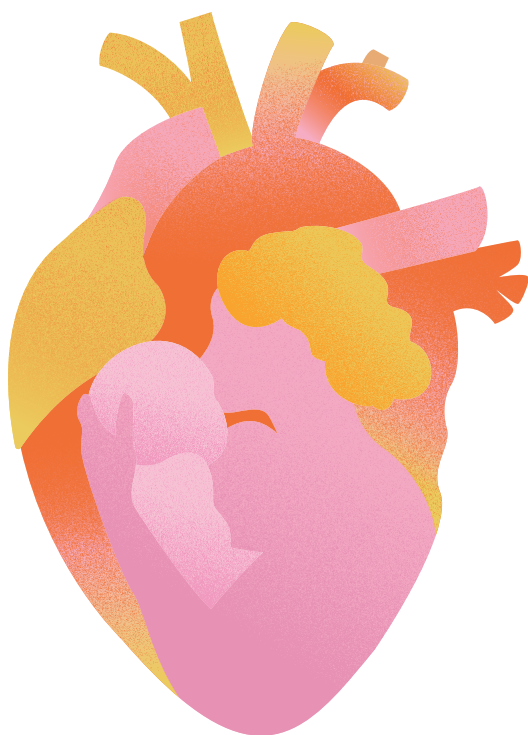


Basisboek cardiocografie

DE FYSIOLOGISCHE BENADERING

Yves Jacquemyn, Marlies Eggermont,
Jute Richter, Kristien Roelens, Ria Breugelmans
Nelson Rabbachin, Dominique Mannaerts
en Joke Muys



INLEIDING

In dit nieuwe handboek cardiotocografie wordt dezelfde structuur gevolgd als in de opleiding fysiologische cardiotocografie. Dit betekent dat er eerst een (vrij diepgaarend) inzicht wordt verschaft van de onderliggende fysiologische processen die de menselijke foetus van zuurstof en voeding voorzien, en van wat er gebeurt wanneer die voorziening in het gedrang komt. Wie deze basiskennis op zak heeft, kan moeiteloos de volgende hoofdstukken begrijpen als een toepassing van de verworven kennis.

Eerst worden de drie vormen van foetale hypoxie beschreven: (sub)acuut, 'gradually evolving' en chronisch. Er is echter meer dat de foetus bedreigt dan zuurstoftekort. Daarom worden met name ook chorioamnionitis en meconiaal vruchtwater besproken. Tegelijkertijd wordt aandacht besteed aan het foetale harttracé in de preterm periode.

Andere en aanvullende methoden van foetale bewaking zoals foetale elektrocardiografie en de beoordeling van de navelstreng-pH sluiten het klinische deel van het boek af.

Gezien de regelmatige juridische klachten over verloskundige zaken mocht een hoofdstuk over medicolegale aspecten en dus over hoe niet enkel medisch maar ook juridisch correct te handelen niet ontbreken.

Voor wie foetale bewaking wil leren kennen, is het aan te bevelen de hoofdstukken in volgorde door te nemen: er is een logische opbouw. De meer ervaren verloskundige die zich wil verdiepen in, of wil herhalen over, één bepaald deel kan natuurlijk direct gericht naar het betreffende hoofdstuk grijpen.

Yves Jacquemyn



VAN FYSIOLOGIE NAAR CARDIOTOCOGRAFIE

Yves Jacquemyn

De 'gezond verstand'-principes van fysiologische CTG-interpretatie:

1. Interpreteer cardiotocografieresultaten altijd in de klinische context: houd rekening met hoe de moeder en de foetus zijn, hun medische geschiedenis en andere relevante omstandigheden (zoals hoe lang de arbeid al duurt).
2. Beantwoord van in het begin de vraag: 'Is this fetus fit for labor?'¹
3. Maak het onderscheid tussen gezonde foetale reacties op hypoxische stress en decompensatie.
4. Niet alles is hypoxie, denk ook aan (onder meer) chorioamnionitis en foetale anemie.
5. Richtlijnen zijn geen plichtlijnen. Maak een geïndividualiseerde en weloverwogen beslissing en noteer de redenering.
6. Cardiotocografie is een van vele hulpmiddelen. Houd altijd rekening met de lokale context: de zwangere, en de beschikbare mensen en middelen.
7. Als je het niet zeker weet, vraag het aan een ander. Bij elke twijfel: overleg met een collega.

Dit hoofdstuk biedt een grondige en diepgaande beschrijving van de regeling van de foetale zuurstofvoorziening. Wie zich minder geroepen voelt om deze achtergrond helemaal door te nemen, kan meteen de 'keypoint' op het einde bekijken en eerst de hoofdstukken 2 tot en met 4 lezen om eventueel naar hier terug te keren voor meer achtergrond.

Geboorteaasfyxie en intrapartumsterfte zijn drama's die we allen wensen te vermijden. Ondanks de verbeteringen in de neonatale zorg (denk aan koeling), houden kinderen met geboorteaasfyxie nog te vaak een ernstig hersenletsel over: hypoxisch ischemische encefalopathie (HIE), wat zich klinisch uit als cerebrale palsy (CP, hersenverlamming). Het hele gebeuren rond foetale bewaking streeft ernaar intrapartumsterfte en HIE uit te roeien.

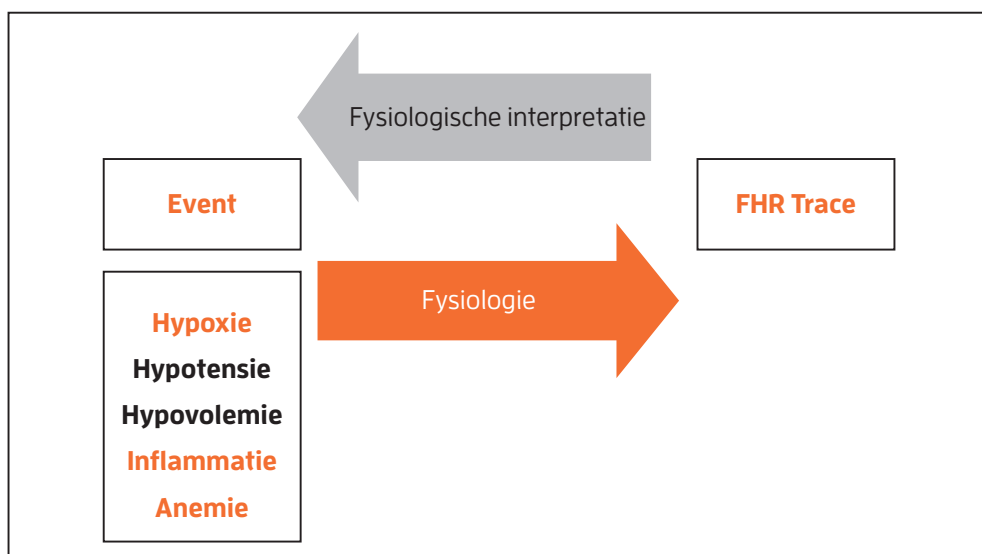
Om twee redenen is dit streven tot mislukken gedoemd.

De eerste reden is dat bij HIE de arteriële bloedgaswaarden van de navelstreng relatief zelden metabole acidose bevestigen en dat slechts in 10% van de gevallen van CP een hypoxisch event tijdens de arbeid kan worden aangetoond.² Dit heeft meerdere verklaringen. Het hypoxisch insult kan opgetreden zijn voordat de vrouw in arbeid ging of het insult kan door een andere oorzaak ontstaan zijn. Bij neonaten met bewezen hersenletsel blijkt in de meerderheid van de gevallen reeds een afwijkend cardiotocogram (CTG) aanwezig te zijn voordat de arbeid begonnen is. Hypoxische schade is dan aanwezig voordat de arbeid begint en het enige wat men kan doen is verdere uitbreiding maximaal voorkomen.³ Recent genetisch onderzoek, met name met Whole Exome Sequencing (WES), biedt nieuwe inzichten in het ontstaan van CP. Bij 25 tot 30% van de kinderen met CP worden genetische redenen gevonden die het klinische beeld kunnen verklaren.^{4,5} Vermoedelijk zal een Whole Genome Sequencing (WGS) nog meer 'single nucleotide polymorphisms', 'copy number variants' en mitochondriale mutaties vinden die pathogeen voor zijn voor CP en die bij de geboorte een beeld veroorzaken dat zeer vergelijkbaar is met een asfytische pasgeborene.

De tweede reden is dat in de dagelijkse verloskundige praktijk obstetrici en vroedvrouwen de foetale conditie trachten af te leiden van een registratie van enkel de foetale hartslagfrequentie en niet van een rechtstreekse meting van de cerebrale oxygenatie. Dat lijkt zowel bijzonder ambitieus als naïef. Ambitieus omdat van één enkele parameter het hele welzijn van een kind zou kunnen afgeleid worden – na de geboorte zou niemand het in het hoofd krijgen enkel de pols te nemen en met volle overtuiging daaruit te besluiten dat er geen hersenletsel aanwezig is. Naïef omdat

men hoopt in een en hetzelfde tracé de afdrukken te vinden van zuurstofvoorziening, hemoglobinegehalte, hartgeleiding, beweging, een intact brein en veel meer.

In dit hoofdstuk bewandelen we de weg omgekeerd: vanuit de fysiologische regeling van de hartslag en de gebeurtenissen die deze hartslag beïnvloeden, gaan we opbouwen naar wat de invloed op het foetale hartfrequentiepatroon (cardio) en de uteriene contracties (toco) is. In de verdere hoofdstukken keren we terug op onze schreden om het tracé 'in factoren te ontbinden' en de achterliggende fysiologie er weer uit te vissen, om een gericht en geïndividualiseerd beleid te kunnen opstellen.



Figuur 1.1. Van fysiologie naar CTG en terug

1.1 WAAROM EEN FYSIOLOGISCHE INTERPRETATIE?

Vanaf het moment dat in de eerste helft van de negentiende eeuw werd voorgesteld de foetale hartslag te ausculteren en daaruit iets af te leiden over de conditie van de baby, barstte een controverse uit.⁶

In 1833 publiceerde Evory Kennedy, een Engelse arts, richtlijnen voor diagnose en behandeling van foetale nood. Hij adviseerde auscultatie van de hartslag van de foetus als instrument voor monitoring tijdens de bevalling. In 1893 stelde Von Win-

kel criteria op voor foetale nood die nagenoeg onveranderd bleven tot heden (tachycardie = FHR⁷ >160, bradycardie = FHR <100, onregelmatige hartslag, passage van meconium en grove verandering van de beweging van de foetus).

In 1968 publiceerden Benson et al. resultaten van een overzicht van 24.863 patiënten waarbij intermittente auscultatie (IA) werd toegepast, wat in de jaren 1950 gebruikelijk was geworden.⁸ Foetussen werden tijdens de eerste fase van de bevalling elke 15 minuten gevolgd, en tijdens de tweede fase van de bevalling elke 5 minuten. Het besluit was dat IA “geen betrouwbare indicator van foetale nood” was, behalve in de extreme situatie van terminale bradycardie. Dit vernietigende rapport verscheen in een tijd waarin experts IA snel terzijde schoven ten gunste van de gehoopte belofte van de toen ontwikkelde elektronische foetale monitoring (EFM), de vroege vorm van CTG zoals we dat nu nog gebruiken.

Talrijke andere methoden werden sindsdien ontwikkeld als hulpmiddelen voor monitoring tijdens de bevalling, waaronder bloedafname van de foetus ter hoogte van de schedel voor pH- of melkzuurbepaling, hoofdhuid- of akoestische stimulatie, continue foetale pH-, PO₂-, SpO₂- en PCO₂-meting, ST-segmentanalyse (STAN), en nabij-infraroodspectroscopie.

Spijtig genoeg werd het cardiotocogram in de klinische praktijk opgenomen voordat het gebruikelijk werd eerst een uitgebreid (gerandomiseerd) onderzoek naar de effectiviteit en mogelijke nevenwerkingen te verrichten. IA was meer dan een eeuw lang op grote schaal gebruikt (en gecontesteerd) vóór de eerste gerandomiseerde klinische onderzoeken (RCT's) verschenen, en EFM werd ruim tien jaar gebruikt voordat de eerste RCT beschikbaar was. Uit die onderzoeken bleek dat CTG niet beter was dan IA. Ondertussen was iedereen vergeten dat Benson et al. hadden vastgesteld dat IA niet erg zinvol was. Wie het kritisch bekeek, bleef met lege handen achter. Mogelijk is het gevoel om toch iets te moeten doen (*furor agendi*) een van de redenen dat beide methoden tot op heden gebruikt worden.

Heel wat auteurs hebben getracht een standaardterminologie voor de visuele interpretatie in FHR te ontwikkelen, gebaseerd op vier kenmerken: basishartfrequentie, acceleraties, variabiliteit en deceleraties. Met name de interpretatie van deceleraties is problematisch gebleken. Op basis van het pionierswerk van Han en Caldeyro-Barcia uit de jaren 1950 werd een indeling in vroeg, laat en variabel ingevoegd. Intussen is deze indeling volledig achterhaald. Er is geen enkel experimenteel bewijs dat het vroeg of laat optreden van een deceleratie in vergelijking met een contractie enig verschil uitmaakt.

In het geval dat deze basisfysiologie fout blijkt, zal het niet verbazen dat de resultaten van foetale bewaking met CTG niet schitterend zijn.

Het recentste Cochrane-review over de waarde van CTG tijdens de arbeid dateert alweer van 2017, maar bevat geen enkele nieuwe studie die in de vorige versie van 2015 niet aanwezig was. Dit wordt in hoofdstuk 6 meer uitgebreid besproken. Een directe vergelijking tussen CTG en geen bewaking is niet bestudeerd. Eén studie vergeleek continu CTG met intermittent CTG, 12 andere studies deden de vergelijking met IA. De kwaliteit van de opgenomen onderzoeken wordt als laag beoordeeld. Het besluit is bijzonder vaag: CTG tijdens de bevalling gaat gepaard met minder neonatale convulsies, zonder verschil in CP of perinatale sterfte, en met een toename van het aantal keizersneden en instrumentele vaginale geboorten. Let wel: veel van de in de review opgenomen studies dateren uit een periode (1980-1990) met weinig keizersneden en veel vaginale instrumentele bevallingen. Stuitligging, foetale groeivertraging, drieelingen: in de tijd van deze studies was het algemene beleid vaginale partus. In deze periode leefde de overtuiging dat het verkorten van de uitdrijving met forceps of ventouse de uitkomsten zou verbeteren. Of het beschreven effect nu, met een lagere sectiodrempel en een hogere drempel voor vaginale kunstverlossing, nog bestaat, weet niemand. De meest recente trial opgenomen in de Cochrane dateert van 1995, lang voordat bijvoorbeeld de FIGO-richtlijnen van 2015 werden geschreven of gebruikt (die op zich trouwens niet gevalideerd zijn in onderzoek, maar gebaseerd op consensus werden ingevoerd) en die in 2027 in een nieuwe consensus worden gegoten.⁹

In datzelfde jaar, 1995, werd een Cochrane over intermittente auscultatie gepubliceerd en de resultaten daarvan zijn nog meer teleurstellend.¹⁰ Het blijkt dat IA tijdens de bevalling, vergeleken met geen interventie, gepaard gaat met een toename van het aantal keizersneden (meer bij gebruik van een dopplertoestel dan bij auscultatie met de Pinard-stethoscoop) als gevolg van vermeende foetale nood. Er was geen duidelijk verschil in neonatale uitkomsten (lage Apgar-score vijf minuten na de geboorte, neonatale convulsies of perinatale sterfte), en net zoals er bij CTG geen duidelijke richtlijn kon worden gevonden die op prospectief gevalideerde criteria is gebaseerd, geldt hetzelfde voor IA: geen evidentie welke waarde van foetale hartslag, hoe frequent en hoe lang gemeten moet worden, of met welke methode. Tegenstanders van CTG vergeten systematisch de bewezen verhoogde interventies zonder betere uitkomst ten gevolge van IA te vermelden.

Er werd voorspeld dat computerinterpretatie de uitkomst zou verbeteren, maar de meest uitgebreide systematische review die visuele interpretatie met computer-CTG vergeleek (ante- en intrapartaal) toonde geen significante verschillen aan.¹¹

Wat al deze onderzoeken delen is dat IA, CTG en aanvullende technieken vooral in staat zijn vast te stellen dat er géén probleem bij de foetus is (de overgrote meerderheid). Falen doen ze wanneer de 'echt zieke' foetus geïdentificeerd moet worden. Verder wijst alles erop dat CTG tot minder hersenschade bij neonaten leidt in vergelijking met IA, maar geen enkele studie was van voldoende omvang om dit met voldoende 'power' vast te stellen.

Te verwachten valt dat artificiële intelligentie (AI) bij de interpretatie van CTG wel een helpende rol kan spelen, maar de complexe interpretatie van talrijke simultane en op elkaar inwerkende omgevingsfactoren, lokale (on)mogelijkheden (zoals binnen de 15 minuten een keizersnede uitvoeren), waarden en wensen van de zwangere, zijn wel een pak complexer dan het met AI analyseren van bijvoorbeeld echoscopische beelden, radiografieën, histopathologie of een elektrocardiografie. Mogelijk zal AI aansluiten bij de fysiologische interpretatie door enigszins in staat te zijn te voorspellen hoe het CTG-tracé in de komende minuten zal verlopen. Verder zullen we zien dat net deze twee vragen ('Is this fetus fit for labour' en 'Wat is de volgende stap?') de crux van fysiologische CTG-interpretatie vormen.¹²

De toevoeging van ST-analyse (zie hoofdstuk 6) van het foetale elektrocardiogram blijkt wel tot een significante daling van foetale metabole acidose te leiden, zonder verschil in sectio's of vaginale kunstverlossingen; er zijn onvoldoende data om een effect op perinatale sterfte te kunnen vaststellen.¹³ Het 'number needed to treat', met andere woorden het aantal vrouwen dat CTG- en ST-analyse moet krijgen in plaats van CTG alleen om één metabole acidose te voorkomen, is 440. De vraag is of dit klinisch relevant is: enkel metabole acidose zonder verdere consequenties vermijden is niet het streefdoel.

In 2023 publiceerden Brown et al. een review van de (wildgroei aan) CTG-richtlijnen. Hieruit bleek dat de richtlijnen grondig van elkaar verschillen, en het dus geen wonder mag heten dat geen eenduidige resultaten verkregen kunnen worden.¹⁴ Al deze richtlijnen werken volgens hetzelfde mechanisme: op basis van patroonherkenning (acceleraties, deceleraties, sinusoidaal...) en beperkte meting (basisfrequentie, bandbreedte) worden combinaties samengesteld die dan als 'normaal', 'intermediair', 'suboptimaal', 'abnormaal', 'preterminaal' en veel variaties hierop worden geclassificeerd. Het basisprobleem is dat dergelijke brede classificaties voorbijgaan aan de individuele kenmerken van deze foetus. Elke foetus heeft een eigen reserve (glycogeen, zuurstof) die meer of minder compensatie toelaat bij hypoxische, mechanische of inflammatoire stress. Verder verschillen de placentaire doorbloeding en de omgeving (bv. meconiaal vruchtwater, oligohydramnios, chorioamnionitis)

voor elke foetus. Gevolg is dat de inter- en intra-observer-variabiliteit bij interpretatie van CTG volgens dergelijke classificaties groot is.¹⁵ Voor het vaststellen van een 'normaal' FHR-patroon is de interobserver-overeenstemming nog vrij goed ('proportions of agreement' (PA) 0.56-0.71). Om een patroon als afwijkend te klasseren wordt de overeenstemming, zelfs tussen ervaren clinici, zeer zwak (PA 0.14-0.45); eigenlijk is enkel voor de basishartfrequentie goede overeenstemming aanwezig (PA 0.49-1.01), voor alle andere onderdelen (variabiliteit, acceleraties, deceleraties) is reproduceerbaarheid klein.^{16,17} Computeranalyse tijdens de arbeid blijkt in prospectief gerandomiseerd onderzoek geen verschil te maken vergeleken met evaluatie door clinici, wat betreft de identificatie van gecompliceerde perinatale uitkomsten en neonatale langeretermijnuitkomsten.¹⁸

1.2 FYSIOLOGISCHE INTERPRETATIE

Onder fysiologische interpretatie van het CTG verstaat men een interpretatie gebaseerd op kennis van de foetale respons op intrapartum mechanische, inflammatoire of hypoxische stress.¹⁹ Fysiologische interpretatie is tot op heden vooral tijdens de arbeid bestudeerd en is minder uitgewerkt voor het antepartale cardiotocogram zoals bijvoorbeeld voor het bewaken van een foetus met groeibeperking. De praktische toepassing van fysiologische CTG-interpretatie bestaat uit het uitsluiten van chronische hypoxie en andere pre-existente foetale problemen op een cardiotocografie bij de aanvang van de arbeid, aan de hand van een checklist (tabel 1.1). Verder in het verloop van de arbeid wordt ze gebruikt voor de foetale compensatiemechanismen, om hypoxie of foetale stress die zich door andere oorzaken ontwikkelt zoals chorioamnionitis op te volgen (dit komt in de volgende hoofdstukken in detail aan bod).



Figuur I.2. Principes van fysiologische interpretatie van CTG (Naar Reeves, 2021)²⁰

CTG-kenmerk	ja	neen
1. Is de basishartfrequentie stabiel en zoals verwacht voor de zwangerschapsduur?		
2. Is er normale variabiliteit en cycling?		
3. Zijn er acceleraties?		
4. Afwezigheid van 'shallow' of 'tardy' deceleraties.		
5. Afwezigheid van andere risicofactoren zoals meconium, maternale koorts, chorioamnionitis, vaginaal bloedverlies, foetale groeirestrictie en andere.		
Indien alle vragen met 'ja' beantwoord werden, is de baby 'fit for labour'. Zo niet, dan moet er een aangepast beleid besproken worden.		

Tabel I.I. Fetal monitoring checklist. Is deze foetus klaar voor arbeid (fit for labour)? (Aangepast naar Jia, 2023)²¹

Is fysiologische interpretatie dan de zoveelste richtlijn? De eerste consensus over de fysiologische CTG-interpretatie verscheen in 2018.²² Let wel: ook dit was dus een

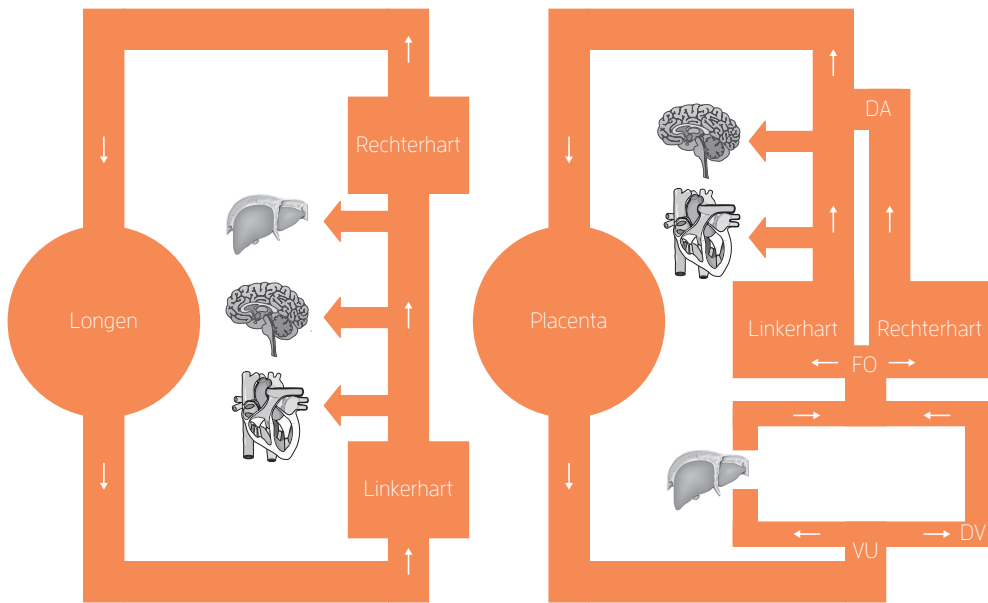
‘consensus’, gepubliceerd in eigen beheer en niet via peer-reviewed publicatie in een tijdschrift. Het vernieuwende aspect bestond eruit dat het groeperen van kenmerken (patroonherkenning) van een CTG tot een classificatie die op een of andere manier steeds te herleiden is tot ‘normaal’, ‘abnormaal’, ‘heel erg afwijkend’ en ‘iets tussenin’ (zoals ‘suspicious’) wordt verlaten. Als alternatief wordt uitgegaan van verschillende vormen van foetale hypoxie en het herkennen van de compensatoire reacties op hypoxische stress bij de foetus, of tekenen van decompensatie. Op die manier werd een geïndividualiseerde zorg nagestreefd (figuur 1.3). Problematisch bij deze aanpak is het voortschrijdend inzicht in de achterliggende fysiologie en het feit dat de fysiologie achter sommige patronen (nog) niet bekend is. Op basis van nieuwe kennis en inzichten werd in 2024 een aangepaste fysiologische CTG-handleiding gepubliceerd.

Een regionale retrospectieve cohortstudie in het Verenigd Koninkrijk in materniteiten die naar fysiologische CTG-interpretatie waren overgeschakeld, heeft een halvering van HIE getoond.^{23,24} Een terecht punt van kritiek is dat deze publicaties steeds gestuurd zijn door de persoon, Edwin Chandrachud, die de methode heeft ontwikkeld, en er dus geen echt onafhankelijk onderzoek ter beschikking staat. Zoals steeds kan uit dergelijk cohort geen causaal verband gelegd worden tussen het toepassen van fysiologische CTG-interpretatie en de betere neonatale uitkomsten: confounding door eenvoudigweg meer aandacht voor cardiotocografie of het bespreken van tracés in groep of andere onbekende factoren kan hier ook aan bijdragen. Fysiologische CTG-interpretatie blijkt iets beter dan ACOG-, NICE- of FIGO-richtlijnen neonatale acidemie te kunnen voorspellen.²⁵ Het ontbreekt echter aan prospectief onderzoek; gerandomiseerd onderzoek ontbreekt helemaal.

1.3 ACTUELE VISIE OP REGELING VAN DE FOETALE BLOEDSOMLOOP EN HARTSLAGFREQUENTIE

Net als bij een volwassen persoon is foetale circulatie nodig om zuurstof naar de essentiële organen te brengen: eerst en vooral het hart (zonder hartslag geen verdere distributie), dan de hersenen en bijnieren. Om zich aan wijzigende omstandigheden aan te passen zijn er echter wat verschillen tussen het intra- en het extra-uteriene leven. De bron waar extra-uteriene zuurstof getankt wordt, zijn onze longen. Intra-uterien wordt deze functie vervuld door de placenta. Om zuurstof snel vanuit de placenta via de vena umbilicalis naar de hersenen van de foetus te krijgen,

wordt het zuurstofrijke bloed via de ductus venosus rechtstreeks naar het rechter atrium gebracht, en een spierboog aldaar, de crista dividens, leidt het bloed via het foramen ovale van het rechter naar het linker atrium en zo via het linker ventrikel naar de aorta. De eerste aftakking van de aorta zijn de coronairen en dus is het cardiale spierweefsel het eerste dat zuurstof krijgt (figuur 1.4). Via de carotiden richting hersenen krijgen vervolgens de hersenen zuurstof. Pas na de aftakking van de linker carotis wordt bij dit zuurstofrijke bloed zuurstofarm bloed gemengd vanuit het rechter ventrikel en de arteria pulmonalis via de ductus arteriosus. De foetale circulatie is een parallel systeem tussen linker en rechter hart en geen sequentieel systeem.



Figuur 1.3. Schematische weergave van de adulte en foetale circulatie

Het foetale systeem is aangepast om te functioneren bij een zuurstofsaturatie (SaO_2) van 30 tot 70%, merkkelijk lager dan het maternale systeem met een SaO_2 van 95-100%. In 1946 noemde de Britse fysioloog Barcroft dit leven met een laag zuurstofgehalte "Everest in utero". Dankzij de sterkere binding (affiniteit) voor O_2 van het HbF vergeleken met HbA en een hogere Hb-concentratie is de foetus alsnog goed van zuurstof voorzien. Dit wordt nog versterkt door enkele biochemische eigenschappen: