

ANTONELLO MARINO

# ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFOGEEA

APPLICAZIONI CLINICHE

Con la collaborazione di MONICA PALISI

Realizzazione editoriale della  
PRAGMA EDITRICE S.r.l.  
Edizioni Medico-Scientifiche  
Via dei Canzi, 19 - 20134 Milano

© PRAGMA EDITRICE S.r.l.  
1ª edizione Novembre 1994

**ISBN 88-86339-02-X**

Tutti i diritti di produzione  
e traduzione, anche parziale,  
sono riservati.

*Progetto grafico:*  
Pragma Editrice S.r.l.

*Fotocomposizione, impianti e stampa:*  
Arti Grafiche Mario Bazzi S.p.A.  
Milano

  
PRAGMA  
EDITRICE

## XII

# Monitoraggio intraoperatorio dell'ischemia miocardica

F. GENTILE, M. ORNAGHI, D. CASTINI, E. MANGIAROTTI, M. BONAZZI\*, P. MINGAZZINI\*\*, G.M. BIASI\*\*

Divisione di Cardiologia - UTIC "Marco Oscar Triulzi" - Ospedale Bassini, Milano

\* Servizio di Anestesia e Rianimazione - Ospedale Bassini, Milano

\*\* Cattedra di Chirurgia Vascolare - Università degli Studi di Milano - Ospedale Bassini, Milano

L'ischemia e l'infarto miocardico rappresentano la più importante causa di morbilità e mortalità perioperatoria nei pazienti sottoposti a chirurgia maggiore non cardiaca.

Per tale motivo sono stati proposti alcuni metodi per riconoscere e monitorizzare l'ischemia miocardica durante l'intervento chirurgico:

- il monitoraggio elettrocardiografico a 2, 6, e 12 derivazioni
- il monitoraggio emodinamico invasivo
- l'ecocardiografia nelle sue diverse modalità: M-mode, bidimensionale, Doppler (pulsato, continuo e con codice a colori) (*Tab. I*).

L'elettrocardiogramma di superficie rimane il più comune metodo utilizzato per il monitoraggio intraoperatorio dell'ischemia miocardica, anche se talvolta l'analisi del tratto ST sia resa difficile dalla presenza di anomalie quali: blocco di branca sinistro, disturbi del ritmo, presenza di ritmi da stimolatore cardiaco. Inoltre l'ECG a 12 derivazioni è spesso tecnicamente impraticabile durante interventi di chirurgia maggiore; l'uti-

TABELLA I - *Metodiche per il monitoraggio di ischemia miocardica in corso di chirurgia maggiore.*

- ECG (2 - 6 - 12 derivazioni)
- Monitoraggio emodinamico (wedge)
- ETE (monoplana - biplana - omniplana)



lizzo di 1 o 2 derivazioni può non consentire il riconoscimento anche di severe ischemie transmurali in zone non esplorate dagli elettrodi.

- Il monitoraggio emodinamico invasivo, in particolare la pressione di incuneamento polmonare (WP), non rappresenta un marker affidabile di ischemia miocardica in pazienti sottoposti ad anestesia generale<sup>(1)</sup>. La WP è infatti influenzata da numerosi fattori quali le condizioni di precarico e postcarico, la compliance diastolica miocardica, la contrattilità, le proprietà del pericardio.

Nella pratica clinica la WP è spesso utilizzata come marker di ischemia miocardica sulla base dell'assunzione che l'ischemia determina una riduzione della compliance miocardica e di conseguenza un incremento della WP. La correlazione tra questi due eventi non è peraltro stata ancora completamente dimostrata nel paziente sottoposto ad anestesia generale. La dimostrazione di un significativo incremento della WP quando l'ischemia miocardica sia indotta durante test da sforzo, pacing atriale o angioplastica coronarica non è estrapolabile ad un realtà completamente differente quale quella del paziente con ischemia cardiaca in corso di anestesia generale.

- Per queste ragioni l'ecocardiografia bidimensionale, con la sua capacità di dimostrare anomalie del movimento di parete in modo molto sensibile, è stata proposta per monitorizzare l'ischemia miocardica in corso di interventi di chirurgia maggiore.

In campo sperimentale è stato dimostrato come esista una stretta correlazione tra la riduzione del flusso coronarico e la funzione miocardica espressa come riduzione di accorciamento regionale: una riduzione di flusso coronarico del 10-20% determina una ipocinesia, non sempre accompagnata da variazioni dell'ECG di superficie, che progredisce ad acinesia qualora il flusso coronarico si riduca dell'80% e a discinesia per riduzioni di flusso superiori al 90%<sup>(2)</sup>.

- L'ecocardiografia transesofagea (ETE) attraverso l'analisi intraoperatoria della motilità regionale in tempo reale ha raggiunto un ruolo di primaria importanza nel monitoraggio della funzione ventricolare in pazienti con cardiopatia ischemica.

Il posizionamento del trasduttore a livello gastrico consente di ottenere una sezione bidimensionale asse corto del ventricolo sinistro a livello dei muscoli papillari; a questo livello tutti i segmenti del VS che ricevono sangue dai tre rami coronarici possono essere visualizzati; pertanto difetti di perfusione di uno o più vasi principali possono essere documentati dalla comparsa di anomalie della motilità parietale regionale.

Sulla base di queste assunzioni abbiamo confrontato la sensibilità dei mezzi diagnostici considerati (ECG, studio emodinamico invasivo, ETE) nella valutazione della ischemia miocardica in pazienti sottoposti ad interventi di chirurgia vascolare maggiore.

Il clampaggio dell'aorta addominale durante l'intervento di ricostru-



zione determina un incremento del postcarico al ventricolo sinistro che a sua volta può indurre un sovraccarico acuto di pressione. Questa condizione incrementa il consumo miocardico di ossigeno e può determinare la comparsa di ischemia in pazienti affetti da malattia coronarica.

Allo scopo di studiare le conseguenze del clampaggio aortico, abbiamo sottoposto 12 pazienti affetti da aneurisma dell'aorta addominale o malattia aortica addominale occlusiva ad esame ecocardiografico transesofageo, a registrazione ECGrafica a due derivazioni ed a monitoraggio emodinamico invasivo durante intervento chirurgico di ricostruzione.

La ETE venne eseguita utilizzando un ecografo Acuson 128 con sonda monoplana; l'asse corto del ventricolo sinistro a livello dei muscoli papillari fu ottenuto da una proiezione transgastrica in condizioni basali, 5, 20, 40 minuti dopo il clampaggio aortico e dopo il declampaggio. L'ECG venne registrato in modo continuo. Vennero inoltre registrati i seguenti parametri emodinamici: pressione arteriosa sistolica e diastolica, pressione arteriosa polmonare sistolica e diastolica, WP, portata cardiaca, resistenze vascolari sistemiche e polmonari totali.

## RISULTATI

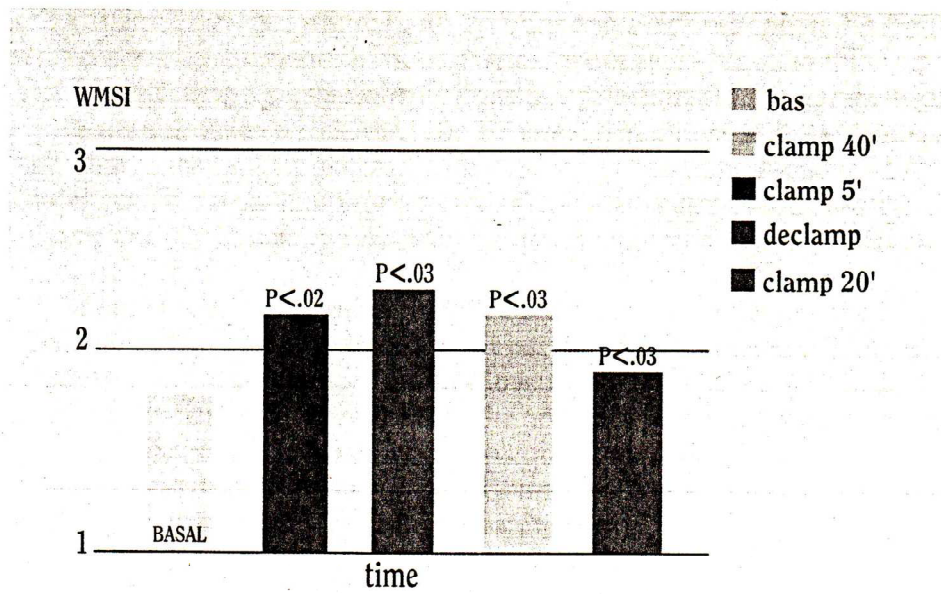
L'ECG a due derivazioni non evidenziò alcuna variazione significativa del tratto ST durante l'intervento chirurgico.

L'aumento della pressione di cuneo polmonare venne osservata in solo due pazienti durante clampaggio aortico. La portata cardiaca si ridusse in tutti i pazienti, peraltro con ripristino delle condizioni basali durante il declampaggio. In 8 pazienti erano già presenti anomalie della cinesi regionale in condizioni basali; durante il clampaggio aortico un peggioramento della cinesi regionale, espresso da un incremento della Wall Motion Score Index (WMSI) venne osservato in tutti i pazienti. La comparsa di una nuova regione di dissinergia venne osservata in 4 casi. Un paziente morì in seconda giornata postoperatoria per edema polmonare acuto; in questo soggetto il peggioramento della cinesi regionale osservata durante il clampaggio aortico era persistito nelle ore successive.

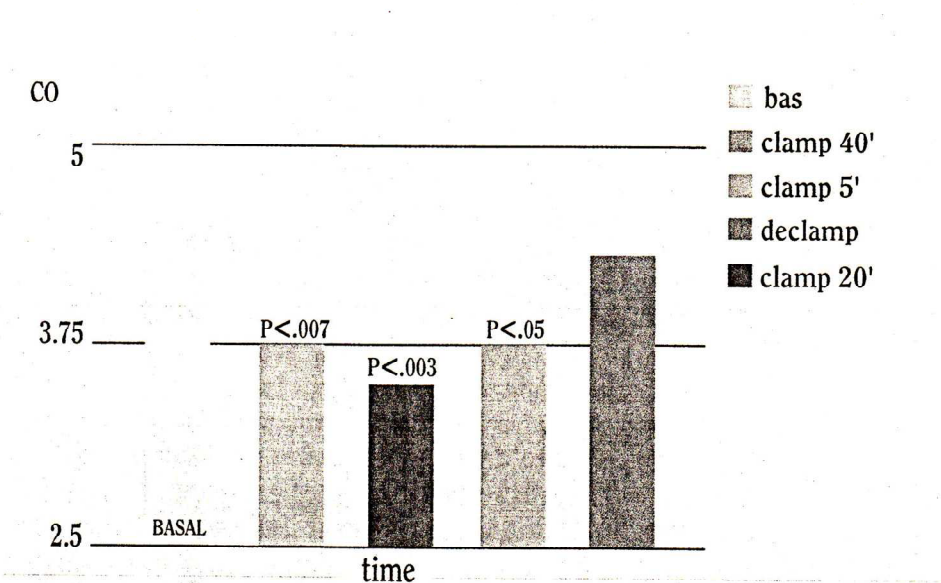
Dall'analisi dei nostri risultati si può osservare, durante clampaggio aortico, un evidente incremento della WMSI (*Fig. 1*) ed una riduzione della portata cardiaca (*Fig. 2*); per contro non vennero osservate variazioni significative della WP rispetto alle condizioni basali (*Tab. II*). Una riduzione della pressione arteriosa diastolica come espressione di ridotta pressione di perfusione coronarica, venne osservata a 20 e a 40 minuti dal clampaggio dell'aorta (*Tab. 2*).

I nostri risultati sono in accordo con quanto dimostrato dalla letteratura.

In uno studio di Leung<sup>(3)</sup> si osservò che solo il 10% di tutte le nuove



*Figura 1*  
 Variazioni della motilità parietale espressa come WMSI durante il clampaggio dell'aorta addominale e dopo il declampaggio.



*Figura 2*  
 Variazioni della portata cardiaca durante il clampaggio dell'aorta addominale e dopo il declampaggio.

asinerגיע regionali erano precedute da un incremento acuto della WP, suggerendo quindi che tale elevazione non poteva essere considerata un marker precoce di ischemia miocardica.

Numerosi studi hanno utilizzato sia l'ECG che la ETE per dimostrare l'ischemia miocardica intraoperatoria: in ciascuno di questi studi le va-



TABELLA II - *Confronto tra le metodiche di monitoraggio dell'ischemia miocardica in pazienti sottoposti ad interventi di chirurgia maggiore.*

|              | <b>Vantaggi</b>  | <b>Svantaggi</b>   |
|--------------|--|--|
| <b>ECG</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• consente il riconoscimento di ischemia subendocardica</li> <li>• possibilità di monitoraggio postoperatorio</li> <li>• bassi costi</li> <li>• semplicità d'esecuzione</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• minore sensibilità diagnostica</li> <li>• impossibilità diagnostica in Pz. con pacemaker, blocco di branca</li> </ul>   |
| <b>WEDGE</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• possibilità di monitoraggio postoperatorio</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• procedura invasiva</li> <li>• correlazione WP-ischemia non dimostrata</li> </ul>  |
| <b>ETE</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• maggiore precocità riconoscimento aree ischemiche rispetto ad ECG</li> <li>• possibilità di fornire informazioni su: <ul style="list-style-type: none"> <li>- volemia</li> <li>- funzione diastolica</li> <li>- portata cardiaca</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• impossibilità di monitorizzazione nel periodo postoperatorio</li> <li>• necessità di apparecchiature costose</li> </ul> |

riazioni dell'ECG che indicano ischemia miocardica e le nuove anomalie regionali evidenziate con ETE vennero riscontrate in una percentuale simile di pazienti seppur con una scarsa concordanza tra i due metodi per la rilevazione di ischemia miocardica <sup>(4,5,6)</sup>.

Alcune condizioni possono spiegare la mancanza di correlazione tra ECG ed ETE. Sovente in pazienti che devono essere sottoposti ad interventi di chirurgia vascolare maggiore, anomalie della cinesi regionale sono già presenti in condizioni basali; ciò rende molto più complessa una corretta valutazione della motilità regionale in sala chirurgica, laddove non si disponga di un metodo digitale per l'analisi in tempo reale mediante presentazione delle immagini ecocardiografiche in formato "split" o "quad screen".

Molti episodi di ischemia sono riconoscibili alla ETE per la comparsa di ipocinesia, acinesia o discinesia regionale. Secondo London la comparsa di ipocinesia, durante intervento chirurgico, potrebbe essere conside-



rata un marker di ischemia meno specifico rispetto alla comparsa di acinesia o discinesia regionale: l'ipocinesia può infatti essere la conseguenza di depressione della contrattilità causata dall'anestetico, o da variazioni delle condizioni di carico cardiaco, o secondaria ad alterazioni della attivazione elettrica del miocardio<sup>(4)</sup>; infine, in pazienti con pregresso infarto miocardico circa la metà dei segmenti ipocinetici non sono espressione di deficit perfusionale<sup>(7)</sup>.

Nella maggior parte degli studi la ETE fu utilizzata mediante un trasduttore monopiano: con tale metodica solo l'asse corto del VS può essere visualizzato, escludendo in questo modo dall'analisi la base e l'apice del cuore; allo stato attuale la disponibilità di sonde biplane ed omniplane ha consentito di superare questa limitazione.

Quando l'ischemia non interessa tutti gli strati del miocardio non sempre nuove anomalie della cinesi regionale possono essere evidenziate; al contrario l'ECG può dimostrare la presenza di ischemia subendocardica.

L'ECG può essere influenzato da altri fattori quali le variazioni di elettroliti, gli effetti della temperatura corporea, la stimolazione simpatica ed i farmaci.

Altre limitazioni della ETE per il monitoraggio cardiaco devono essere ricordate: a) non sempre immagini di buona qualità possono essere ottenute dalla proiezione transgastrica; b) la ETE viene eseguita solamente durante l'intervento chirurgico; alcuni studi hanno dimostrato che il più importante predittore di eventi ischemici è rappresentato dalla presenza di ischemia postoperatoria. In un lavoro di Mangano e coll.<sup>(8,9)</sup>, infatti, l'ischemia preoperatoria o intraoperatoria documentata mediante monitoraggio elettrocardiografico continuo, non era in grado di predire eventi cardiaci ischemici postoperatori quali l'angina instabile, l'infarto miocardico acuto e la morte cardiaca. L'ischemia miocardica postoperatoria era la sola predittrice di eventi ischemici successivi.

Un precoce riconoscimento intraoperatorio di ischemia interessante il miocardio mediante la dimostrazione di nuove aree dissinergiche o il peggioramento di zone di dissinergia già presenti in condizioni basali, può essere di enorme importanza nel guidare successive strategie terapeutiche quali la somministrazione di liquidi o l'utilizzo di farmaci<sup>(10,11)</sup>. Certamente per la sua semplicità ed il basso costo il monitoraggio elettrocardiografico rimane ancora il metodo di scelta per il riconoscimento di ischemia miocardica intraoperatoria; la ETE dovrebbe essere riservata solo per pazienti selezionati: ad alto rischio o con ECG non diagnostico (Pz. con blocco di branca, disturbi del ritmo, portatori di stimolatore cardiaco).

L'ecocardiografia transesofagea può consentire inoltre, in pazienti selezionati, un più completo monitoraggio della funzione cardiaca fornendo informazioni sulla funzione diastolica mediante l'analisi Doppler del



Figura 3

Variazioni della WMSI, della pressione di cuneo polmonare (WP), della portata cardiaca (CO) e della pressione arteriosa diastolica (DBP) durante il clampaggio dell'aorta addominale e dopo il declampaggio. (\* = significatività  $P < 0,05$  rispetto alle condizioni basali).

## Results

\* $P < .05$

|          | bas | clamp 5' | clamp 20' | clamp 40' | declamp |
|----------|-----|----------|-----------|-----------|---------|
| WMSI     | 1.8 | 2.2*     | 2.3*      | 2.2*      | 1.9*    |
| WP mmHg  | 19  | 19       | 18        | 18*       | 20      |
| CO l/min | 4.6 | 3.8*     | 3.5*      | 3.7*      | 4.4     |
| DBP mmHg | 89  | 86       | 80*       | 80*       | 82      |

flusso transmitralico<sup>(12)</sup> ed infine consentendo la valutazione della portata cardiaca<sup>(13)</sup> (Fig. 3).

Le più recenti apparecchiature ecocardiografiche permettono il riconoscimento automatico dell'endocardio con la possibilità di ottenere in tempo reale parametri di area diastolici e sistolici e di frazione di accorciamento del ventricolo sinistro: tali informazioni quantitative di funzione ventricolare semplificano l'analisi della motilità parietale del ventricolo sinistro in sala operatoria, aumentando quindi la fattibilità della metodica ecocardiografica transesofagea<sup>(14)</sup>.

La metodica transesofagea potrà infine essere utilizzata per valutare la perfusione miocardica: i nuovi mezzi di contrasto iniettati in vena periferica consentiranno, in futuro, di poter disporre di un equivalente della scintigrafia perfusionale direttamente in sala chirurgica.

### BIBLIOGRAFIA

1. Van Daele ME: *Are changes in pulmonary capillary wedge pressure an indicator for myocardial ischemia? Wedge pressure related to electrocardiogram and transesophageal echocardiographic wall motion analysis.* Transesophageal Echocardiography by Erlber et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
2. Vatner SF: *Correlation between acute reductions in myocardial blood flow and function in conscious dogs.* Circres 1980; 47:201-7.



3. Leung JM, O'Kelly BF, Mangano DT: *Relationship of regional wall motion abnormalities to hemodynamic indices of myocardial oxygen supply and demand in patients undergoing CABG surgery.* Anesthesiology 1990; 73:802-14.
4. Leung JM, O'Kelly BF, Browner WS, et al: *Prognostic importance of postbypass regional wall motion abnormalities in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery.* Anesthesiology 1989; 71:16-25.
5. Smith JS, Cahalan MK, Benefiel DJ, et al: *Intraoperative detection of myocardial ischemia in high-risk patients: electrocardiography versus two-dimensional transesophageal echocardiography.* Circulation 1985; 72:1015-21.
6. London MJ, Tubau JF, Wong MG, Layung E, Hollenberg M, et al. *The natural history of segmental wall motion abnormalities in patients undergoing noncardiac surgery.* Anesthesiology 1990; 73:644-55.
7. Stratton JR, Speck SM, Caldwell JG, et al: *Relation of global and regional left ventricular function to tomographic thallium-201 myocardial perfusion in patients with prior myocardial infarction.* J Am Coll Cardiol 1988; 12:71-7.
8. Mangano DT, Warren SB, Hollenberg M, London MJ, Tubau JF, Tateo IM: *Association of perioperative myocardial ischemia with cardiac morbidity and mortality in men undergoing noncardiac surgery.* The New Engl Journal Med 1990; 323:1781-8.
9. Hollenberg M, Mangano DT, Warren SB, London MJ, Tubau JF, Tateo IM: *Predictors of postoperative myocardial ischemia in patients undergoing noncardiac surgery.* JAMA 1992; 268:205-9.
10. Raby KE, Barry J, Creager MA, Cook EF, Weisberg MC, Goldman L: *Detection and significance of intraoperative and postoperative myocardial ischemia in peripheral vascular surgery.* JAMA 1992; 268:222-7.
11. Gewerts BL, Kremer PC, Zarins CK: *Transesophageal echocardiographic monitoring of myocardial ischemia during vascular surgery.* J Vasc Surg 1987; 5(4):607-13.
12. Abel MD, Nishimura RA: *Assessment of diastolic function by transesophageal Doppler Echocardiography: effects of different loading conditions on mitral inflow velocities during bypass surgery.* Transesophageal Echocardiography by Erlber et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
13. Haude M, Gerber T, Brennecke R, Erberl R, Meyer J: *Continuous and noninvasive monitoring of cardiac output by transesophageal Doppler ultrasound.* Transesophageal Echocardiography by Erlber et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
14. Bosch HG, Reiber HC, Van Burken G, Gerbrands JJ, Roeland JR: *Automated contour detection on short-axis transesophageal echocardiograms.* Transesophageal Echocardiography by Erlber et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.