metodiche ecocardiografiche in studio nell'individuazione di patologie dell'aorta (AO), rigurgito mitralico (RM) e versamento pericardico (VP). Valutazione di riferimento ottenuta con ecocardiografo convenzionale. Sens: sensibilità, Spec: specificità, PPV: potere predittivo positivo, NPV: potere predittivo negativo, Acc: accuratezza.

sistema a 16 segmenti raccomandato dall'American Society of Echocardiography: ogni segmento classificato come normale, o ipercinetico, era incluso tra i segmenti normali per la successiva analisi statistica, mentre erano raggruppati tra i segmenti anormali tutti quelli risultanti ipocinetici, acinetici o discinetici.

Le dimensioni delle cavità cardiache misurate con entrambe le apparecchiature venivano indicizzate per la superficie corporea. I limiti di normalità erano, per le dimensioni telediastoliche del ventricolo sinistro, 3,1 cm/m<sup>2</sup>, per il diametro telediastolico del ventricolo destro 2,8 cm/m<sup>2</sup>, e per l'atrio destro 2,8 cm/m<sup>2</sup> (5-13).

Secondo questi parametri le cavità cardiache erano quindi classificate, ai fini statistici, come normali o dilatate. Il rigurgito mitralico, le patologie dell'aorta, i versamenti pericardici e pleurici erano classificate qualitativamente come presenti o assenti.

Infine, i risultati ottenuti con metodica US sono stati confrontati con quanto rilevato con AC per il calcolo di sensibilità, specificità, potere predittivo positivo o negativo ed accuratezza. L'accordo tra i valori stimati di frazione di eiezione è stata valutata con coefficiente di correlazione intraclasse e con analisi di Bland-Altman<sup>2</sup>.

## Risultati

Sono state ottenute immagini di qualità adeguate in tutti i pazienti esaminati (n: 49 di cui 39,4% femmine, 60,4% maschi, età media 61+/-17 anni) i cui parametri principali sono riportati in Tab. 1. Questi parametri sono stati analizzati come variabili per procedere al confronto tra le due metodiche ecocardiografiche in esame.

In termini di qualità tecnica, lo Stetoscopio Ultrasonoro ci ha sempre permesso di ottenere immagini che presentavano un eccellente grado di correlazione con quanto ottenuto mediante l'ecocardiografo convenzionale per la valutazione della funzione sistolica ventricolare sinistra, espressa come frazione di eiezione percentuale (coefficiente di correlazione intraclasse 0,97, IC 95% 0,96-0,98) (Tab. 5). Lo Stetoscopio ad Ultrasuoni è riuscito ad individuare, in maniera più che corretta, una correla-

zione con i dati ottenuti con la metodica tradizionale per ciò che riguarda le alterazioni di dimensioni del ventricolo sinistro.

Pertanto, per questa patologia la sensibilità, la specificità, il valore predittivo positivo e negativo e l'accuratezza

della metodica in esame (SU) sono risultati del 100% (Tab. 2).

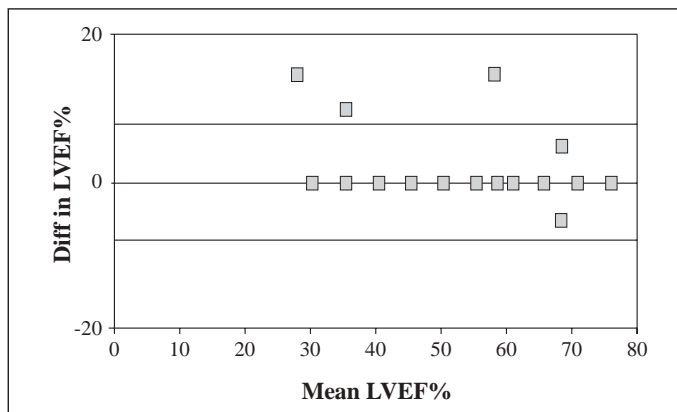
Gli studi eseguiti con le due diverse metodiche riguardo all'analisi della contrattilità segmentaria del ventricolo sinistro hanno dato risultati disomogenei (Tab. 3). Infatti si ottenne nelle regioni apicali il 92,3% di sensibilità e il 100% di specificità in confronto a quanto ottenuto per altri segmenti, come ad esempio la parete ventricolare anteriore (75,8% e 88,2%, rispettivamente).

Il reperto di dilatazione dell'atrio sinistro ottenu-

to con SU è stato quasi sempre confermato dallo studio con AC. Nel gruppo studiato, le più frequenti patologie delle sezioni cardiache destre consistevano, analogamente, nella dilatazione dell'atrio e del ventricolo destro: per queste patologie l'esame con SU ha mostrato una sensibilità del 100% (Tab. 2). Tra le valvulopatie, lo studio con

SU ha spesso mancato di evidenziare le minime o lievi insufficienze valvolari, ad eccezione di quelle mitraliche, il cui rigurgito (Fig. 2) è stato più frequentemente individuato, con una sensibilità del 59,1% ed un'accuratezza dell'80%, con specificità e valore predittivo positivo pari a 100% (Tab. 4). In particolare, un'analisi ulteriore ha mostrato che all'aumentare della severità del rigurgito la concordanza tra le metodiche diventava sempre più alta. Per la presenza di versamenti pericardici (Tab. 4) (Fig. 3, 4), il valore predittivo positivo era 90,9%. Non sono state individuate discordanze tra le due metodiche nell'identificazione di versamenti pleurici

(Fig. 5) (2 casi) e di masse intracavitari (2 casi). Per ciò che riguarda le patologie dell'aorta toracica queste sono state classificate in base alla presenza o assenza di dilatazioni e di rimodellamenti degenerativi (per età avanzata, infezioni, malattie congenite, infiammazione, trauma meccanico o suo correlato) a carico di uno o più dei segmenti visualizzabili dai due tipi di approcci transtoracici, dal piano valvolare fino all'arco (incluso il bulbo e la giunzione senotubulare). La sensibilità a questo riguardo è risultata bassa (60%) (Tab. 4).



Tab. 5 - Analisi secondo Bland-Altman per il controllo dei valori di funzione ventricolare sinistra (LVEF%) risultanti dallo studio con SU e con AC.

In ascissa la media dei valori ottenuti con le due metodiche nello stesso paziente, in ordinate la differenza tra i due valori stessi. La maggior parte dei punti così rappresentati cadono all'interno dell'intervallo delimitato da più o meno due volte la deviazione standard delle differenze (Bland).



Fig. 1 - SonoHeart



## Discussione

In questo studio si è proceduto ad un'analisi dettagliata di molti parametri, utilizzati come variabili quantitative, per confrontare la fattibilità e la riproducibilità di esami ecocardiografici eseguiti al letto del paziente, eventualmente anche in emergenza, con US rispetto all'esame ottenuto mediante AC. L'impiego di questo nuovo strumento diagnostico ha dimostrato risultati incoraggianti per la valutazione della funzione ventricolare sinistra, espressa come frazione di eiezione, ben correlata con i valori ottenuti dallo studio convenzionale. Questa informazione, nel caso di pazienti critici, con instabilità emodinamica, permette al medico di porre una diagnosi precisa di insufficienza cardiocircolatoria e di definire l'intervento terapeutico appropriato in tempi brevi e con ovvie ricadute sulla evoluzione clinica della malattia. Quindi questa metodica consente un'accurata misurazione della funzione ventricolare globale e segmentaria, la visualizzazione delle strutture cardiovascolari su più piani tomografici e la quantificazione di eventuali anomalie emodinamiche. L'ecografia ha, quindi, la potenzialità per assistere il clinico del Dipartimento di Emergenza nell'esame e nella definizione delle priorità di intervento in pazienti con dolore toracico, dispnea, ipotensione, shock, trauma toracico e arresto cardiaco.

Analizzando la Tab. 5, è possibile osservare come vi sono tre pazienti in cui la valutazione con lo Stetoscopio Ultrasonico è risultata errata. In particolare, per due di costoro la frazione di eiezione rilevata con lo Stetoscopio ad Ultrasuoni era del 40% e 35% rispettivamente, tale cioè da classificare i soggetti nel gruppo con disfunzione ventricolare sinistra. La valutazione con l'Ecocardiografo convenzionale dava valori di frazione di eiezione minori, di 20% e 30%, rispettivamente, comunque tali da confermare la diagnosi di disfunzione ventricolare. Nel terzo paziente, al contrario, la differenza aveva maggiore rilevanza, dal momento che con SU la funzione ventricolare era da considerare buona (65%), mentre con AC questa risultava appena conservata (50%). Detta discrepanza, a differenza degli altri due casi, può essere responsabile di una gestione terapeutica inadeguata del paziente critico.

Questo paziente, in particolare, si era rivolto al Pronto Soccorso per angina e venne sottoposto pochi giorni dopo ad intervento di rivascolarizzazione coronarica. Questa differenza, peraltro, potrebbe anche essere attribuita in tutto o in parte agli effetti della variabilità inte-

rosservatore sulla valutazione della performance diagnostica delle metodiche in esame. Questa considerazione va perciò inclusa tra i limiti dello studio, che verranno successivamente discussi. Per la valutazione globale e la stratificazione prognostica del paziente, un ruolo importante è anche rivestito dalla stima delle dimensioni delle cavità cardiache sinistre.

L'Ecocardiografia con lo Stetoscopio ad Ultrasuoni si è dimostrata eccellente nella determinazione dell'ingrandimento dell'atrio e del ventricolo sinistro. In termini della valutazione della contrattilità segmentaria del ventricolo sinistro, la metodica SU ha fornito un'ottima valutazione dell'apice cardiaco, con specificità e potere predittivo positivo del 100% nell'individuazione di dissinergie apicali. Di minore entità, sebbene comunque significativa, è stata la capacità di studiare la cinetica della parete posteriore, laterale e set-tale, a dimostrazione di quanto la visualizzazione di questa possa essere migliorata con una macchina di buona qualità. Come peraltro già noto, l'ecocardiografia ha tuttora problemi tecnici nella visualizzazione

delle pareti anteriori e inferiori, a causa dell'incidenza del fascio ultrasonico su queste superfici. Anche nell'uso di SU si sono incontrate queste limitazioni e, di conseguenza, la sensibilità dell'analisi della cinetica segmentaria in queste regioni si è dimostrata bassa (50% per la parete anteriore e 75% per la posteriore).

Tra le disfunzioni valvolari, l'insufficienza mitralica è stata quella più comunemente riscontrata nella serie di pazienti studiati: l'uso di SU ha dimostrato una specificità e un valore predittivo positivo del 100% nella diagnosi di questa condizione. La sensibilità, tuttavia, è risultata piuttosto bassa (59,1%). Questi risultati vengono comunque chiariti dalla considerazione che, nelle forme più gravi di insufficienza (3+ e 4+), la concordanza tra AC e SU era molto più elevata. Quindi con SU non venivano individuati prevalentemente i rigurgiti di minimo e lieve grado, la cui immagine, al Color-Doppler, risente della mancanza del tipico aspetto a mosaico. Perciò la presenza di insufficienza mitralica veniva generalmente sottostimata allo studio con SU, eccetto che nei casi in cui i reperti morfologici indicavano il sospetto di valvulopatia. Infatti, dei 9 casi falsi negativi per insufficienza mitralica, ben 8 (89%) erano di grado minimo o lieve e solo 1 caso presentava invece rigurgito severo. È utile altresì ricordare come, nella prima esperienza di impiego di un ecocardiografo portatile, la sensibilità dell'esame nell'individuazione di insufficienza mitralica era risultata pari ad

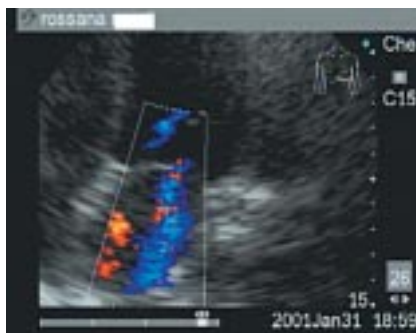


Fig. 2 - Rigurgito mitralico di grado medio. Immagine color-doppler ottenuta in proiezione quattro camere apicale.



Fig. 3 - Versamento pericardico localizzato posteriormente al ventricolo sinistro. Immagine ottenuta in proiezione asse lungo parasternale.

appena il 14%<sup>15</sup>. È quindi ipotizzabile che, con ulteriori miglioramenti tecnici, anche i limiti nello studio dei flussi di rigurgito possono essere superati.

Come già riportato, la performance diagnostica dello studio con SU è risultata buona anche nei casi di versamento pericardico. Purtroppo lo studio con SU non ha consentito la visualizzazione dell'aorta toracica e non ha identificato un importante numero di patologie aortiche maggiori, quali la dilatazione e/o il rimodellamento degenerativo. Questo dato potrebbe essere spiegato dalla necessità di disporre di un ecocardiografo di elevate prestazioni per esplorare l'aorta toracica in pazienti con finestra acustica non ottimale.

L'uso di SU si è dimostrato di particolare aiuto nella diagnosi di un abbondante versamento pleurico in un giovane paziente giunto al Dipartimento di Emergenza per politrauma, che presentava una compromissione emodinamica critica, dispnea ingravescente e perdita di coscienza. Questo paziente, grazie ai reperti ecocardiografici, veniva pertanto sottoposto a toracentesi, con notevole giovamento clinico. Altri due casi di particolare interesse riguardavano l'individuazione di masse intra ed extra-cardiache, facilmente visualizzate con SU e riconosciute come cisti idatidiche per il loro aspetto lacunare multiloculato: sia lo studio con AC che ulteriori esami di laboratorio e l'esame TAC confermavano questa diagnosi.

L'utilità dell'Ecocardiografia in strutture di primo intervento cardiologico dedicate allo screening di pazienti con dolore toracico ("Chest Pain Unit") è indubbia ed ampiamente documentata<sup>1-6</sup>, specie con riferimento all'esecuzione di tests di valutazione della riserva coronarica, cosiddetto ecostress farmacologico, precoce<sup>7</sup>. Meno frequente in letteratura è il riscontro di esperienze relative all'impiego della metodica in strutture di Pronto Soccorso di tipo convenzionale e non specialistico-cardiologico.

In quest'ultimo contesto, l'importanza dello studio con ecocardiografia bidimensionale della funzione ventricolare sinistra in pazienti, che si propongono alle strutture di emergenza con sintomatologia di carattere cardiologico, è stata dimostrata in precedenza<sup>12</sup>. Sono stati infatti seguiti per due anni 171 pazienti presentatisi consecutivamente al Pronto Soccorso per sintomi cardiologici, ai quali era stato anche praticato un ecocardiogramma per valutare la funzione ventricolare sinistra. Nei pazienti che presentavano una disfunzione ventricolare (ridotta frazione di eiezione), l'incidenza di eventi cardiovascolari maggiori entro le successive 48

ore era di ben otto volte superiore rispetto ai pazienti con normale funzione ventricolare (26,9% vs 3,3%). Anche per gli eventi tardivi, successivi alle 48 ore, l'incidenza di eventi era maggiore, di quattro volte, nei pazienti con ridotta frazione di eiezione (23,9% vs 6,4%). Nel complesso, gli autori verificavano come l'aggiunta dell'informazione ecocardiografica alle notizie cliniche, all'esame obiettivo e all'elettrocardiogramma fosse in grado di aumentare significativamente la capacità prognostica e diagnostica nei soggetti che si erano rivolti al Pronto Soccorso. Dal riesame della letteratura, è pertanto possibile affermare che i medici del Dipartimento di Emergenza sono tenuti ad avere una comprensione operativa di base sulle applicazioni e le limitazioni dell'ecocardiografia, per utilizzarne pienamente il considerevole potenziale clinico<sup>14</sup>. Anche uno studio ecocardiografico non completo è stato dimostrato utile nel corretto orientamento della gestione del paziente critico<sup>3-4</sup>.

In considerazione della riconosciuta utilità clinica dell'ecocardiografia nella Medicina d'Urgenza, l'impiego delle più recenti risorse tecnologiche ha permesso lo sviluppo di dispositivi ecocardiografici portatili. Una prima esperienza riportata in letteratura<sup>9</sup> è stata eseguita su 77 pazienti. Sono state prese in considerazione, analogamente alla nostra esperienza, i principali parametri morfologici che descrivono dimensioni e spessori delle cavità cardiache, nonché la frazione di eiezione del ventricolo sinistro. I dati ottenuti con l'ecocardiografo portatile sono stati confrontati con quelli ottenuti con apparecchiature standard mediante l'analisi di regressione lineare semplice. Il confronto è stato anche effettuato sull'analisi della contrattilità segmentaria e sulla presenza e stima semiquantitativa di rigurgito mitralico. Per tutti i parametri studiati, la correlazione tra i due studi si è dimostrata ottima (coefficiente di correlazione compreso tra 0,84 e 0,91), portando gli Autori alla conclusione che le apparecchiature sono tra loro simili per accuratezza diagnostica. Rispetto all'esperienza qui riportata, la concordanza tra i due studi risulta più omogenea, non rilevando una ridotta accuratezza nell'analisi della contrattilità segmentaria e, in parte, nella stima dell'insufficienza mitralica.

A differenza dei pazienti arruolati nel lavoro di Ohyama, tuttavia, la nostra popolazione era selezionata in un Dipartimento di Emergenza e presentava pertanto condizioni patologiche più gravi. Inoltre, proprio per la presenza di quadri clinici spesso critici ed instabili, il tempo a disposizione dell'operatore per l'esame con SU poteva



Fig. 4 - Stesso paziente della Fig. 3. Versamento pericardico posteriore evidenziato con proiezione asse corto parasternale.



Fig. 5 - Proiezione apicale quattro camere. Versamento pericardico di piccola entità e (a destra) massimo versamento pleurico che determina collasso del polmone.



costituire un limite ad un'analisi accurata di parametri con forte componente legata all'osservatore come il giudizio sulla normale o ridotta contrattilità di ciascuno dei 16 segmenti del miocardio ventricolare sinistro. Oltre ad Ohyama anche altri<sup>16</sup>, mediante la loro esperienza con il "SonoHeart", dimostrarono l'importanza dell'US per ciò che riguarda la funzione globale del ventricolo destro, del ventricolo sinistro in termini di frazione di eiezione, la motilità della parete regionale, quest'ultima è stata semplificata dividendo la parete del ventricolo sinistro in 6 segmenti (anteriore, inferiore, settale anteriore, settale posteriore, laterale e parete posteriore). In questi studi le anomalie morfologiche dell'aorta (calcificazione) e della mitrale (calcificazione e prollasso) sono state confermate dal confronto tra le due metodiche. Inoltre la diagnosi di rottura di corda della mitrale fatta mediante "SonoHeart" è stata verificata dall'eco standard in pazienti con dispnea acuta. Questi studi dimostrarono anche l'efficacia del SU nella identificazione delle caratteristiche morfologiche delle alterazioni congenite corrette chirurgicamente, includendo PFO, difetti del setto interventricolare, tetralogia di Fallot, anomalie di Ebstein, trasposizione dei grossi vasi e membrana aortica sopravvalvolare. Per quanto, infine, riguarda le limitazioni di questo studio, è doveroso sottolineare come nel protocollo non sia testata la variabilità interosservatore. La causa di ciò è principalmente da ascrivere a limiti inerenti l'apparecchiatura ecografica portatile, che non consente la registrazione dell'esame per intero, ma solo di immagini fisse in numero limitato (l'apparecchio non dispone al momento di una connessione esterna per videoregistrazione). Pertanto, non è stato possibile calcolare l'influenza della variabilità interosservatore sulla performance diagnostica degli studi con SU. Altre limitazioni riguardano la necessità di una adeguata preparazione da parte del medico che esegue l'esame, infatti il personale medico reclutato in questi studi aveva una certa esperienza in campo cardiovascolare dal punto di vista clinico e soprattutto con inclusa una buona esperienza nella esecuzione e nella interpretazione di esami ecocardiografici. L'uso di medici senza questi requisiti essenziali indurrebbe in importanti omissioni diagnostiche o in diagnosi completamente errate con potenziali gravi implicazioni cliniche. Ci sono anche delle limitazioni che riguardano alcuni strumenti del prototipo, in particolare il Color-Doppler che non era ancora a livelli del tutto ottimali. Sebbene lo studio abbia fornito indicazioni circa la fattibilità e l'utilità dell'impiego di una strumentazione ecocardiografica portatile in Medicina d'Urgenza, altri studi dovranno completare l'esperienza qui presentata per confermare l'affidabilità rispetto all'ecocardiografia eseguita con strumentazione convenzionale.

### Conclusioni

Negli ultimi trenta anni il contributo dell'ecocardiografia alla diagnosi e alla comprensione delle malattie cardiovascolari è stato di enorme rilevanza, tanto da far

includere questa metodica tra le tecniche basilari dell'esame obiettivo del cuore. Infatti, molte condizioni patologiche di difficile valutazione all'esame obiettivo possono essere riconosciute e quantificate con l'ecocardiografia: tra queste la presenza di versamenti pericardici, l'insufficienza aortica e le valvulopatie in genere, le cardiomiopatie in fase iniziale.

La disponibilità di questa metodica nella Medicina d'Urgenza e in Pronto Soccorso permette al medico di operare scelte terapeutiche appropriate e tempestive, prima del deterioramento emodinamico, dando quindi al clinico importanti informazioni sia anatomiche che funzionali che gli permettono di procedere nel migliore dei modi. L'utilizzazione dell'indagine ecocardiografica è quindi uno strumento particolarmente utile nella valutazione di pazienti critici, particolarmente in presenza di sintomi di pertinenza cardiopolmonare, reperti auscultatori di nuovo rilievo, variazioni non riscontrate in precedenza nell'elettrocardiogramma o all'esame radiografico del torace, deterioramento clinico inatteso, deficit neurologico o sincope.

Nonostante i progressi nella tecnologia degli ultrasuoni, un uso ancora più diffuso di questa tecnica è limitato dalle dimensioni, dalla complessità tecnica e dal costo degli ecocardiografi convenzionali. Non bisogna poi dimenticare come sia necessario un operatore addestrato e con sufficiente capacità interpretativa per cogliere il massimo beneficio dall'imaging ecocardiografica. Sono pertanto della massima importanza fattori quale l'esperienza dell'ecocardiografista e la sua disponibilità in qualsiasi momento.

La competenza del clinico operante nel Dipartimento di Emergenza deve perciò essere opportunamente accresciuta con attività di insegnamento pratico e con formazione continuativa. Peraltro, proprio perché l'ecocardiografia è ormai una tecnica ormai relativamente ben consolidata, i suoi principi fisici basilari ne fanno un buon candidato allo sviluppo di una strumentazione portatile per uso al letto del paziente. In questo studio abbiamo usato uno strumento leggero, di soli 2,4 Kg, con tecnologia completamente digitale e trasduttore ad ampia banda 2-4 MHz, che poteva essere disponibile dove e quando necessario. Lo Stetoscopio ad Ultrasuoni è stato di notevole utilità fornendo un mezzo di imaging nel Dipartimento di Emergenza, che ha permesso di aumentare l'accuratezza della diagnosi di patologie cardiologiche. L'apparecchio, di uso abbastanza semplice, permette di fornire risposte affidabili a molti quesiti clinici. È sulla base di questa esperienza, pertanto, che una strumentazione ecocardiografica miniaturizzata e di basso costo, come quella qui sperimentata, diventi più ampiamente disponibile, permettendo rapidamente un approccio terapeutico più accurato. I vantaggi maggiori derivanti dall'uso di questa metodica sono stati riscontrati nella definizione della pertinenza cardiaca o extracardiaca di patologie di comune riscontro nel Dipartimento di Emergenza.

Dal confronto con l'apparecchiatura convenzionale emerge come lo Stetoscopio ad Ultrasuoni sia molto

affidabile nel riconoscimento morfologico e nella risoluzione delle strutture più importanti, mentre la sezione di imaging Color-Doppler presenta ancora limitazioni, che rendono le immagini di qualità non ottimale e che necessitano di ulteriori sviluppi tecnici.

D'altronde, molto spesso le valvulopatie maggiori sono spesso accompagnate da referti morfologici caratteristici: quindi lo studio rapido con SU permette quasi sempre di maturare decisioni sulla gestione immediata del paziente, posponendo uno studio convenzionale più dettagliato alla avvenuta stabilizzazione emodinamica del soggetto.

Lo Stetoscopio Ultrasonico fornisce, quindi, informazioni utili in circostanze di emergenza e dovrebbe essere pertanto come un'estensione della capacità di valutazione clinica. Fino ad oggi, tuttavia, non esistono linee guida consolidate, che codifichino la diagnostica ecocardiografica nel Dipartimento di Emergenza. Saranno, perciò, necessari ulteriori studi clinici per definire l'uso ottimale di questa metodica versatile di imaging e di valutazione emodinamica nella medicina d'urgenza.

## Bibliografia

- Autore C, Agati L, Piccinino M, Lino S, Musaro S. Role of echocardiography in acute chest pain syndrome. *Am J Cardiol* Aug 17;86(4A): 41G-42G.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986; Feb 8, 1(8476): 307-10.
- Kimura BJ, Willis CL, DeMaria AN. Does every patient need comprehensive echo study? Feasibility of using "limited" imaging for cost-effective echo referral. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35(2 (suppl A): 539A.
- Kimura BJ, Bocchicchio M, Willis CL, DeMaria AN. Screening cardiac ultrasonographic examination in patients with suspected cardiac disease in the emergency department. *Am Heart J* 2001 Aug; 142(2): 324-330.
- Lenther C (Ed). *Geigy Scientific Tables. Volume 5. Heart and circulation.* CIBA- GEIGY Limited, Basel. 1990.
- Lewis WR, Amsterdam EA. Chest pain emergency units. *Curr Opin Cardiol* 1999 Jul; 14(4): 321-328.
- Mather PJ, Shsh R. Echocardiography, nuclear scintigraphy, and stress testing in the emergency department evaluation of acute coronary syndrome. *Emerg Med Clin North Am* 2001 May; 19(2): 339-349.
- Oh JK, Meloy TD, Seward JB. Echocardiography in the emergency room: is it feasible, beneficial, and cost-effective? *Echocardiography* 1995 Mar; 12(2): 163-170.
- Ohyama R, Murara K, Tanaka N, Takaki A, Kimura K, Ueda K, Liu J, Wada Y, Harada N, Matsuzaki M. Accuracy and usefulness of ultraportable hand-carried echocardiography system. *J Cardiol* 2001 May; 37(5): 257-262.
- Pandiam NG, Ramasamy S, Martin P, Banerjee A. Ultrasound Stethoscopy as an extension of clinical examination during hospital patient rounds: preliminary experience with a hand-held miniaturized echocardiography instrument. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13(5): 486.
- Pritchett AM, Bruce CJ, Bailey KR, Tajic AJ, Seward JB. Personal ultrasound imager: extension of the cardiovascular physical examination. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13(5): 485.
- Sabia P, Abbott RD, Afrookteh A, Keller MW, Touchstone DA, Kaul S. Importance of two-dimensional echocardiographic assessment of left ventricular systolic function in patients presenting room with cardiac-related symptoms. *Circulation* 1991 Oct;84(4): 1615-1624.
- Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, et al. Recommendations for quantitation of the ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2 : 358-67.
- Wellford AL, Snoey ER. Emergency medicine applications of echocardiography. *Emerg Med Clin North Am* 1995 Nov; 13(4): 831-854.
- Xie F, Breese MS, Nanna M, Lichtenberg GS, Allen MS, Meltzer R. Blinded comparison of an "ultrasound Stethoscope" and standard echocardiographic instrument. *Chest* 1988; 94: 270-4.
- Eleni C. Vourvouri, MD, Don Poldermans, MD, Johan De Sutter, MD, Fabiola B. Sozzi, MD, Paolo Izzo, MD, and Jos R.T.C. Roelandt, MD, Rotterdam, The Netherlands. Experience with an Ultrasound Stethoscope. *Journal of the American Society of Echocardiography* 2002 volume 15 Number 1.
- Department of Cardiology, Thoraxcentre, Erasmus University Medical Centre Rotterdam, Rotterdam, The Netherlands. A personal ultrasound imager (ultrasound stethoscope). A revolution in the physical cardiac diagnosis! *European Heart Journal* (2002) 23, 523-527.
- M. Rugolotto, B. S. Hu, D. H. Liang and I. Schnittger. Rapid assessment of cardiac anatomy and function with a new Hand- Carried Ultrasound Device (OptiGo): a comparison with standard Echocardiography. *Eur J Echocardiography* (2001) 2, 262-269.
- Kirk T. Spencer, MD, FACC, Allen S: Anderson, MD, FACC, Ajay Bhargava, MD, Amy C. Bales, MD, FACC, Matthew Sorrentino, MD, FACC, Kathy Furlong, RN, Roberto M. Lang, MD, FACC. Physician- Performed Point-of-Care echocardiography Using a Laptop Platform Compared With Physical Examination in the Cardiovascular Patient. *J A College of Cardiology* vol. 37, No. 8, 2001.
- Gregory M, Goodkin, MD, Daniel M. Spevack, Paul A. Tunick, MD, FACC, Itzhak Kronzon, MD, FACC. How Useful Is Hand-Carried Bedside Echocardiography in Critically Ill Patients? *J Am College of Cardiology* vol.37, No.8 2001.
- Nelson B. Schiller, MD, FACC San Francisco, California. *J Am College of Cardiology* vol. 37, No.8, 2001.
- Seward JB, Douglas PS, Erbel R, Kerber RE, Kronzon H, Sahn LD, Sisk EJ, Tajik AJ, Wann S. Hand-carried ultrasound (HCU) device: Recommendations regarding new technology. A report from the echocardiography task force on new technology of the nomenclature and standards committee of the american society of echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2002 Apr; 15(4): 369-73.
- Tohru Masuyama, Kauthiro Yamamoto, Nagahiro Nishikawa, Yasushi Sakata, Hiroya Kondo, Osaka Univ Graduate Sch of Medicine, Suita Japan; Toshiya Ozaki, Seiko Umekawa, Koujinkai OBP Clin, Osaka Japan. Accuracy of Ultraportable Hand-Carried Echocardiography System in Assessing Ventricular Function and Valvular Regurgitation. *Circulation* vol 102, No 18 October 31, 2000.
- The Task Force on Echocardiography in Emergency Medicine of the American Society of Echocardiography and the Echocardiography and Committees of the American College of Cardiology represented by William J. Stewart, MD, Pamela S. Douglass, MD, Kiran Sagar, MD, James B. Seward, MD, William F. Armstrong, MD, William Zoghbi, MD, Itzhak Kronzon, MD, Janel M. Mays, RN, RDCS, Alan S. Pearlman, MD, Ingela Schnittger, MD, Jeanette A. St. Vrain, RDCS, and Richard E. Kerber, MD. Echocardiography in Emergency Medicine: A Policy of Echocardiography and the American College of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12:82-4.
- A Report from the echocardiography Task Force on New Technology of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography, represented by: James B. Seward, MD, (Chair), Pamela S. Douglas, MD, Raimund Erbel, MD, Richard E. Kerber, MD, Itzhak Kronzon, MD, Harry Rakowski, MD, L. David J. Sahn, MD, Eric J. Sisk, B.A., RDCS, A. Jamil Tajik, MD, and Samuel Wann, MD. Hand- Carried Ultrasound (HCU) Device: Recommendations Regarding New Technology. *American Society of Echocardiography* 2001.
- Cheitlin et Al. , Echocardiography. ACC/AHA Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography. *Circulation* Vol. 95, No. 6, March 18, 1997: 1686-1744.

