

# Fetoplacental circulation : measurements, techniques and applications

## Citation for published version (APA):

Ruissen, C. J. (1990). *Fetoplacental circulation : measurements, techniques and applications*. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.19901122cr>

## Document status and date:

Published: 01/01/1990

## DOI:

[10.26481/dis.19901122cr](https://doi.org/10.26481/dis.19901122cr)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## SUMMARY

With doppler ultrasound measurements, characteristics of blood flow velocities in fetal vessels can be obtained. These characteristics appear to be associated with fetal pathology, although the patho-physiological mechanisms are only poorly understood. This thesis describes some of the studies performed to increase our knowledge of physiological and pathological factors that may contribute to the behavior of the blood flow velocity waveform and it explores some of the conditions under which blood flow velocity waveform analysis can be used. In **chapter 2** the physical backgrounds of the fetoplacental circulation are discussed, such as pressure-flow relations, vessel characteristics and the typical anatomy of the umbilical cord. A working hypothesis is developed to describe the hemodynamic features of the fetoplacental circulation and its effect on the Pulsatility Index (PI) of the blood flow velocity waveform in the umbilical artery. **Chapter 3** deals with some physical and technical aspects of doppler measurements in general, and specific problems with respect to obstetric measurements. Knowledge of the peculiarities of different systems and technologies is essential for the appropriate application of doppler ultrasound. **Chapter 4** gives an overview of the current applications of doppler ultrasound in obstetrics. Doppler techniques are not applicable as screening instrument for intrauterine growth retardation, because the sensitivity and predictive value are low. In selected high risk pregnancies, it may be used to obtain additional information and for follow-up.

One of the most frequently used parameters for the characterization of the umbilical blood flow velocity waveform is the PI (Pulsatility Index). The variability and comparability of PI calculations between various centers are described in **chapter 5**. It can be concluded that each clinic should develop its own set of reference values, based on a well designed longitudinal trial, as techniques of measurement and analysis differ significantly. Review of the recent literature shows that especially in the last trimester, most investigators arrive at the same range of reference PI values.

External factors, such as maternal exertion may influence the PI value of the fetal circulation. **Chapter 6** concludes that normal maternal exercise does not affect the PI of the umbilical blood flow velocity, and that it is not necessary to precede a doppler investigation with a period of rest.

**Chapter 7** is dedicated to some characteristics of the umbilical blood flow velocity waveform with respect to the sampling site. No significant dependency on measurement location of the PI or the frequency distribution of the doppler signals of the umbilical arteries could be found. The umbilical arteries seem not to be hemodynamically important for the damping of the pulsatility.

It is therefore, not necessary to standardize for sampling site. The pulsatility of the umbilical artery blood flow is determined by various factors, of which the compliance of the placenta in combination with the local resistance could

be important. **Chapter 8** describes an experimental setup to investigate whether the placental compliance can be altered, and what the influence is on the resulting PI of the umbilical artery velocity waveform. Unfortunately this setup proved to be inappropriate to demonstrate a direct dependency of the PI on the placental compliance, partially due to the impossibility to affect the placental impedance in a reproducible way.

A new method to characterize the cardiovascular system in the fetus is presented in **chapter 9**. With a high resolution ultrasound system the diameter changes of the fetal aorta and umbilical arteries were studied throughout pregnancy. These diameter changes were related to the simultaneously measured PI. Further studies have to be performed to explore the possible clinical value.

From the literature, the PI is known to be dependent on fetal heart rate (FHR). This necessitates the correction of the PI at extreme FHR's, but also allows inferences with respect to placental compliance. **Chapter 10** describes a case study of a fetus with a persistent bradycardia due to a congenital heart block, in which the cardiovascular system remained competent. In this condition, the influence of persistent bradycardia on the PI could be studied.

Little or no possibilities exist to study the human fetoplacental circulation in vivo directly. In **chapter 11** a method is described where in the umbilical blood flow velocities are measured just after delivery of the baby, and before clamping of the cord. The uterine contractions after delivery lead to an increase in placental impedance, which might be quantified by simultaneous doppler registrations in the cord. However, as the cord itself also showed contractile reactions to touching, the results are not conclusive.

**Chapter 12** presents some general conclusions on the results of the various chapters and gives some suggestions for further research.

## SAMENVATTING

Doppler ultrageluid is een methode waarmee op onbloedige en onschadelijke wijze de bloedstroomsnelheid in bloedvaten kan worden gemeten. Deze techniek is daarom bij uitstek geschikt om tijdens de zwangerschap te gebruiken voor de bestudering van de bloedsomloop van het ongeboren kind (foetus). Het foetale hart pompt het bloed pulserend in de grote lichaamsslagader (aorta), waarvan uiteindelijk de twee navelstreng-slagaders aftakken. De navelstreng is een vrij star systeem waarin het bloed nog steeds, zij het minder, pulseert. In de moederkoek (placenta) wordt uiteindelijk het pulseerende karakter grotendeels afgevlakt tot een meer continue bloedstroom, waardoor de uitwisselingsprocessen beter verlopen. Van de placenta gaat het bloed via de navelstrengader naar de foetale lever, en vervolgens naar het hart, waar het opnieuw deelneemt aan de bloedsomloop. Met behulp van doppler ultrageluid is het mogelijk om een aantal aspecten van deze circulatie te bestuderen. Het toepassen van deze techniek vereist echter een goede kennis van de natuurkundige processen die de resultaten kunnen beïnvloeden. Ook de technische eigenschappen van doppler apparatuur bepalen de uitkomsten van de meting. Met een aantal factoren moet rekening gehouden worden bij het gebruik van de dopplermethode, zoals zendfrequentie, filterinstelling en dergelijke. De afgelopen jaren is het duidelijk geworden dat bepaalde karakteristieken van de bloedstroomsnelheid die in de navelstrengslagader wordt gemeten, verband houden met de conditie van het kind en de werking van de moederkoek. Omdat een aantal factoren, die invloed uitoefenen op het verloop van de snelheid van het bloed in de navelstreng als functie van de hartslag, nog niet zijn opgehelderd, zijn een aantal studies uitgevoerd, waarvan de resultaten in dit proefschrift zijn beschreven.

Matige inspanning van de moeder, zoals trappen lopen, heeft geen aantoonbare invloed op de bloedsomloop van het kind. Het is daarom niet nodig, om zoals bij een bloeddrukmeting, eerst een periode rustig te liggen, alvorens een dopplermeting te verrichten. Ook de preciese plaats in de navelstreng waar de meting wordt uitgevoerd, is niet van belang. Ook de eenvoudige methode van een meting in een vrij zwevend gedeelte van de navelstreng, levert goed bruikbare resultaten op. Deze bevinding geeft tevens aan dat de navelstreng vooral een transportfunctie heeft.

Met een aantal recent ontwikkelde technieken is ook geconstateerd dat de navelstreng-slagaders maar weinig in diameter veranderen tijdens de hartslag, terwijl de aorta, waarvan ze aftakken, sterk uitzet. Het is nog onduidelijk waar het omslagpunt van sterke uitzetting, naar geringe uitzetting precies ligt. In de toekomst moet hiernaar verder onderzoek worden verricht. De uitzetting van de aorta als functie van de hartslag kan onder een aantal aanname's als maat gebruikt worden voor de plaatselijke drukveranderingen. Het blijkt dat er tijdens de hartslag een snelle drukopbouw is, en een langzamere afbouw. Op basis van modelstudies kan hieruit informatie verkregen worden met betrekking tot de weerstandverhouding in het circulatiesys-

teem. Ook in bijzondere gevallen zoals afwijkingen in een gedeelte van het circulatiesysteem, kan de dopplermethode mogelijk extra informatie verschaffen. In het geval van een blijvend te lage hartslag als gevolg van een blokkade in de elektrische geleiding van het hart, kon de circulatie van het kind, die zich aan deze bijzondere situatie bleek aan te passen, goed worden gevolgd.

Er is ook geprobeerd om onmiddellijk na de bevalling registraties van de bloedstroomsnelheid in de navelstreng te verrichten, voordat de navelstreng werd afgebonden. Het idee was, dat door samentrekking van de baarmoeder de weerstand in de placenta zou toenemen. Deze weerstandsverandering zou dan bestudeerd kunnen worden aan de hand van de uitkomsten van de bloedstroomsnelheid registraties. Er bleek een groot verschil te bestaan tussen de verschillende patiënten. Soms kon nog enkele minuten gemeten worden voordat de navelstreng zich spontaan afsloot, een andere keer kon slechts enkele tientallen seconden worden geregistreerd. Bovendien bleek de navelstreng onder invloed van mechanische prikkeling ook plaatselijk al samen te knijpen, waardoor geen uitspraak gedaan kon worden over de invloed van de afstand tot de placenta.

Een aantal vragen blijven nog onbeantwoord waarnaar in de toekomst verder onderzoek verricht zal moeten worden. Het gebruik van zogenaamde kleuren dopplersystemen, kan daarin een belangrijke rol spelen. Met deze apparatuur kan nauwkeuriger de meetplaats bepaald worden, en kunnen ook kleinere bloedvaten in de placenta zelf bestudeerd worden, die anders niet zichtbaar zouden zijn. Ondanks al deze technische mogelijkheden, dient de patient echter in het middelpunt te blijven staan.