

Inhoud

1	Een korte geschiedenis van de foetale bewaking	9
2	De fysiologie van het foetale hartritme: overeenkomsten en verschillen met de volwassene	15
2.2	Controlemechanismen van het foetale hartritme	21
2.3	Maternale en uteriene invloeden op het foetale hartritme	25
2.4	Fysiologische betekenis van de karakteristieken van het foetale hartritme	28
2.4.1	Basisfrequentie	28
2.4.2	Variabiliteit	29
2.4.3	Acceleraties	30
2.4.4	Deceleraties	30
2.5	Pathofysiologie van foetale hartritmeveranderingen bij hypoxie	31
2.6	Pathofysiologie van foetale hartritmeveranderingen in bijzondere klinische situaties	33
2.7	Toegevoegde informatie van het electrocardiogram en ST-analyse (STAN)	36
2.8	Pathofysiologie van foetale weefselhypoxie	38
3	Pathofysiologie: definitie en apparatuur	41
3.1	Fysiologische achtergrond bij foetale monitoring en apparatuur	42
3.1.1	Fysiologie O ₂ -toevoer naar de foetus	42
3.1.1.1	Placentaire doorbloeding: foetale en maternale circulatie	42
3.1.1.2	Normale O ₂ - en gasuitwisseling tussen moeder en foetus/foetale weefsels	43
3.1.1.3	Compensatiemechanismen bij tekort aan O ₂ -toevoer	44

3.1.2	Klinische beelden geassocieerd met zuurstofgebrek	47
3.1.2.1	Asfyxie	47
3.1.2.2	Hyposisch-ischemische encefalopathie	49
3.1.2.3	Cerebral palsy	50
3.1.3	Evaluatie van de pasgeborene: navelstreng- bloedgassonderzoek	51
3.2	Technische aspecten van intrapartum foetale monitoring	52
3.2.1	Het hartslagsignaal herkennen en verwerken	53
3.2.1.1	Met een microfoon	53
3.2.1.2	Met een dopplereffect	53
3.2.1.3	Met elektrocardiografie (ECG)	54
3.2.2	De hartfrequentie berekenen	54
3.2.3	Grafische voorstelling van het hartfrequentie- patroon	55
3.2.4	Analyse van het foetaal hartritme door gecom- puteriseerde technieken	56
3.2.4.1	Dawes-Redman-criteria	56
3.2.4.2	Automatische analyse van het foetaal hartritme patroon	58
4	Het antepartum cardiogram	59
4.1	Achtergrond bij het ECTG in de antenatale foetale bewaking	62
4.2	Begrippen bij de interpretatie van het ECTG	66
4.2.1	Basisritme	68
4.2.2	Variabiliteit	70
4.2.3	Acceleraties	74
4.2.4	Deceleraties	75
4.3	Classificatiesystemen	78
4.3.1	Reactief en niet-reactief CTG	78
4.3.2	Fédération Internationale des Gynécologues et des Obstétriciens (FIGO)	79
4.4	Indicaties voor antenatale bewaking	81
5	Het intrapartum cardiogram	85
5.1	Fysiologie	86
5.2	Risicofactoren voor peripartum asfyxie	88
5.3	Methode van peripartum bewaking	89

5.4	Evaluatie van het cardiotocogram	92
5.4.1	Patronen van uterusactiviteit	92
5.4.2	Peripartum analyse van het foetale hartrime	93
5.4.2.1	Classificatie van het peripartum CTG	94
5.4.2.2	De basishartfrequentie	96
5.4.2.3	De variabiliteit	103
5.4.2.4	Acceleraties	104
5.4.2.5	Deceleraties	105
5.4.3	Een tweeling per partum volgen	110
6	Aanvullende technieken tijdens de arbeid	113
6.1	Zuurtegraad ter hoogte van de schedel	115
6.1.1	Principe	116
6.1.2	Uitvoering	117
6.1.3	Interpretatie	119
6.1.4	Evaluatie	119
6.1.5	Contra-indicaties	121
6.2	Zuurstofsaturatiemeting	121
6.2.1	Principe	121
6.2.2	Uitvoering	123
6.2.3	Interpretatie	124
6.3	Foetale electrocardiografie	124
6.3.1	Principe	124
6.3.2	Uitvoering	126
6.3.3	Interpretatie	127
6.3.4	Opmerkingen	129
6.4	Schedelstimulatie	131
6.4.1	Principe	131
6.4.2	Uitvoering	131
6.4.3	Evaluatie	131
6.5	Technieken die nog in ontwikkeling zijn	133
6.5.1	Lactaatmeting	133
6.5.1.1	Principe	133
6.5.1.2	Uitvoering	134
6.5.1.3	Evaluatie	134
6.5.2	Transabdominaal ECG	135
6.5.3	Peripartum computeranalyse van het cardiotocogram	136

6.5.4	Perpartum doppler/echo-onderzoek	136
6.5.5	PO ₂ -meting	136
6.5.6	Continue pH-meting	137
6.5.7	Near infrared spectroscopy (NIS)	137
6.5.8	Actogram	137
7	Medicolegale aspecten	139
7.1	Van geboortetrauma tot hypoxisch-ischemische encefalopathie: geen eenduidig pad	140
7.2	Asfyxie	141
7.3	Definities en criteria	142
7.4	Cardiotocografie: verwachtingspatroon en realiteit	145
7.5	En nu voor de rechter: het medische en het juridische denkraam	148
7.6	Het criterium van de zorgvuldige practicus	149
7.6.1	De verslaggeving en het CTG-tracé	150
7.6.2	De expert	157
7.7	Onderlinge verantwoordelijkheden	158
7.8	Beter voorkomen dan genezen	160
7.9	Medicolegale aspecten van de nomenclatuur om geen terugvordering of boete van het RIZIV te krijgen	163
	Literatuur	165
	Index	173

1



**Een korte
geschiedenis
van de foetale
bewaking**

Foetale bewaking is in hoofdzaak een ontwikkeling van de 20ste eeuw. Op het einde van de 19de eeuw begonnen de eersten te experimenteren met intermitterende auscultatie van de foetale hartslag. De Franse arts Le Gaust beschreef voor de eerste keer in de 17de eeuw de foetale hartslag zoals hij die had gehoord bij directe auscultatie. Maar een zekere Marsac zou een dergelijke vaststelling al in 1650 gedaan hebben. Pas 150 jaar later (in 1818) zou de Zwitser Mayor dit fenomeen opnieuw beschrijven, hoewel hij oorspronkelijk gehoopt had foetale bewegingen te horen. Pas in 1819 werd de stethoscoop door Laennec beschreven. Tot dan had men het oor rechtstreeks op de patiënt gebracht. Eigenlijk gebruikte Laennec enkel een cilindrisch opgerold stukje papier. Destijds was de theorie populair dat de foetus die in het vruchtwater bewoog, klotsende geluiden zou maken. Door die geluiden te willen beluisteren ontdekte men de foetale hartslag opnieuw. Uiteindelijk zou Laennec zelf de waarneming, beschreven door zijn leerling Lejumeau de Kergaradec in 1821, in de tweede editie van zijn boek over auscultatie opnemen. In 1830 volgde in *The Lancet* een eerste publicatie waarbij de diagnose tweelingzwangerschap dankzij de stethoscoop van Laennec was gemaakt.

Zoals bij de introductie van elke nieuwe techniek was er in het begin nogal wat weerstand tegen het beluisteren van het foetale hart. De gevestigde hoogleraren geneeskunde en verloskunde beschouwden de techniek als weinig respectvol tegenover de vrouw en er werd zelfs beweerd dat mensen met normale oren het foetale hart niet echt konden horen.

Al in 1833 beschreef Kennedy in zijn boek *Observations on obstetric auscultation* dat wanneer de foetale hartslag slechts langzaam terugkeerde na een contractie, dat gepaard ging met een slechte uitkomst voor de baby, en in 1849 stelde Kilian voor dat wanneer dergelijke auditieve tekenen zich voordeden, dat een indicatie voor een forcepsbevalling was ('the stethoscopic indication for forceps delivery'). Simpson merkte op dat niet enkel vertraging van de hartslag maar ook soms versnelling en onregelmaat alarmtekenen konden zijn. De discussie over wanneer de foetus in de problemen kwam, beheerste een groot deel van de tweede helft van de 19de eeuw. Al in 1893 beschreef von Winckel dat er een probleem was wanneer de foetale hartslag boven 160 of onder 100 slagen per minuut ging. In 1908 werd de term 'fetal

distress' ingevoerd door Hastings Tweedie en zijn assistent Wrench in het *Rotunda practical midwifery book*.

De vandaag nog bekende houten stethoscoop werd genoemd naar Pinard (1844-1934). Ook vaginale stethoscopen werden destijds ontwikkeld. Rond 1880 werd de zogenaamde fonocardiografie uitgevonden en Pestalozzo was de eerste die ermee in 1891 een foetale hartslag registreerde. Ongeveer twaalf jaar later publiceerde Einthoven een werk over de electrocardiografie met een galvanometer bij volwassenen. In 1906 slaagde Cremer erin een foetale electrocardiogram af te leiden door één elektrode op de maternale fundus en de andere in de vagina aan te brengen. In 1953 bracht Smyth voor de eerste keer een elektrode rechtstreeks op de foetus aan, wat natuurlijk tot een veel betere kwaliteit van het signaal leidde in vergelijking met de transabdominaal aangebrachte vervormde signalen. In 1956 werden deze elektroden nog manueel tegen de foetus aangehouden en in 1960 werd de eerste elektrode met een clip beschreven, eigenlijk een gewijzigde chirurgische clip. Hon ontwikkelde in 1972 de nu nog gebruikelijke spiraalvormige schroefelektrode.

De grootste problemen van het foetale electrocardiogram bleven de achtergrondruis en de overheersing van het veel intensere maternale electrocardiogram bij de signaalweergave. Talrijke technieken om die signalen uit elkaar te halen werden ontwikkeld, vooral door de groep rond Hon.

Hess ontwikkelde in 1962 de radiotelemetrie, die de moeder toeliet om vrij rond te wandelen. Ook de fonocardiografie werd verder ontwikkeld. Vooral de ontwikkeling van filters die het signaal van de foetale hartslag moesten vrijmaken van achtergrondgeruis, vergde veel technische inspanningen. In 1966 was het vooral de groep rond Hammacher die voor het fonocardiogram een frequentie tussen 60 en 120 Hertz invoerde, en hun werk werd vervolgens door de firma Hewlett Packard gecommmercialiseerd. Diezelfde Hammacher beschreef tussen 1962 en 1966 de associatie tussen bepaalde patronen en foetale nood, zoals late deceleraties, basistachycardie en verlies van variabiliteit. Het dopplereffect als methode om de foetale hartslag te volgen werd verder ontwikkeld door Bisschop vanaf 1966 met het toestel 'doptone', dat ook vandaag nog gebruikt wordt. Pas later werden

deze ultrageluidsregistraties gekoppeld aan een automatische registratie om ook een foetaal cardiogram te krijgen.

Tussen 1958 en 1961 voerden Hon en Caldeyro-Barcia de nog steeds gebruikelijke continue registratievorm in, waarbij de foetale hartslag tegenover de tijd op een papierstreep wordt uitgezet met daaronder op hetzelfde papier een drukregistratie uitgaande van een tocodynamometer of een intra-uteriene katheter. Het waren Hon en Caldeyro-Barcia die de nog steeds gebruikelijke nomenclatuur van deceleraties en CTG-patronen hebben ingevoerd. Wanneer een inwendige elektrode werd gebruikt, werd het interval tussen twee R-toppen gebruikt en daarmee kon de hartfrequentie worden berekend. In 1968 publiceerde Hon zijn indeling in vroege, late en variabele deceleraties. De vroege deceleraties waren identiek aan de type I-deceleraties die Caldeyro-Barcia had beschreven, en de late deceleraties waren identiek aan de type II-deceleraties. Omdat de nomenclatuur zo verwarrend werd, kwamen de onderzoekers in 1971 in New Jersey en in 1972 in Amsterdam samen om een standaardisatie overeen te komen, maar ook nu nog bestaan er verschillen in de gebruikte schaal op papier en de loopsnelheid.

Hammacher toonde een relatie aan tussen een verminderde variabiliteit en chronische hypoxie en ontleedde de '*beat-to-beat*' onregelmatigheid. Van hem komen de termen '*saltatoire*' en '*silentieux*' in combinatie met foetale nood. In 1972 beschreef Manseau het sinusoidale patroon in associatie met resussensitisatie en foetale anemie. De introductie van het cardiogram zonder verdere validatie leidde tot een schijnbaar groter aantal onnodige keizersneden op basis van het foetale hartpatroon. In 1968 publiceerden Benson et al. de resultaten bij 24 863 bevallingen die erop wezen dat de foetale hartslag geen betrouwbare indicator van foetale nood was. Toch werd het cardiogram (CTG) wereldwijd ingevoerd zonder duidelijke gegevens over de efficiëntie en de veiligheid.

James beschreef in 1958 voor de eerste keer een relatie tussen de navelstreng-pH en de neonatale toestand. Het leek logisch om dan de zuur-basenparameters van de foetale scalp te gaan bepalen. Dat realiseerde Saling in 1961. Hij introduceerde de techniek om foetaal scalpbloed tijdens de arbeid te verkrijgen.

Ondertussen werden ook de registratietechnieken voor het foetale elektrocardiogram verder ontwikkeld. Zo beschreven Tarnover en Lattin in 1942 een antenataal gediagnosticeerde atrioventriculaire tachycardie en in 1957 suggereerde Souther dat bij foetale nood een stijging van de amplitude van de P-top, een verlenging van het ST-segment en een depressie van het ST-segment bestonden. Vanaf de jaren tachtig van de vorige eeuw ontwikkelden vele groepen methoden om een intern afgeleid foetaal elektrocardiogram verder te analyseren. Het was vooral de groep rond de Zweed Rosen die een technologie ontwikkelde waarmee een goed gefilterd foetaal elektrocardiogram kon worden bekeken en geanalyseerd.



**Test je kennis met interactieve vragen online.
Je vindt je toegangscode vooraan in dit boek.**