

F. DESTRO • S. PAPADIA • A. ZACUTTI

Aggiornamenti di MEDICINA FETALE

a cura di
D. Dodero

Fisiopatologia fetale

Semeiotica cardiocografica ed
ultrasonica del feto

Aspetti clinici fetali:

- a) fattori di rischio
- b) monitoraggio
- c) partogramma

Farmacologia fetale e dell'utero gravido

Tecniche strumentali e terapie fetali in utero

Aspetti clinici neonatali

Monduzzi
Editore

G.B. GALIOTO
C. GIORGI
G. BROICH

Università di Pavia
Clinica Otorinolaringoiatrica - Direttore Prof. G.B. Galioto
Clinica Ostetrica e Ginecologica - Direttore: Prof. V. Danesino
Clinica Otorinolaringoiatrica - Direttore: Prof. G.B. Galioto

RISPOSTE FETALI A STIMOLAZIONI SONORE

SOMMARIO

Nel presente lavoro ci siamo avvalsi delle moderne tecniche di Averaging con amplificazione ed elaborazione del potenziale elettrico nervoso e della determinazione ecografica della posizione fetale per indagare la risposta alla stimolazione sonora di feti tra la 30a e la 40a settimana di gravidanza. In una serie di 9600 stimolazioni abbiamo potuto constatare una risposta costante dell'ampiezza di ca. 500 nV a 304/366 msec di latenza. Si considera utile la presente tecnica come parte di una registrazione poligrafica in aggiunta ai riflessi otocardiaci e otomuscolari per una valutazione della condizione fetale.

INTRODUZIONE

La ricerca sulla capacità uditiva fetale e sulla funzionalità sia periferica che centrale del complesso nervoso uditivo sta godendo di sempre maggiore interesse negli ultimi anni. Già da tempo era stata accertata una risposta fetale agli stimoli acustici consistente sia in un aumento del battito cardiaco (BCF) sia in un aumento dei movimenti attivi fetali (MAF), registrati con il cardiocotografo. Si misurava così una risposta riflessa otocardiaca ed otomuscolare coinvolgente diverse e complesse strutture nervose. Questa risposta ha dimostrato la propria sicura presenza dopo la 28° settimana di gestazione. Se nel suo complesso la presenza o assenza di tali riflessi potè essere di notevole importanza per la valutazione delle condizioni del SNC fetale e delle variazioni che queste condizioni subiscono sul tempo, non era però altrettanto possibile scindere una risposta ridotta riflessa nelle sue varie componenti deficitarie. Come ogni riflesso, anche questo

può essere assente o ridotto per insufficienza della branca efferente (patologia muscolare), dei centri nervosi (sofferenza centrale) o della branca afferente (sordità). L'applicazione clinica di queste ricerche rimase così confinato più ad un interesse per lo stato generale del SNC fetale, espresso nella funzionalità di questo complesso riflesso centrale, che non alla esplorazione funzionale della afferenza uditiva fetale. Le metodiche cardiocografiche non permettono nessuna discriminazione tra il feto ipoacusico e quello con sofferenza fetale al primo esame, potendo estrarre questa informazione solo dalle variazioni relative alla entità dei cambiamenti di BCF e MAF a ripetute stimolazioni. Si delinea così l'importanza per l'acquisizione di un parametro assoluto che potesse dare informazioni sulla funzionalità uditiva fetale e costituire così un parametro di riferimento anche per la valutazione dei tracciati cardiocografici. A questo scopo Sakabe usò per la prima volta nel 1969 un approccio nuovo: la registrazione diretta dei potenziali elettrici uditivi (ERA) del feto. La tecnica descritta da Sakabe incontra comunque notevoli difficoltà tra cui due problemi sono di immediata comprensione: l'estrema esiguità del segnale elettrico, declinando i campi elettromagnetici con la 2° potenza della distanza non possiamo aspettarci che campi piccolissimi; la mobilità del feto che non contrae alcun legame diretto con il rivelatore elettrico ed essendo sospeso in un liquido gode di ampia libertà di movimento. La presenza di risposte uditive nel feto umano fu descritta già da Peiper nel 1924 registrando i movimenti fetali attivi; le prime registrazioni di variazione del battito cardiaco fetale risalgono a Sontag nel 1936. La ricerca di queste risposte ha avuto un notevole sviluppo specialmente con la possibilità di registrazione grafica della risposta nelle ricerche di Johanson (1963), Dwornicka (1964), Grimwade e Coll. (1971), Sakabe e coll. (1973), Pachi e Coll. (1977, a e b), Montagnani e Coll. (1977), Galli et al. (1977 e 1981), Vecchietti et al. (1976, 1977, 1978). Con Barden e Coll. (1968) e Sakabe e Coll. (1969) si inizia ad indagare anche la risposta elettrica evocata dalle stimolazioni acustiche, avvalendosi delle tecniche ERA. Scibetta e Coll. (1971) procedettero a registrazione direttamente dal cranio fetale durante il travaglio di parto. Queste ricerche sono poi state riprese e sviluppate da Rosen e Coll. (1969), Galioto e Coll. in vari lavori (1977, 1979, 1977, 1977, 1976, 1977), Galli e Coll. (1978) e Precerutti e Coll. (1981). Le risposte così ottenute sono però soggette a diversi fattori di disturbo che ne limitano la significatività, per i quali è di particolare rilevanza l'instabilità della derivazione bipolare dovuta alla ampia possibilità di moto del feto. Sono inoltre importanti i fenomeni di abitudine allo stimolo e i fattori che riducono l'efficacia dello stimolo per attuazione tramite la parete addominale, specialmente per stimoli superiori a 2 KHz (Walker); per il rumore mascherante presente in utero

ro, centrato sulle frequenze basse e per una possibile evocazione di sensazioni tattili a frequenze inferiori a 1500Hz. Infine e di notevole importanza l'influenza del ciclo veglia-sonno del feto. Abbiamo così usato uno stimolo tipo Burst a 2000Hz per minimizzare sia l'influenza mascherante del rumore intrauterino che la possibilità della evocazione di risposte tattili, sia una eccessiva attenuazione a cui vanno soggette le frequenze elevate. La ricerca di eseguire l'esame in condizioni ambientali rigorosamente costanti, alla stessa ora del giorno e dopo prolungato riposo della madre ci ha permesso inoltre di minimizzare al massimo i cambiamenti dello stato di veglia dei feti esaminati. Per quanto riguarda la instabilità del feto alla registrazione bipolare è di primaria importanza un monitoraggio ripetuto durante l'esame della posizione fetale tramite tecnica ecografica. L'estrema debolezza dei segnali registrabili pone comunque la necessità di un monitoraggio il più completo possibile comprendente più vie di rilevazione dei dati come già fatto notare da Galioto (1979), che per ridurre le influenze di disturbo ritiene "necessario unire alla registrazione del tracciato F.E.R.A. quella dei seguenti tracciati: pletismografia digitale materna, la ecografia uterina, la sonometria, la elettrocardiografia materna e fetale, la tocografia e la elettroencefalografia." Comunque quando la reazione positiva ha tutto il suo valore, allo stato attuale delle cose ad una reazione negativa non può essere ascritto ancora un preciso valore patologico. Noi abbiamo pensato utile riprendere questa indagine stimolati dai notevoli progressi fatti negli ultimi anni dagli analizzatori del segnale elettrico, basati sulla maggiore fedeltà di amplificazione, sulla tecnica dell'averaging e sulla possibilità di monitorare la posizione fetale tramite un ecocardiografo fetale portatile, prima e dopo la registrazione dei Potenziali Evocati Fetali.

MATERIALI E METODI

Fu da noi esaminate un campione di donne nel III° trimestre di gravidanza che mostravano anamnesi otologica, ostetrica e neurologica negativa, informate del carattere sperimentale della ricerca. A tutte le pazienti fu chiesta ecografia precedente all'esame, escludendo tutte le presentazioni fetali non cefaliche. Le donne furono tutte esaminate tra le ore 5 e 6 pomeridiane per ridurre eventuali variazioni ascrivibili a ritmi fetali circadiani. Esse furono sdraiate in camera silente faradizzata e sottoposte a determinazione della posizione fetale tramite ricerca del BCF con l'ausilio di un ecocardiografo portatile. In base alla posizione del feto vennero poi applicati elettrodi piatti argentati con polo negativo in corrispondenza del vertice fetale, in sede sovrapubica materna, elettrodo positivo in corrispondenza della mastoide fetale ed elettrodo di terra sulla coscia ma

terna opposta al lato dell'elettrodo positivo. Venne poi posto uno stimolatore acustico (cuffia) sul ventre materno. Le donne furono tenute a riposo in luce soffusa per ca. 10 minuti. Come attrezzatura ERA ci siamo avvalsi di un Amplaid MK5 con Silent 700. Alla fine si rilevò nuovamente la posizione fetale tenendo in considerazione solo i casi ove questa non fosse cambiata. Abbiamo così registrato complessivamente 80 tracce ERA, per complessive 9600 stimolazioni. È utile ribadire alcuni concetti riguardanti la parametratura dello esame. Lo stimolo è stato dato a 125dB SPL, massima capacità in uscita dello stimolatore a nostra disposizione, tenendo conto dell'attenuazione che lo stimolo avrebbe necessariamente subito lungo il tragitto attraverso gli strati cutanei materni, la parete uterina ed il liquido amniotico fino all'orecchio fetale. Abbiamo usato come stimolatore acustico una cuffia e non un vibratore per via ossea sia perché la differenza di trasmissione a 2000Hz è minima, sia per limitare fenomeni di reazione alla vibrazione da parte dei muscoli addominali materni. Per questo abbiamo anche usato uno stimolo di 2000Hz in accordo con quanto raccomandato da Johanson e Wedenberg. Si è dovuto trovare una ottimizzazione tra l'esigenza di dilazionare gli stimoli il più possibile ed inviarne un grande numero e la compliance della paziente, scegliendo così i valori di 1 stimolo ogni 2 secondi per 120 stimoli. La finestra di acquisizione era di 1000msec con un delay di 200msec. I tracciati ottenuti risultavano dopo una singola serie ancora abbastanza disturbati dal rumore di fondo di ampiezza di $1\mu V$ e solo nella metà dei casi ca. era già evidente una flessione positiva a 300-310msec. Ci siamo avvalsi per l'ulteriore elaborazione di un programma Template adatto ad essere eseguito dall'MK5.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Abbiamo così eseguito una prima valutazione su 20 tracce delle prime 40 , con il risultato

in cui si notano due flessioni positivo-negativo a 308-356msec e 548-612msec rispettivamente. Eseguendo poi il Template su tutte le tracce in ordine casuale, si generano gruppi di 20 tracce il cui Template ad un totale di 20/40/60 e 80 tracce è mostrato nella fig. 2. La notevole sostanza del treno d'onda a 300-350msec è evidente confrontando le tracce A e D della fig. 2. La traccia A è visualizzata in fig. 3. Una Traccia singola è riportata nella figura 4;

Misurando le latenze su una traccia intermedia, la D (fig. 2) si rilevano i valori 304/366msec per il primo treno d'onda e 558/614 per il secondo. Questi valori sono del tutto sovrapponibili ai valori ottenuti con un Template di 20 tracce scelte appositamente. Essi si mostrano stabili alla ripetizione dell'esame. Le obiezioni alla possi-

bilità di registrare in modo non cruento i potenziali nervosi evocati da stimoli acustici nel feto sono tante. Non vuole certo questa tecnica sostituire il monitoraggio della sofferenza fetale tramite BCF e MAF registrati dopo stimolo acustico. Nel riaffermare l'indubbia utilità di queste ultime tecniche vogliamo comunque sottolineare alcuni problemi, rappresentati dalla impossibilità di discriminare un difetto acustico da una sofferenza centrale alla prima registrazione per la complessità del rapporto stimolo/risposta che coinvolge un così grande numero di centri e strutture nervose. La possibilità di estrarre un segnale elettrico di origine dal sistema uditive permette una valutazione della funzionalità del recettore uditivo del feto e riduce di molto l'imprecisione della risposta multicentrica e pluriintegrata (indagata con i riflessi BCF e MAF). Sta di fatto che con questa ricerca siamo in grado di affermare la presenza di un dipolo elettrico che è registrabile esternamente e che si crea dopo stimolazione acustica del feto. Questa risposta elettrica appare costante in tutte le registrazioni ed acquista pertanto una notevole indicatività come risposta fetale. Siamo meno sicuri sulla significatività del secondo treno d'onde, la cui ampiezza minima lo rende di dubbia valutazione, anche se si mostra costante. Corrispondendo la latenza a quella di una risposta corticale diffusa e considerando anche il tempo impiegato dal suono per raggiungere il feto, avanziamo l'ipotesi che queste deflessioni possano essere di natura corticale fetale. La ripetibilità dell'esame con costanza dei risultati e la presenza invariabile della prima deflessione descritta, ci inducono a considerare questa come valida risposta evocata fetale e pertanto nel complesso la tecnica ci sembra anche di utile associazione in un concetto poligrafico alla registrazione del BCF e dei MAF per una completa valutazione di un eventuale stato di sofferenza fetale tramite la funzionalità dei riflessi acustici, scomponibili nelle proprie parti. Migliori programmi di elaborazione matematica del segnale potranno in futuro abbassare ulteriormente la signal/noise ratio come avvenne con la registrazione ERA negli anni dal dopoguerra ad oggi. Senz'altro ci troviamo appena agli inizi di una promettente tecnica aggiuntiva di valutazione della trasmissione nervosa centrale dello stimolo nel feto.

BIBLIOGRAFIA

- AKGAMA Y., SCHULTE F.J., SCHULTZ M.A., PARMELLA A., Acoustically evoked responses in premature and fullterm newborn infants; *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 26, 371, 1969.
- ARSLAN E., GALLI P.A.; Limiti tecnici della registrazione delle risposte acustiche fetali, su stimolazione acustica fetale, Modena, 1979, CRS Amplifon Edit., Milano.
- BARDEN T.P., PELTZMAN P., GRAHAM J.T.; Human fetal electroencephalographic response to intrauterine acoustic signals; *Amer. J. Obst. Gynecol.* 100, II28; 1968.
- CERUTTI G., Sul rapporto stimolo-risposte in audiometria fetale; *Attual. Ost. Gin.* 23, 249, 1977.
- DI LIETO A., TINELLI F. G., Recettività del feto in utero dopo stimolo acustico; *Arch. Ost. Gin.* 79, 207, 1974.
- DWORNICKA B., JASIENSKA A., SRUCARZ W., WALDRYK R., Attempt of determining the fetal reaction to acoustic stimulation; *Acta Otolaryngol. Scand.* 57, 571, 1963.
- FLEISCHER K., Untersuchungen zur Entwicklung der Innenohrfunktion (intrauterine Kindesbewegungen nach Schallreizen); *Z. Laring. Rhinol.* 34, 733, 1955.
- GACCI G., CANNIZZO G., Studio della risposta acustica del feto da stimolo sonoro; *Attual. Ost. Gin.* 23, 286, 1977.
- GALIOTO G.B., Possibilità e limiti della encefaloaudiometria fetale, *Attual. Ost. Gin.* 23, 238, 1977.
- GALIOTO G.B., Le reazioni del feto allo stimolo sonoro da stimolazione acustica fetale, Modena 1979, CRS Amplifon edit. Milano.
- GALIOTO G.B., TANZARIELLO A., Audiometria intrauterina, I° Congresso ORL pediatrico Sirmione (Abstract) 1977.
- GALIOTO G.B., CATALANO M., TANZARIELLO A., La risposta fetale agli stimoli acustici in rapporto ai bioritmi; XV congresso Naz. Audiol. e Fon., Dic. 1977 (Abstract).
- GALIOTOG.B., TANZARIELLO A., Audiometria fetale elettroencefalografica, Atti 3° Conv. Soc. Logopedica Latina, Napoli 1976.
- GALIOTO G. B., RICCA M., MUSCIANISI F., L'audioreflessometria nei neonati a rischio; *Aggiornamento pediatrico* 28, 1977.
- GALLI P. A., DI RENZO G. G., MONTANARI G.D., Significato delle modificazioni cardiocografiche, elettroencefalografiche, elettroencefaloaudiometriche e dell'attività motoria fetale da stimolazione sonora; *Attual. Ost. Gin.* 23, 255, 1977.
- GALLI P.A., TESAN M., CUGCONI T., Stimolazione sonora fetale, *Attual. Ost. Gin.* 27, 133, 1981.
- GALLI P.A., TANZARIELLO A., LAMPERINI P., Fetal acoustic and vibratory stimulation, *Fetal Medicine*, Salvadori e Menaldi Edit. 1979.
- GRINWADE J.C., WALKER D.W., BARTLETT M., GORDON S., WOOD C., Human

fetal heart rate change and movement in response to sound and vibration; Am. J. Obst. Gynecol. 109, 86, 1971.

JOHANNSSON B., WEDEMBERG, WESTIN B., Measurement of tone response by the human foetus; a preliminary report; Acta Otolaryng. Scand. 57, 188, 1964.

MONTAGNANI A.L., CASTALDINI F., GIACOMINI A., Risposte fetali a stimolazioni acustiche, Medicina Fetale, Firenze 17-20 Nov. 1977.

OKAMOTO Y., KIRIAKAE Y., Electroencephalographic studies of brains of fetuses and premature children; J. Jap. Obst. Gynec. Soc. 3, 461, 1951.

PACHI' A., MONTI V., NOBILI-BENEDETTI F., CATASTA G.L., Risposte fetali a stimolazioni acustiche intrauterine, Medicina Fetale, 1977.

PACHI' A., MONTI V., NOBILI-BENEDETTI F., CATASTA G.L., Rapporto fra risposte audiometriche intrauterine e patologia materno-fetale; Atti SIOG, Catania 1977.

PEIPER A., Sinnesempfindungen des Kindes vor seiner Geburt, Mschr. Kinderheilk; 29, 236, 1924.

PRECERUTTI G., BROICH G., FRESA D., La maturazione uditiva nel periodo prenatale, I care, VI, N° 4, 1981.

READ J. A., MILLER F.C., Fetal heart rate acceleration in response to acoustic stimulation as a measure of fetal wellbeing; Am. J. Obst. Gynecol. 129, 512, 1977.

ROSEN M.G., SCIBETTA J.J., The human fetal electroencephalogram I: an electrode for continuous recording during labour. Am. J. Obst. Gynecol. 104, 1057, 1969.

ROSEN M.G., SCIBETTA J.J., Human fetal EEG.III: pattern changes in presence of fetal heart rate alteration and after use of maternal medications; Obst. Gynecol. 36; 132, 1970.

SAKABE N., ARAYAMA T., SUZUKI T., Human fetal evoked response to acoustic stimulation; Acta Otolaryng. (suppl.) 252, 29, 1969.

SAKABE N., OOKI T., ITAMI E., A recording technique of human fetal response to sound stimulation; Audiol. Jap. 16, 148-156, 1973.

SCIBETTA J.J., ROSEN M.G., HOCHBERG C.J., CHIK J., Human fetal brain response to sound during labour; Amer. J. Obst. Gynec. 109, 82, 1971.

TRANQUILLI A., BRUNO L., PASSARETTA A., VALENSISE H., ROMANINI C., Una nuova possibilità di stimolazione sonora fetale con impiego del recettometro; Atti 60° Congr. Naz. Soc. Ital. Ost. Ginec. Bari. 1980.

TRUDINGER B.G., BOYLAN P., Antepartum fetal, heart rate monitoring: value of sound stimulation, Obst. Gynecol. 55, 265, 1980.

VECCHIETTI G., BOUCHI' M., La stimolazione acustica fetale: indagini preliminari sul significato delle reazioni evocate; Attual. Ost. Gin. 22, 367, 1976.

VECCHIETTI G., BOUCHI' M., Reattività fetale alla stimolazione sonora; Attual. Ost. Gin. 23, 222, 1977.

VECCHIETTI G., BOUCHI' M., ZACCHI V., Audiometria fetale; Medicina fetale, 1978.

WALKER D., GRIMWADE J., WOOD C., Intrauterine noise: a component of the fetal environment; *Am. J. Obst. Gynec.* 109, 91, 1971.

ZACUTTI A., LO PRICU M., Reazione ed assuefazione alla stimolazione acustica del feto; *Quad. Cl. Ost. Ginecol.* 31, 363, 1976.

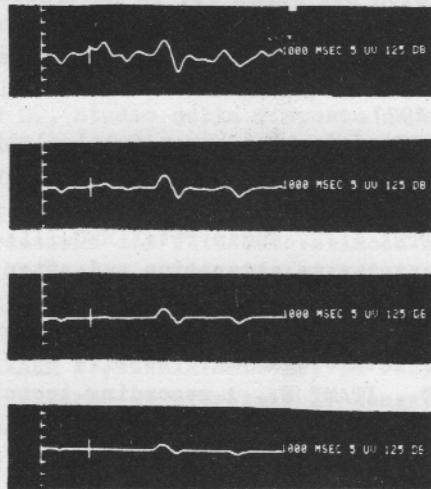


Fig. 1

FIG. 4

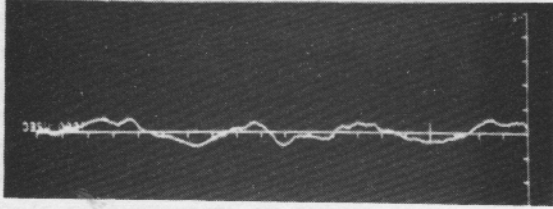


FIG. 3

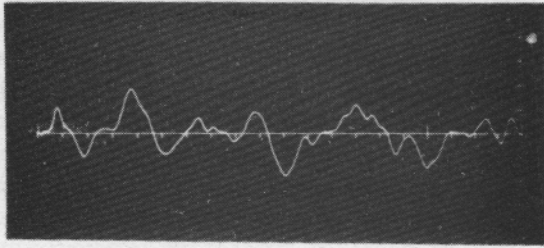


FIG. 2

