

F. Chantraine<sup>1</sup>  
T. Reihs<sup>1</sup>  
W. Henrich<sup>2</sup>  
B. Tutschek<sup>1</sup>

## Volumen-Flussmessung mit „Colour Velocity Imaging (CVI)“: Technik der Messung in der intrahepatischen fetalen Vena umbilicalis

*Measurement of Volume Flow by “Colour Velocity Imaging (CVI)”:  
Technique of Measurement in the Intrahepatic Fetal Umbilical Vein*

Originalarbeit

### Zusammenfassung

„Colour Velocity Imaging (CVI)“ ist eine Ultraschalltechnologie, mit der über qualitative Parameter (z. B. Pulsatilitäts- oder Resistance-Index) hinaus der Volumenfluss im fetalen Kreislauf quantitativ beurteilt werden kann.

In einer Machbarkeitsstudie wurden Volumenflüsse in der Nabelvene bei unauffälligen Feten zwischen 17 und 39 SSW untersucht.

Die Datenaufnahme für CVI ist schnell und einfach: Der Cineloop einer Sequenz über einige Herzzyklen wird binnen Sekunden auf den Rechner übertragen. Es besteht eine deutliche Intraobserver-Variabilität, die z. T. messbedingt (Winkelabhängigkeit), aber auch durch physiologische Variation bedingt sein kann.

Die Messung des fetalen Volumenflusses z. B. mittels CVI ist eine neue Methode zur quantitativen Analyse des fetalen Kreislaufes. Die Berechnungen beruhen auf angenommenen Standardbedingungen (laminarer Fluss, runder Gefäßquerschnitt). Fetale Bewegungen, ein geschlängelter Gefäßverlauf oder ein nicht-kreisrunder Querschnitt sind mögliche Fehlerquellen.

### Schlüsselwörter

Blutvolumenfluss · Color Velocity Imaging · Nabelvene

### Abstract

„Colour Velocity Imaging (CVI)“ permits acquisition of ultrasound Doppler data for quantitative analysis. CVI can be used to study the fetal circulation. In a pilot study we attempted measuring umbilical venous flow.

Data acquisition is simple and fast. In the current implementation, data is sent to a work-station and analysed off-line. There is significant “intra-observer-variability” that could be attributable to true physiological variation or measurement inaccuracies.

Measurement of fetal umbilical volume flow by CVI is a new and simple technique. Before its clinical use assumptions about the vessel, flow, variability and normal values must be verified in the fetus.

### Key words

Volume flow · fetus · colour velocity imaging

### Einleitung

Zur Beurteilung des Kreislaufs des gefährdeten Feten ist die Doppler-Sonographie etabliert. Während die ersten Anwendungen der Doppler-Technologie auf die Volumenflussmessung zielten, wird heute aus Gründen der einfacheren technischen Durchführbarkeit meist die qualitative Untersuchung angewendet

(Hüllkurvenanalyse, gelegentlich auch Messung der maximalen Geschwindigkeiten).

Prinzipiell kann der Volumenfluss mit der Messung der Geschwindigkeit und des Gefäßquerschnittes bestimmt werden (siehe Abb. 1) [1–3]. Mittels „Colour Velocity Imaging (CVI)“, einem halb-automatischen Verfahren zur Volumenflussmessung,

### Institutsangaben

<sup>1</sup> Frauenklinik, Universitätsklinikum, Düsseldorf  
<sup>2</sup> Geburtsmedizin, Charité Virchow-Klinikum, Berlin

### Korrespondenzadresse

Dr. B. Tutschek · Frauenklinik · Moorenstr. 5 · D-40225 Düsseldorf · Tel.: 02 11/8 1198-08 · Fax: 02 11/8 1198-29 ·  
E-mail: tutschek@uni-duesseldorf.de

### Bibliografie

Zentralbl Gynakol 2003; 125: 179–182 © J. A. Barth Verlag in Georg Thieme Verlag KG · ISSN 0044-4197

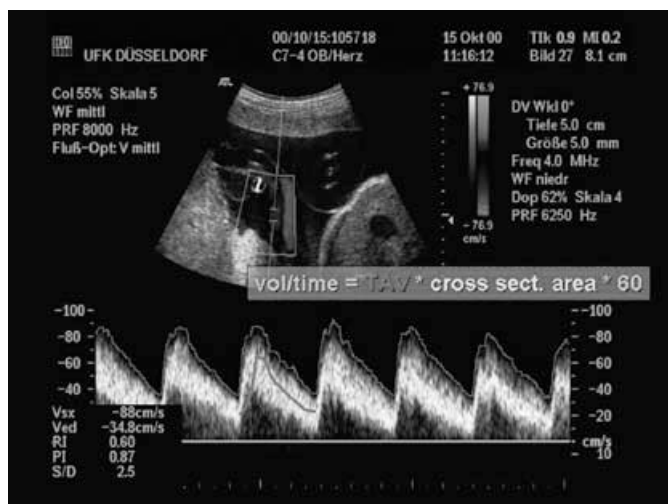


Abb. 1 Volumen-Flussmessung mittels Gefäßquerschnitt und Doppler-Geschwindigkeiten.



Abb. 2 Datenaquisition in der intrahepatischen fetalen Nabelvene: Längsverlauf der Vena umbilicalis (blau) in den Ductus venosus (Farbumschlag durch Aliasing).

kann pulsatiler und kontinuierlicher Blutfluss in einem Gefäß gemessen werden. So kann über qualitative Parameter (z. B. Pulsatilitäts- oder Resistance-Index) hinaus der fetale Kreislauf theoretisch relativ einfach quantitativ beurteilt werden.

### Patienten und Methoden

Mit einem hochauflösenden Ultraschallgerät (Philips ATL HDI 5000, Bothel, USA) wurde bei fehlenden fetalen Körper- und Atembewegungen die Vena umbilicalis in ihrem geraden Verlauf in der fetalen Leber eingestellt, ein Cineloop von 5–15 sec (siehe Abb. 2) aufgenommen und auf einen externen Rechner mit einer Auswerte-Software (HDILab Ver. 1.90d mit Zusatzfunktion CVIq; Philips ATL, Bothel, USA) gespeichert. Die Farbdarstellung für die angetroffenen Geschwindigkeiten wurde optimiert. Es wurde ein standardisierter „steiler“ Winkel gewählt, um die höchste Messgenauigkeit bzw. Flussgeschwindigkeiten zu erhalten und die Auswertung mit der verwendeten Software zu ermöglichen, in der Messungen mit einem Winkel von oder nahe 0°/180° technisch nicht durchführbar sind.

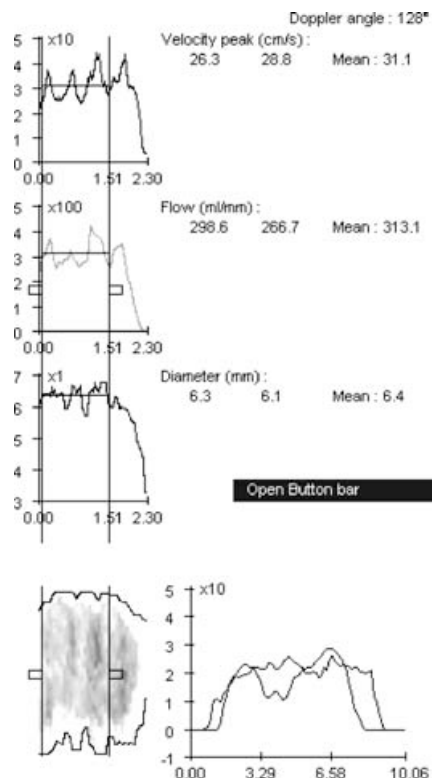


Abb. 3 Beispiel für die halbautomatische Auswertung des Volumenflusses in der intrahepatischen fetalen Vena umbilicalis. Zum Ende der Zeit-Achse (x-Achse) bewegt sich der Fetus und damit das Gefäß aus dem Messfenster.

Die Auswertung erfolgte über jeweils mindestens drei Herzzyklen. Hierbei wurden gleichzeitig die Maximalgeschwindigkeit, der funktionelle Gefäßdurchmesser und das Flussprofil über dem Gefäßquerschnitt gemessen und der Volumenfluss berechnet (siehe Abb. 3).

In einer Pilot-Studie wurde die Messmethode an den intrahepatischen Nabelvenen von 40 unauffälligen Feten zwischen 17 und 39 SSW, deren Schätzwerte in derselben Untersuchung sonographisch (Vierwerte-Formel nach Hadlock [4]) ermittelt wurden, etabliert. Bei einigen Feten wurden binnen weniger Minuten mehrere Messungen vorgenommen.

### Ergebnisse

Die Datenaufnahme für CVI ist einfach und dauert wenige Sekunden: Sie erfolgt über einige Herzzyklen in einer Standardebene zur Dopplermessung des Ductus venosus (siehe Abb. 2). Dann wird der Cineloop dieser Sequenz elektronisch auf einen externen Rechner übertragen. Die Auswertung auch mehrerer Messungen einer Sitzung dauert weniger als fünf Minuten.

Es besteht eine deutliche „Intra-Observer-Variabilität“, also Schwankung der Messungen desselben Gefäßes in derselben Sitzung durch einen Untersucher (siehe Abb. 4). Sie ist zum Teil messbedingt (Winkelabhängigkeit), kann aber auch Ausdruck der physiologischen Variation sein.

Die gemessenen Volumenflüsse liegen zwischen 60 und 320 ml/min. Mit dem Gestationsalter nimmt der absolute intrahepatische Nabelvenenfluss zu. Teilt man den gemessenen Flusswert durch das jeweilige fetale Schätzwert, nimmt der Volumen-

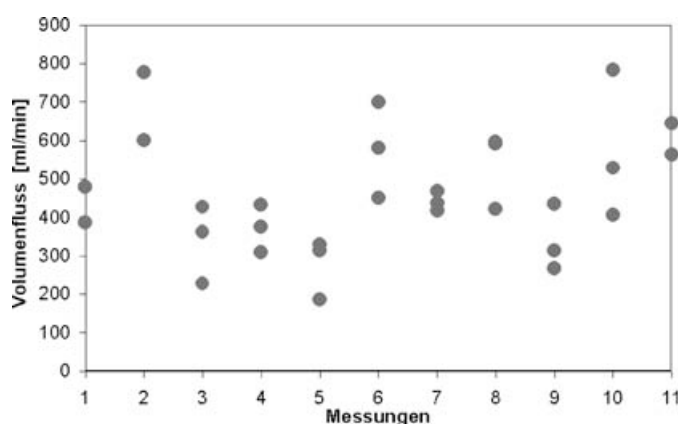


Abb. 4 Volumenfluss der intrahepatischen Umbilikalvene eines Feten (11 Sitzungen mit je zwei oder drei Messungen).

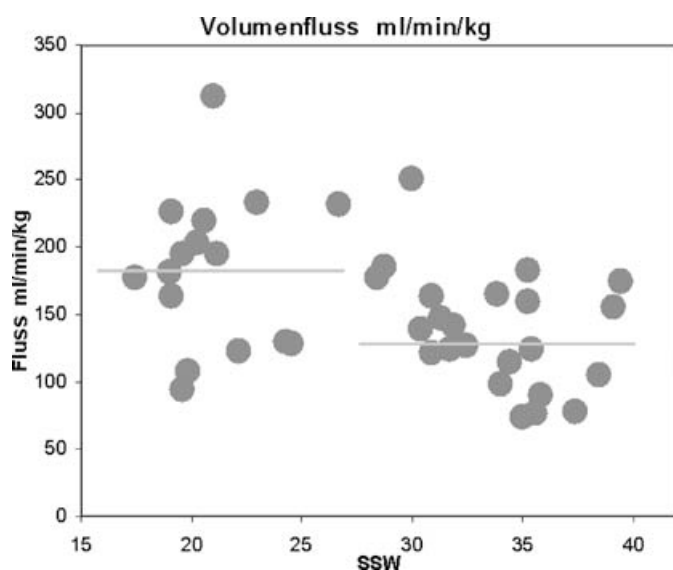


Abb. 5 Mit CVI gemessener intrahepatischer umbilikalvenöser Volumenfluss pro kg fetales Schätzwicht bei 40 un auffälligen Feten.

fluss (pro kg fetales Körpergewicht) aber mit dem Gestationsalter tendenziell ab. Die Mittelwerte, bezogen auf das fetale Schätzwicht, liegen vor 30 SSW bei 183 ml/min pro kg, danach bei 127 ml/min pro kg (siehe Abb. 5).

## Diskussion

Die Messung des intrahepatischen fetalen Umbilikalvenen-Volumenflusses mittels CVI ist ein neuer Ansatz zur quantitativen Analyse des fetalen Kreislaufes. Durch die Möglichkeiten der modernen US-Systeme ist eine halbautomatische Messung aus einem einfachen Cineloop mit Farb-Doppler-Informationen möglich. Ein theoretischer Vorteil besteht in der gleichzeitigen Registrierung der Geschwindigkeiten und des Gefäß-Querschnittes; d.h. es wird nicht der Querschnitt im B-Bild und anschließend die Flussgeschwindigkeit per Doppler gemessen, was über die zu erwartende physiologische Variation Messungenauigkeiten mit sich bringen könnte.

Tab. 1 Vergleich der fetalen umbilikalvenösen Flussmessungen aus der Literatur und mit dieser Studie

Autoren	GA (Wochen)	Methode	Umbilikalvenöser Blutfluss ml/min/kg KG
Clavero et al. [5] (1973)	39–40	Xenon-Injektion	27–56
Eik-Nes et al. [6] (1980)	32–41	Doppler	105
Jouppila et al. [7] (1983)	30–36	Doppler	100
Gill et al. [8] (1984)	22–40	Doppler	90–120
Künzel et al. [9] (1992)	37–40	Doppler (art.)	143
Tchirikov et al. [2] (1998)	17–41	Doppler	60+/-30
Lees et al. [1] (1999)	23–33	Doppler (art., ven.)	189 (23. SSW) bis 176 (33. SSW)
Boito et al. [10] (2002)	26–35	Doppler	117 (20. SSW) bis 78 (36. SSW)
diese Studie	17–39	CVIq	183 (< 30. SSW) bis 127 (≥ 30. SSW)

Die in dieser Studie mittels CVI in der intrahepatischen fetalen Nabelvene erhobenen Flusswerte liegen im Rahmen der publizierten, mit anderen Methoden gemessenen Werte (siehe Tab. 1).

Die Berechnungen beruhen auf angenommenen Standardbedingungen (laminarer Fluss, runder Gefäßquerschnitt). Fetale Körper- und Atembewegungen, ein geschlängelter Gefäßverlauf oder ein nicht-kreisrunder Querschnitt sind weitere mögliche Fehlerquellen.

Auch bei konstanten Messbedingungen sind physiologische und messtechnisch bedingt Variationen zu erwarten. Bei der Berechnung der Volumenflüsse, bezogen auf das geschätzte Fetalgewicht, trägt die bekannte Messvariation für das Schätzwicht weiter zur Variation der Werte bei (siehe Abb. 5).

Messungen dicht beieinander liegender Gefäße (z. B. in der freien Nabelschnur) sind mit dieser Methode schwierig, da zur Messung des Gefäßlumens die Farb-Doppler-Information genutzt wird, d.h. dass neben dem Lumen ein farbfreies Areal im B-Bild zu liegen kommen muss.

Durch die verwendete Technik sind auch andere, weitergehende detaillierte Messungen möglich. So könnte z.B. mittels CVI der umbilikalvenöse Volumenfluss während der Systole mit dem der Enddiastole eines Herzzyklus verglichen werden. Natürlich sind prinzipiell auch andere Gefäße ableitbar.

Die Fragen nach physiologischen und durch die Messtechnik bedingte Variationen, Schwangerschaftsalter-spezifischen Normwerte sowie möglicher beeinflussender fetaler Zustände erfordern weitere Untersuchungen. Dann wäre auch abschätzbar, ob dieser Parameter eine prognostische Bedeutung für die fetale Zustandsbeurteilung erhalten könnte.

## Literatur

- <sup>1</sup> Lees C, Albaiges G, Deane C, Parra M, Nicolaides KH. Assessment of umbilical arterial and venous flow using colour Doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 250–255
- <sup>2</sup> Tchirikov M, Rybakowski C, Hüneke B, Schröder HJ. Blood flow through the ductus venosus in singleton and multifetal pregnancies and in fetuses with intrauterine growth retardation. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 943–949
- <sup>3</sup> Barbera A, Galan HL, Ferrazzi E, Rigano S, Jzwick M, Battaglia FC, Pardi G. Relationship of umbilical vein blood flow to growth parameters in the human fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 181: 174–179
- <sup>4</sup> Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J. In utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. *Radiology* 1991; 181: 129–133
- <sup>5</sup> Clavero JA, Negueruela J, Ortiz L, De Los Heros JA, Modrego SP. Blood flow in the intervillous space and fetal blood flow. *Am J Obstet Gynecol* 1973; 116: 340–346
- <sup>6</sup> Eik-Nes SH, Brubak AO, Ulstein MK. Measurement of human fetal blood flow. *Br Med J* 1980; 280: 283–284
- <sup>7</sup> Jouppila P, Kirkinen P. The role of fetal blood flow measurements on obstetrics. In Kurjak A, ed. *Measurements of fetal blood flow*. CIC, Rome 1983
- <sup>8</sup> Gill RW, Kossoff G, Warren PS, Garrett WJ. Umbilical venous flow in normal and complicated pregnancy. *Ultrasound Med Biol* 1984; 10: 349–363
- <sup>9</sup> Künzel W, Jovanovic V, Grüssner S, Colling T. Blood flow velocity in the fetal abdominal aorta and in the umbilical artery in uncomplicated pregnancies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1992; 47: 31–40
- <sup>10</sup> Boito S, Struijk PC, Ursem NTC, Stijnen T, Wladimiroff JW. Umbilical venous volume flow in the normally developing and growth-restricted human fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19: 344–349