

La valutazione del precarico post-intervento cardiocirurgico: quale monitoraggio?

What's the best assessment of preload after cardiac surgery?

Maria Rosario Piccirillo*, Armando Natale*, Giovanni Trosino°, Marianna Sebastopoli°, Giovanni Vivona°, Giovanni De Martino°, Gennaro Ismeno**, Luigi Piazza**, Luigi Belloni*

ABSTRACT: *What's the best assessment of preload after cardiac surgery? M.R. Piccirillo, A. Natale, G. Trosino, M. Sebastopoli, G. Vivona, G. De Martino, G. Ismeno, L. Piazza, L. Belloni.*

Objective: The assessment of the role of transesophageal echocardiography and invasive tests with pulmonary modified catheter to monitor the preload indexes in patients in intensive-care-unit after cardiac coronary surgery.

Materials and Methods: Between January and December 2004 24 patients (14 male, 10 female) with coronary artery disease were prospectively enrolled for preload assessment during off-pump myocardial revascularization. Pulmonary Capillary Wedge Pressure (PCWP), Left Ventricular End Diastolic Indexed Area (LVEDAI), Δ Aortic Velocity (Δ VAo), Right Ventricular End Diastolic Volume (RVEDVI) as preload indexes were evaluated. Transesophageal echocardiography and pulmonary modified catheter monitoring were performed during the preoperative period at T1 and after fluid infusion (T2). Patients were considered Responders (R) or No Responders (NR) if the Stroke Volume Index increase at T2 was >20% with respect to T1.

Results: Mean T1 PCWP was similar in both groups

(12.8 ± 2.2 in R vs. 11.4 ± 3 mmHg in NR; $p=NS$) and mean increase of PCWP at T2 was similar in both groups ($1.5 \pm 0.3\%$ in R vs. $1.2 \pm 3\%$ in NR; $p=NS$). Mean T1 RVEDVI was similar in both groups (97.33 ± 34 in R vs. 101 ± 21 ml/m² in NR; $p=NS$); T2 RVEDVI was similar in R and NR Groups (122.11 ± 49 vs. 138.54 ± 30 ml/m²; $p=NS$); mean T1 and T2 LVEDAI was similar in R and NR (11.2 ± 3.5 vs. 10.2 ± 2.3 at T1 and 14.04 ± 3.35 vs. 14.67 ± 2.1 cm²/m² at T2 respectively; $p=NS$). Higher mean value of T1 Δ VAo ($20 \pm 7\%$ in R vs. $10 \pm 2\%$ in NR; $p=0.006$) were recorded while similar mean value of T2 Δ VAo were observed ($11 \pm 3\%$ in R vs. $5 \pm 2\%$ in NR; $p=0.743$). Correlation index between T1 and T2 Δ VAo ($R=0.82$) in R was significant ($p=0.0002$), while correlation index between T1 and T2 Δ VAo ($R=0.11$) in NR was not significant.

Conclusions: Our study showed in patients soon after coronary cardiac surgery Δ VAo is the only predictor of "fluid responsiveness" and of ventricular compliance.

Keywords: off-pump coronary artery by-pass graft, transesophageal echocardiography, pulmonary catheter.

Monaldi Arch Chest Dis 2005; 64: 19-23.

*U.O. Cardioanestesia e Terapia Intensiva Cardiocirurgica e **Dipartimento Chirurgia Cardiaca e Vascolare Azienda Ospedaliera "San Sebastiano" Caserta, °Cattedra di Anestesia e Rianimazione Università Federico II di Napoli.

Corresponding author: Gennaro Ismeno, MD; Department of Cardiac and Vascular Surgery; San Sebastiano Hospital; Via San Francesco ai Gerolomini, 2; I-80078 Pozzuoli (Napoli), Italy; E-mail address: gennaroismeno@yahoo.com

Nel paziente critico con emodinamica instabile, la somministrazione di fluidi rappresenta uno dei primi interventi terapeutici diretti ad ottenere un adeguato precarico, ottimizzare lo stroke volume (SV), la gittata cardiaca e la perfusione d'organo. Studi clinici hanno enfatizzato la mancanza di un indicatore del preload ventricolare come predittore della responsività al riempimento volemico in terapia intensiva.¹⁻⁶ La ricerca di un indice di predizione di risposta al riempimento volemico nel post-operatorio dei pazienti cardiocirurgici è ancora più complessa dal momento che, in tali pazienti è frequente un'alterazione della funzione contrattile e/o della compliance ventricolare.

Nella disfunzione sistolica sinistra pura, dopo carico volemico, si otterrà un incremento dello stroke volume con aumento del volume di fine diastole del ventricolo destro (RVEDV) e del ventricolo sinistro (LVEDV) solo se, entrambi i ventricoli lavoreranno sulla porzione ascendente della curva EDV/SV (Curve di Frank Starling).^{7,8} Pertanto in tale situazione clinica, la valutazione delle aree volumetriche mediante ecocardiografia potrebbe rappresentare il "gold standard" diagnostico.

Nella disfunzione diastolica isolata o associata a disfunzione sistolica, la compliance (dV/dP) del ventricolo sinistro sarà ridotta, il volume di riserva di pre-

carico sarà inferiore, le pressioni di riempimento (CVP, PCWP) risulteranno essere più elevate. La valutazione sia delle pressioni di riempimento sia delle aree volumetriche di fine diastole (mediante TEE) in termine di valore assoluto, non corrisponde al reale precarico e può indurre ad errori interpretativi. Quindi in situazioni cliniche così complesse, per stabilire il corretto approccio terapeutico sarebbe estremamente utile disporre di un affidabile indicatore di "fluid responsiveness".

Scopo del nostro studio è stata la valutazione ed il confronto tra molteplici indici di precarico derivanti e dalla valutazione emodinamica invasiva mediante catetere arterioso polmonare modificato (CCOmb) e dall'esame ecocardiografico transesofageo (TEE) in un gruppo di pazienti sottoposti ad intervento di rivascularizzazione miocardica, nelle prime 12 ore di terapia intensiva post-operatoria.

Materiali e metodi

Tra gennaio 2004 e dicembre 2004 sono stati studiati prospetticamente 24 pazienti, 10 donne e 14 uomini affetti da cardiopatia ischemica, sottoposti ad intervento di rivascularizzazione miocardica (CABG off-pump), con un numero medio di 2.5 anastomosi. Tutti i pazienti erano in classe NYHA II-III ed in terapia me-

dica ottimizzata; 16 presentavano una frazione di eiezione (EF) >30% e 8 una EF ≤30%. Si è ricorso in 4 pazienti con EF <30%, all'utilizzazione della contropulsazione aortica pre-operatoria (24 ore pre-intervento con ricovero in terapia intensiva). Sono stati esclusi dallo studio i soggetti di età <30 e >70 anni e quelli che presentavano insufficienza mitralica o tricuspidalica moderata/severa, insufficienza aortica e fibrillazione atriale.

L'induzione dell'anestesia è stata eseguita con Propofol (1 mg/Kg in 3-5 min) e Remifentanil (0.5 mcg/Kg/min) e curarizzazione con Cisatracurium (0.2 mg/kg). Il mantenimento dell'anestesia si è ottenuto con infusione di Propofol a 3-6 mg/kg/ora associata ad infusione di Remifentanil a dosi di 0.25±0.5 mcg/Kg/min e Cisatracurium a boli di 2 mg ogni 30 minuti.

Dopo l'intubazione veniva posizionato un catetere AVA con tecnica di Seldinger in vena giugulare interna attraverso cui veniva inserito un catetere polmonare per termodiluizione con AMC Thromboschild (rivestimento di eparina antimicrobico) della Edwards Lifesciences di calibro 7.5 Fr. In terapia intensiva la posizione del catetere veniva controllata con esame radiografico e visione TEE dell'arteria polmonare in asse lungo in proiezione esofagea alta.

Veniva eseguito un esame transesofageo con ecocardiografo Acuson Sequoia 512, previo posizionamento di sonda multiplana Acuson, in ogni paziente, a 3 ore dalla fine dell'intervento per misurare i seguenti parametri: – l'area telediastolica del ventricolo sinistro (LVEDA), il volume telediastolico ventricolare sinistro (LVEDV), il volume telesistolico ventricolare sinistro (LVESV) e l'area telediastolica ventricolare destra (RVEDA), in proiezione 4-camere medio-esofagea; dai volumi telediastolici e telesistolici del ventricolo sinistro è stata calcolata la EF;

– l'area telediastolica ventricolare sinistra (LVEDA) in proiezione transgastrica asse corto medio-papillare a 0° (figura 1);

– il Δ peak aortic flow (Δ VaO) in proiezione transgastrica profonda a 0° o in transgastrica a 120°, dove visualizzate la valvola aortica e le velocità di picco massima e minima del flusso stesso. Il Δ peak aortic flow è stato calcolato come differenza tra la velocità di picco massimo e la velocità di picco minimo divisa per la media dei due valori ed espressa come percentuale (figura 2).

È stata applicata la seguente formula: $\Delta V_{peak} (\%) = 100 \times (V_{peakmax} - V_{peakmin}) / [(V_{peakmax} + V_{peakmin}) / 2]$

Le misurazioni, sia con la TEE che con il CCOMbo venivano effettuate prima (T1) e dopo (T2) il riempimento volemico realizzato con 7 ml/Kg di amido idrosietilico (HES 130/0.4) al 6%. Tutti i pazienti erano in ventilazione meccanica (Drager Evita 2 dura) in modalità MMV/AF con Tidal Volume di 8 ml/kg. Le rilevazioni della pressione venosa centrale, della pressione dell'arteria polmonare e della wedge pressure venivano effettuate dopo disconnessione dal respiratore. Tutti i valori di pressione e di volume (CCOMbo, TEE) sono stati determinati sulla media di tre valori consecutivi.

I pazienti sono stati definiti Responders (R) e No Responders (NR) in relazione alla osservazione di un incremento >20% della gittata cardiaca (SVI) dopo riempimento volemico.

L'analisi statistica, effettuata utilizzando il programma SPSS, ha considerato il test *t* di Student per le

variabili continue. Sono stati analizzati gli indici di regressione e correlazione, assumendo una $p < 0.05$ come statisticamente significativa. I risultati sono stati espressi considerando il valore medio ± SD e percentuale di cambiamento.

Risultati

I parametri emodinamici ed ecocardiografici rilevati prima del riempimento (T1) e dopo il riempimento (T2) sono riportati in tabella 1 e tabella 2.

Sono stati osservati 15 pazienti (62.5%) R (gruppo R) e 9 pazienti (37.5%) NR (gruppo NR). In entrambi i gruppi di pazienti si è valutato l'andamento di alcuni indici, definiti indicatori di precarico ventricolare (PCWP, LVEDAI, Δ VaO, RVEDVI). L'analisi dei dati emodinamici ed ecocardiografici in T1 e T2 nei pazienti R e NR è riportata nella tabella 3.

Dai dati rilevati mediante catetere CCOMbo e TEE si è evidenziato (tabella 3):

- a T1 la PCWP non era significativamente inferiore nel gruppo R rispetto al gruppo NR (12.8±2.2 vs. 11.4±3);
- a T2 dopo riempimento la PCWP sia nei pazienti R che nei NR non presentava un incremento di valore rispetto al tempo T1, con una percentuale di cambiamento nel gruppo R di 1.5±0.3% e nel gruppo NR di 1.2±3%, $p=NS$;

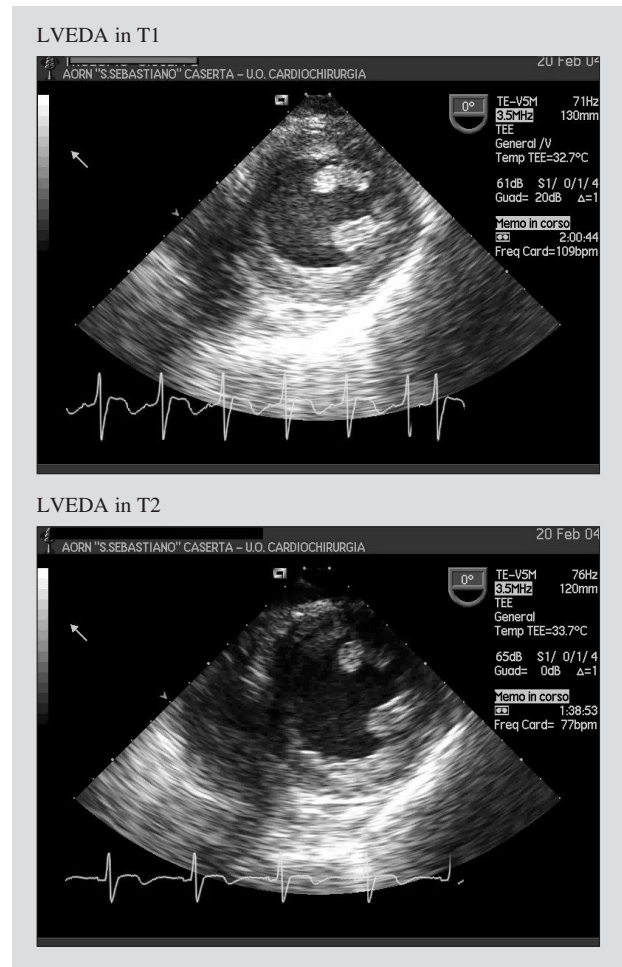


Figura 1. - Immagine ecocardiografica B-Mode in proiezione transgastrica asse-corto del ventricolo sinistro.
Legends: LVEDA = area telediastolica del ventricolo sinistro.

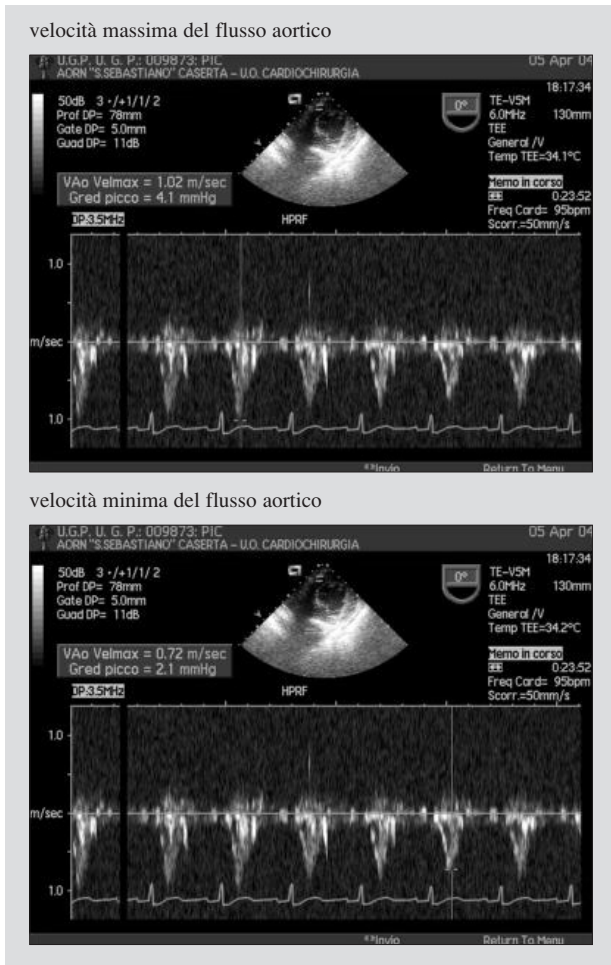


Figura 2. - Immagine ecodoppler del flusso aortico in proiezione transgastrica profonda a 0°.

- a T1 il gruppo R ed il gruppo NR presentava un RVEDVI >95 ml/m² (97.33±34 vs. 101±21);
- a T2 nel gruppo R e nel gruppo NR si registrava un incremento del RVEDVI (122.11±49 vs. 138.54±30 ml/m², p=NS);
- a T1 nel gruppo R il valore medio di LVEDAI non era significativamente diverso dal valore del gruppo NR (11.2±3.5 vs. 10.2±2.3 cm²/m², p=NS);
- a T1 nel gruppo R la variazione della velocità di

- picco del flusso aortico (ΔV_{Ao}) era più alta rispetto al No Responder (20±7% vs. 10±2%; p=0.006);
- a T2 i valori di ΔV_{Ao} sia nel gruppo Responder che No Responder (11±3%; 5±2%) sono sovrapponibili (p=0.743; p=NS);
- la correlazione e l'indice di regressione lineare (R) del ΔV_{Ao} in T1 e T2 calcolati per il gruppo R (R=0.82), sono statisticamente significativi (p=0.0002) (figura 3);
- la correlazione e l'indice di regressione lineare (R) del ΔV_{Ao} in T1 e T2 per il gruppo NR (R=0.11) non sono statisticamente significativi (p=0.773) (figura 3);
- a T1 il ΔV_{Ao} nei pazienti NR risultava essere ≤12%, mentre i R avevano un ΔV peak ≥12%.

Discussione

Il valore della PCWP prima del test di riempimento volemico (T1) era assolutamente sovrapponibile nel gruppo R rispetto al gruppo NR. Nonostante ciò, a pressioni di riempimento simile, i pazienti definiti Responders hanno mostrato un incremento dello SVI significativo (>20%) a differenza dei No Responders.

La relazione tra incremento dello SV e valore di PCWP nel tipo di pazienti analizzati, non è assolutamente di tipo lineare e quindi un valore cut-off per iniziare un riempimento volemico non è proponibile. D'altronde tale considerazione è in accordo con altri studi clinici che hanno dimostrato i limiti delle pressioni di riempimento per la valutazione del precarico.^{2,5,9}

Il valore di RVEDVI prima dell'espansione volumica risultava essere non significativamente differente tra i due gruppi. Pertanto anche per il valore di RVEDVI, non è possibile individuare un valore di cut-off al di sotto del quale iniziare una terapia di rimpiazzo volemico. Tale dato potrebbe essere utilizzato per determinare il volume ottimale al quale corrisponde un migliore stroke volume ed una migliore EF.

LVEDAI e LVEDVI sono stati proposti come indici di valutazione del precarico migliori rispetto alla wedge pressure^{1,4,5,9} ed al RVEDVI,²⁻³ essendo questi ultimi due dipendenti rispettivamente dalla compliance ventricolare sinistra e dal sovraccarico di pressione/volume del ventricolo destro.

Il valore medio di LVEDAI a T1 nei pazienti R non era significativamente diverso da quelli NR. In T2 il valore medio di LVEDAI è rimasto sovrapponibile

Tabella 1. - Parametri emodinamici pre (T1) e post (T2) riempimento, con catetere arterioso polmonare modificato (COOmbo)

	T1	T2	Δ%
SVI ml/m ²	24.09 ± 8.2	30.5 ± 6.3	26.6 ± 4.3
CI l/min/m ²	2.35 ± 0.8	2.8 ± 0.7	19.1 ± 3.8
HR bpm	97.8 ± 8	95.7 ± 9.2	- 2.1 ± 0.8
MAP mmHg	70.3 ± 9.7	81 ± 7	15.2± 3.4
PCWP mmHg	12.8 ± 4.6	13.8 ± 2.4	7.8 ± 1.5
PVC mmHg	6.75 ± 2.4	10.7 ± 2.6	58.5 ± 8.3
MPAP mmHg	20.6 ± 3.8	26.5 ± 4.6	28.6 ± 3
RVEDVI ml/m ²	184.3 ± 45.7	237.3 ± 70.6	48.2 ± 6.2
RVEF %	25.87 ± 8.7	25.8 ± 9.6	Invariato

I valori sono espressi come media±SD.

Legenda: CI: indice cardiaco; HR: frequenza cardiaca; MAP: pressione arteria polmonare; PCWP: pressione polmonare di incuneamento; PVC: pressione capillare; MPAP: pressione media in arteria polmonare; RVEDVI: volume telediastolico del ventricolo destro; SD: standard deviation; SVI = gittata cardiaca.

Tabella 2. - Parametri ecocardiografici pre (T1) e post (T2) riempimento, mediante ecocardiografia transesofagea (TEE)

	T1	T2	Δ%
LVEDAI cm ² /m ²	10.87 ± 2.3	14.18 ± 4.9	30.4 ± 3
LVAI cm ² /m ²	16.46 ± 4.3	18.86 ± 4.3	14.4 ± 2.6
RVAI cm ² /m ²	8.38 ± 3.5	9.6 ± 5.1	4.5 ± 2.4
ΔVAo %	18 ± 0.6	7 ± 0.12	- 61.1 ± 2.1

I valori sono espressi come media±SD.

Legenda: LVEDAI: area ventricolare sinistra indicizzata; LVAI: area ventricolare sinistra indicizzata; RVAI: area ventricolare destra indicizzata; ΔVAo: variazione della velocità di picco del flusso aortico.

Tabella 3. - Analisi dati emodinamici ed ecocardiografici in T1 e T2 nei pazienti Responders e No Responders

Responders	T1	T2	Δ%
LVEDAI cm ² /m ²	11.2 ± 3.5	14.04 ± 3.35	25.35 ± 5
ΔVAo %	20 ± 7	11 ± 3	- 45 ± 2.3
PCWP mmHg	12.8 ± 2.2	13 ± 4	1.5 ± 0.3
RVEDI ml/m ²	97.33 ± 34	122.11 ± 49	25.45 ± 7.4
No Responders	T1	T2	Δ%
LVEDAI cm ² /m ²	10.2 ± 2.3	14.67 ± 2.1	43.8 ± 15
ΔVAo %	10 ± 2	5 ± 2	- 50 ± 3.3
PCWP mmHg	11.4 ± 3	12.8 ± 1.8	1.2 ± 3
RVEDI ml/m ²	101 ± 21	138.54 ± 30	37.16 ± 2.9

I valori sono espressi come media±SD.

Legenda: LVEDAI: area ventricolare sinistra indicizzata; ΔVAo: variazione della velocità di picco del flusso aortico; PCWP: pressione polmonare di incuneamento; RVEDVI: volume telediastolico del ventricolo destro incizzato; SD: standard deviation.

al valore medio di nei R e nei NR. Dal momento che il valore di LVEDAI rimane simile nelle diverse situazioni cliniche analizzate, possiamo dedurre dai nostri dati che non è possibile considerarlo come ideale indice di precarico. Questa osservazione è in accordo con altri studi¹⁰ nei quali l'LVEDAI si è mostrato un cattivo indicatore di pre-load. In realtà risulta più utile misurare l'area telediastolica basale nel singolo paziente in quanto può essere presente ipovolemia anche con un normale o elevato valore di LVEDAI per esempio in presenza di cardiopatia dilatativa. In figura 1 riportiamo un esempio di valutazione dell'area telediastolica basale (T1) e delle modifiche in T2.

Il Δpeak aortico è un indice dinamico; a differenza dei valori dei volumi o delle aree ventricolari esso rappresenta una differenza tra due picchi di velocità, espressione della gittata cardiaca e della compliance della parete aortica.

Si è evidenziato che al tempo T1 la variazione di velocità del flusso aortico (tabella 3) nei pazienti R era maggiore rispetto ai NR, (20±7%; 10±2%) e diminuiva dopo riempimento sia nei R che nei NR (11±0.3%; 5±2%). Dal confronto tra le medie dei valori del ΔVAo a T1 ed a T2 dopo riempimento, nel gruppo R si evidenziava una modifica del ΔVAo statisticamente significativa con una p=0.0002 ed un indice di regressione lineare di 0.82 (figura 3).

I pazienti NR mostrano in T1 un valore di ΔVAo <12%, mentre nel gruppo R sempre in T1 il ΔVAo è >12% indicando questo come valore soglia per distinguere i pazienti R da quelli NR. In figura 3 si riporta un esempio di valutazione del calcolo del ΔVAo.

La velocità del flusso aortico in pazienti ventilati artificialmente potrebbe essere utilizzata per determinare ed assestare il volume di riserva ventricolare e quindi la "fluid responsiveness".¹¹

Conclusioni

La valutazione della relazione tra incremento dello SVI e valore di PCWP nel tipo di paziente analizzato non è assolutamente di tipo lineare per la valutazione del precarico in quanto la presenza di disfunzione diastolica e/o sistolica, spesso presente nei pazienti cardiocirurgici, ne possono limitare l'affidabilità come indice di fluid responsiveness.

Anche l'area telediastolica del ventricolo sinistro misurata per via transgastrica con ecocardiografia transesofagea non è in grado di riflettere accuratamente il precarico e di distinguere i pazienti Responders dai No Responders, allo stesso modo del volume tele-

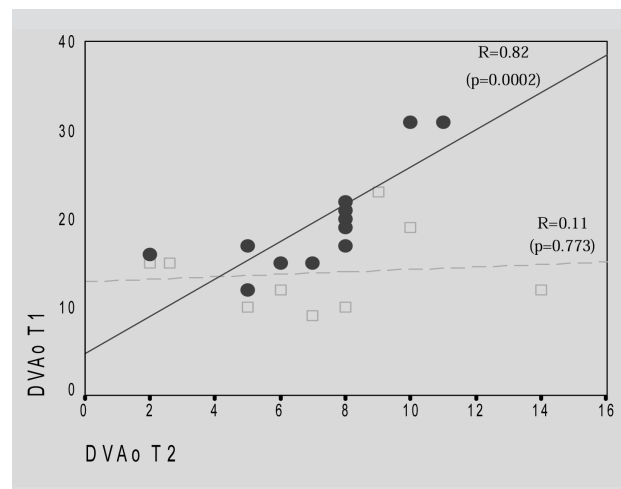


Figura 3. - Indici di regressione lineare, correlazione tra il ΔVAo e significatività statistica a T1 e T2 nei gruppi di pazienti cardioperati Responders e No Responders.

Legenda: ΔVAo: variazione della velocità di picco del flusso aortico
● Responders □ No Responders.

diastolico ventricolare destro misurato con il catetere di Swan-Ganz modificato.

Il Δ peak aortico si è dimostrato invece essere significativamente più alto nei pazienti R rispetto ai pazienti NR, già al tempo T1; tale significatività si conferma anche al T2, rappresentando un indice di predittività positiva pari al 91% e un indice di predittività negativa del 100%.

Dall'analisi dei dati viene messo in rilievo la maggiore attendibilità degli indici dinamici di precarico, come le variazioni indotte dal ciclo respiratorio sulle velocità di picco del flusso aortico, misurate con la TEE, rispetto agli indici statici, come le pressioni di riempimento o le aree ventricolari.

Comunque, evidenziando nel calcolo del Δ peak aortico un indice significativo di precarico, non si esclude per la correzione dell'instabilità emodinamica nel paziente cardiocirurgico critico, il ruolo dell'integrazione tra valutazione TEE e valutazione emodinamica. L'ecocardiografia in ambito perioperatorio ed in terapia intensiva fornisce, al letto del paziente ed in tempo reale, informazioni dettagliate sullo stato volumico, sulla funzione diastolica, sulla funzione sistolica regionale e globale, sulla funzione destra. La valutazione emodinamica con catetere arterioso polmonare modificato, in grado di determinare in tempo continuo le variazioni delle aree volumetriche del ventricolo destro, integrerà la valutazione ecografica mediante determinazione del profilo cardiaco, del profilo di ossigenazione, dei riscontri pressori oltre che delle capacità funzionali ventricolari.

Solo con l'integrazione di tali valori è possibile ottenere in tempo reale una valutazione emodinamica adeguata al corretto trattamento del paziente in terapia intensiva post-chirurgica.

Riassunto

Obiettivo: valutare l'attendibilità degli indici di precarico derivanti dalla valutazione emodinamica invasiva mediante catetere arterioso polmonare modificato (CCOmbo) e dall'esame ecocardiografico transesofageo (TEE) in soggetti in terapia intensiva post cardiocirurgia coronarica.

Materiali e metodi: tra Gennaio e Dicembre 2004 sono stati studiati prospetticamente 24 pazienti, 14 uomini e 10 donne, affetti da cardiopatia ischemica, sottoposti ad intervento di rivascolarizzazione miocardica a cuore battente. È stato valutato l'andamento di alcuni indici, definiti indicatori di pre-load ventricolare: pressione polmonare di incuneamento (PCWP), area ventricolare sinistra indicizzata (LVEDAI), variazione della velocità di picco del flusso aortico (Δ V Ao), volume telediastolico del ventricolo destro (RV EDVI). Le misurazioni, sia con la TEE che con il CCOMBO venivano effettuate nella fase pre-operatoria (T1) e dopo riempimento volumico (T2). I pazienti sono stati definiti Responders (R) e No Responders (NR) in relazione, rispettivamente, all'incremento >20% della gittata cardiaca indicizzata (SVI) dopo riempimento volumico.

Risultati: dai dati rilevati mediante catetere CCOMBO e TEE si è evidenziato:

- a T1 la PCWP era simile nei pazienti del gruppo R e del gruppo NR (12.8 ± 2.2 vs. 11.4 ± 3);
- a T2 la PCWP in entrambi i gruppi non presentava

un incremento significativo del valore medio rispetto al tempo T1, con una percentuale di cambiamento nel gruppo R di $1.5 \pm 0.3\%$ e nel gruppo NR di $1.2 \pm 3\%$;

- a T1 il valore medio di RV EDVI >95 ml/m² era simile in entrambi i gruppi (97.33 ± 34 Gruppo R vs. 101 ± 21 Gruppo NR);
- a T2 valori simili si registravano in entrambi i gruppi (122.11 ± 49 vs. 138.54 ± 30 ml/m²; p=NS);
- a T1 anche l'LVEDAI medio era simile tra i pazienti R e NR (11.2 ± 3.5 vs. 10.2 ± 2.3 cm²/m²) così come a T2 (14.04 ± 3.35 vs. 14.67 ± 2.1 cm²/m²; p=NS);
- a T1 i pazienti R presentavano una più alta velocità di Δ V Ao ($20 \pm 7\%$ Gruppo R vs. $10 \pm 2\%$ Gruppo NR; p=0.006);
- a T2 i valori di Δ V Ao sia nel gruppo R che nel gruppo NR ($11 \pm 3\%$ vs. $5 \pm 2\%$); sono sovrapponibili (p=0.743).

La correlazione del Δ V Ao in T1 e T2 calcolata per il gruppo R (R=0.82), è risultata significativa (p=0.0002), mentre la correlazione del Δ V Ao in T1 e T2 per il gruppo NR (R=0.11) non ha evidenziato significatività statistica.

Conclusioni: Nella fase post-operatoria dell'intervento di by-pass aorto-coronarico off-pump il Δ V Ao rappresenta il migliore indice di predittività per determinare ed ottimizzare il volume di riserva ventricolare e quindi la "fluid responsiveness".

Parole chiave: by-pass aorto-coronarico off-pump, ecocardiografia transesofagea, catetere polmonare, cardiocirurgia.

Bibliografia

1. Connors AF, Speroff T, Dawson NV, et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996; 276: 889-897.
2. Thys DM, Hillel Z, Goldman ME, et al. A comparison of hemodynamic indices derived by invasive monitoring and two-dimensional echocardiography. *Anesthesiology* 1987; 67: 630-634.
3. Cheung AT, Savino JS, Weiss SJ, et al. Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. *Anesthesiology* 1994; 81: 376-387.
4. Permutt S, Wise RA, Brower RG. How changes in pleural and alveolar pressure cause changes in afterload and preload. Scharf, SM Cassidy, SS eds. Heart-lung interactions in health and disease, 1989; 243-250.
5. Jardin F, Delorme G, Hardy A, et al. Reevaluation of hemodynamic consequences of positive pressure ventilation: emphasis on cyclic right ventricular afterloading by mechanical lung inflation. *Anesthesiology* 1990; 72: 966-970.
6. Michard F, Chemla D, Richard C, et al. Clinical use of respiratory changes in arterial pulse pressure to monitor the hemodynamic effects of PEEP. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 935-939.
7. Guyton AC. Textbook of medical physiology 8th ed. 199; 221-233 WB Saunders Philadelphia, PA.
8. Berne RM, Levy MN. Physiology 4th ed. 1998; 415-428 Mosby St. Louis, MO.
9. Daniel WG, Mügge A Transesophageal echocardiography. *N Engl J Med* 1995; 332: 1268-1279.
10. Claude P, Tousignant, MD, FRCPC, Fergus Walsh, MB, MRCPI, FFARCSI, and C. David Mazer, MD, FRCPC The use of Transesophageal echocardiography for preload assessment in critically ill patients. *Anesth Analg* 2000; 90: 351.
11. Marc Feissel, MD; Frédéric Michard, MD; Isabelle Mangin, MD; Olivier Ruyet, MD; Jean-Pierre Faller, MD and Jean-Louis Teboul, MD, PhD Respiratory Changes in Aortic Blood Velocity as an Indicator of Fluid Responsiveness in Ventilated Patients With Septic Shock. *Chest* 2001; 119: 867-873.