

## **ANALISI SPETTRALE DOPPLER: UNA NUOVA METODOLOGIA NELL'ECOCARDIOGRAFIA FETALE**

*A. Spataro, \*C. Giorlandino, \*P. Gentili,  
\*\*G. Pirillo, \*\*A. Vizzone*

Istituto di Patologia Speciale Medica - Università Cattolica del Sacro Cuore - Roma

\*Istituto di Clinica Ostetrica e Ginecologica - Università Cattolica del Sacro Cuore - Roma

\*\*III Patologia Ostetrica e Ginecologica - Università di Roma

L'ecografia ha permesso già da diversi anni la corretta visualizzazione ed indagine in utero del cuore fetale, con apparecchiature lineari e settoriali sia in tempo reale che in time motion<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</sup>.

Più recentemente l'associazione alle apparecchiature ecografiche di flussimetri doppler continui e pulsanti ha aperto nuove prospettive nella identificazione delle diverse strutture cardiache e nella conoscenza della fisiopatologia dei flussi cardiaci<sup>11, 12</sup>.

Nel presente lavoro riportiamo le nostre esperienze preliminari sulla utilizzazione di un duplex scanning combinato ad un doppler pulsato, che permette uno studio dello spettro di frequenze secondo l'algoritmo di Fourier (FFT) (apparecchio ATL MK 500 dotato di sonda meccanica ruotante per settori da 3 MHz).

Sono stati esaminati feti di età gestazionale superiore alla 24<sup>a</sup> settimana, il cui atteggiamento in utero era favorevole all'osservazione.

Dal punto di vista metodologico si procede inizialmente ad un attento studio bidimensionale della morfologia cardiaca. Scopo di questa prima fase d'indagine è l'accurato riconoscimento della porzione cardiaca da indagare.

Normalmente l'immagine più frequentemente registrabile quando il feto si trova in posizione dorso posteriore è quella a quattro camere, con la contemporanea visualizzazione dei due ventricoli e dei due atri, della valvola mitrale e della valvola tricuspide.

Più rare e difficili da interpretare sono le altre proiezioni, in asse lungo ed in asse corto, dove soltanto una notevole esperienza dell'operatore permette di riconoscere con precisione le strutture esaminate.

Indirizzando il raggio del campionamento in time motion ove vogliamo effettuare l'analisi, si ottiene un tracciato monodimensionale (M mode).

Tale analisi ci permette di confermare, in base alle caratteristiche tipiche del tracciato, l'esatta posizione del fascio ultrasonoro e di rilevare i valori biometrici della struttura in esame durante le fasi del ciclo cardiaco.

Si possono così rilevare i diametri interni del ventricolo destro e del ventricolo sinistro, dell'atrio sinistro e del bulbo aortico; gli spessori del setto interventricolare e della parete posteriore sinistra e il loro movimento; l'escursione totale e la morfologia delle valvole.

Successivamente si posiziona il volume campione sulla zona da esaminare.

A tale proposito si deve sottolineare come, per ottenere una risposta ottimale, il fascio deve incidere il vettore del flusso sanguigno cardiaco secondo un angolo tra i  $45^\circ$  ed i  $60^\circ$ . Appena l'angolo si incrementa verso i  $90^\circ$ , si registra una riduzione della risposta doppler.

Il passaggio all'analisi spettrale doppler permette la rappresentazione grafica sullo schermo delle massime frequenze di risposta, a ognuna delle quali corrisponderà una velocità nell'ambito del volume campionato.

La direzione del flusso viene espressa con deflessioni positive, al di sopra della linea zero, per un flusso che si avvicina al trasduttore e con deflessioni negative per un flusso che si allontana.

Un flusso laminare evocherà tutte le frequenze della stessa grandezza nello stesso momento di campionatura ed il tracciato risulterà rappresentato da una banda concentrata di puntini le cui variazioni nel tempo dipenderanno soltanto dal mutare della velocità del flusso. Viceversa un flusso turbolento evocherà una dispersione di frequenza pari all'intensità delle turbolenze stesse e sarà rappresentato da una banda dispersa.

Affinché il segnale risulti pulito ed attendibile, è importante posizionare in maniera ottimale il volume campione all'interno del cuore. Per ottimizzare il segnale è necessario selezionare accuratamente:

- il range della scala dei grigi (in db), mai al di sotto dei 30 db;
- la frequenza del segnale, intorno ai 100 Hz;
- l'ampiezza del segnale secondo l'FFT, attraverso il "gain control"; se quest'ultimo è regolato troppo alto, viene saturato il circuito FFT, risultando una immagine "crosstalk" sul tracciato spettrale, in pratica con una immagine speculare al di sopra e al di sotto della linea di base.

Infine, il passaggio all'analisi in P (f) permette un'immediata rappresentazione visiva della frequenza media di risposta in un certo istante e dell'ampiezza relativa alle frequenze rappresentate.

Normalmente questo segnale viene sincronizzato con l'ECG, in modo da avere la media delle frequenze sempre nello stesso istante. Purtroppo nel nostro caso ciò non è possibile, ed i limiti che ne derivano sono notevoli.

La tecnica da noi adottata è quella di valutare prima sul tracciato spettrale Doppler la frequenza massima raggiunta per poi registrarla freezing al momento opportuno l'immagine in P (f).

Con la metodica descritta abbiamo tentato di registrare una mappa dei flussi intracardiaci.

Nella fig. 1 sono rappresentati i tracciati relativi alla valvola tricuspide (TV) e mitraie (MV) prelevati in un feto alla 24<sup>a</sup> settimana di gestazione.

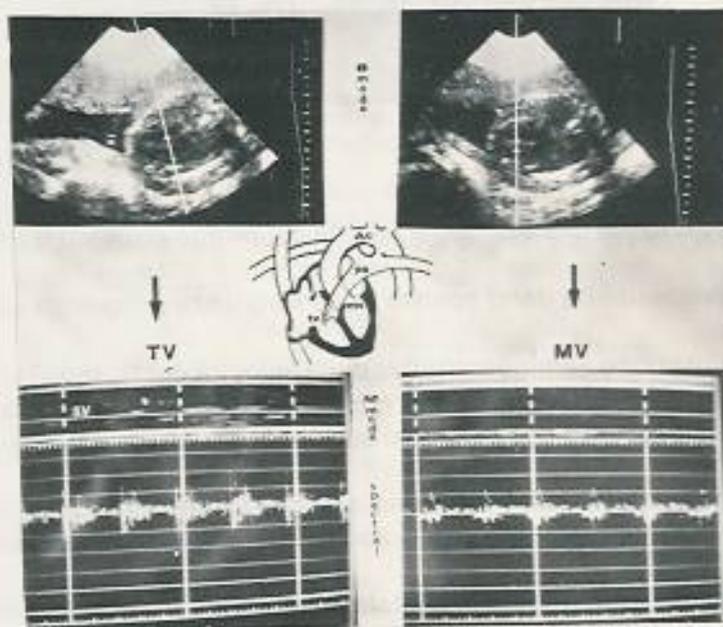


Fig. 1

Nella fig. 2 sono rappresentati i tracciati prelevati in un feto alla 26<sup>a</sup> settimana di gestazione a livello del forame ovale e dell'aorta.

I vantaggi di tale metodica rispetto alla rappresentazione istografica del tracciato Doppler sono:

a) la possibilità di studiare qualitativamente le caratteristiche del flus-

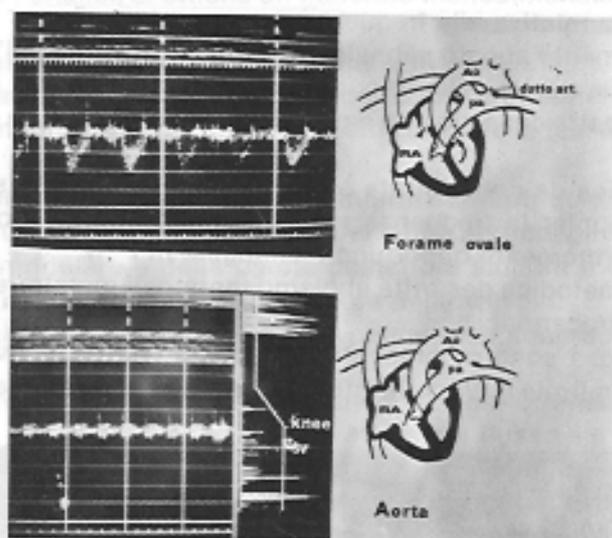


Fig. 2

so, ottenendo una maggiore fedeltà del profilo della velocità di flusso;

- b) la riproducibilità dello spettro delle frequenze doppler in esami seriati;
- c) la valutazione semiquantitativa della velocità del flusso attraverso il rilievo del doppler shift e dell'angolo di incidenza del vettore flusso.

I limiti di questo tipo di analisi sono ancora particolarmente rilevanti:

- a) difficoltà nella scelta del punto di esplorazione del flusso, essendo sia il volume campione che la zona da esplorare di ridotte dimensioni;
- b) difficoltà nel mantenere invariata la posizione del marker all'interno della struttura da esaminare;
- c) eventuali artefatti tecnici.

Ciononostante riteniamo che una tale metodologia di studio permette di incrementare notevolmente le notizie ottenibili con le comuni e correnti metodiche ecografiche in time motion, aprendo nuovi ed affascinanti orizzonti sullo studio della fisiopatologia e dell'emodinamica cardiaca fetale.

## Bibliografia

- 1) DE LUCA I., IANNIRUBERTO A., COLONNA L. — Aspetti ecografici del cuore fetale. *G. Ital. Cardiol.* 8, 776-780, 1978.
- 2) IANNIRUBERTO A., DE LUCA I., TAJANI E. — Visualizzazione ecografica delle strutture cardiache e vascolari nel feto umano vivente. *Ultrasuonodiagnostica* 2, 43, 1981.
- 3) WLADIMIROFF J.W. — The present state of in the study of human fetal cardiovascular performance. In: Kurjak A. *Progress in medical ultrasound*, Excerpta Medica, Amsterdam, 1981.
- 4) IANNIRUBERTO A. — Current status in fetal echocardiography. In: Kurjak A. *Recent advances in ultrasound diagnosis* Excerpta Medica, Amsterdam 1979.
- 5) WLADIMIROFF J.W., JOSTERS R.P.L., VRIJ L., WONDERGEM J.H.M. — New concepts in human fetal and neonatal cardiac geometry and function. In: Kurjak A. *Recent advances in ultrasound diagnosis*. Excerpta Medica, Amsterdam, 1980.
- 6) WLADIMIROFF J.W. — Fetal cardiovascular dynamics. In: Kurjak A. *Progress in medical ultrasound* Excerpta Medica, Amsterdam, 1980.
- 7) KLEINMAN C.S., HOBBS J.C., JAFFE C.C., LYNCH D.C., TALNER N.S. — Echocardiographic studies of the human fetus: prenatal diagnosis of congenital heart disease and cardiac dysrhythmias. *Pediatrics* 65, 6, 1980.
- 8) SAHN D.J., LANGE L.W., ALLEN H.D., GOLDBERG S.J., ANDERSON C., GILES H., HEBER K. — Qualitative real-time cross sectional echocardiography in the developing human fetus and newborn. *Circulation* 62, 588, 1980.
- 9) CATIZONE F.A., IANNIRUBERTO A., ZULLI P. — *Atlante di Ecografia ostetrico Ginecologica*, C.I.C. Gruppo Editoriale Medico, Roma, 1980.
- 10) SCHULZ ROCZEM R. — Fetal Echocardiography: present and future applications. *J. Clin. Ultrasound* 9, 223, 1981.
- 11) RISCOE C., WILLE S.O. — Blood velocity in human arteries measured by a bidirectional ultrasonic doppler flowmeter. *Acta Physiol. Scand.* 103, 370, 1978.
- 12) BAKER D.W., JOHNSON S.L. — Doppler echocardiography. In: Gramiak R. *Cardiac Ultrasound*, St. Louis C.V. Mosby C.O., 1975.