

ULTRASCHALLSERIE

Kleines Gefäss mit grosser diagnostischer Bedeutung

Der Ductus venosus

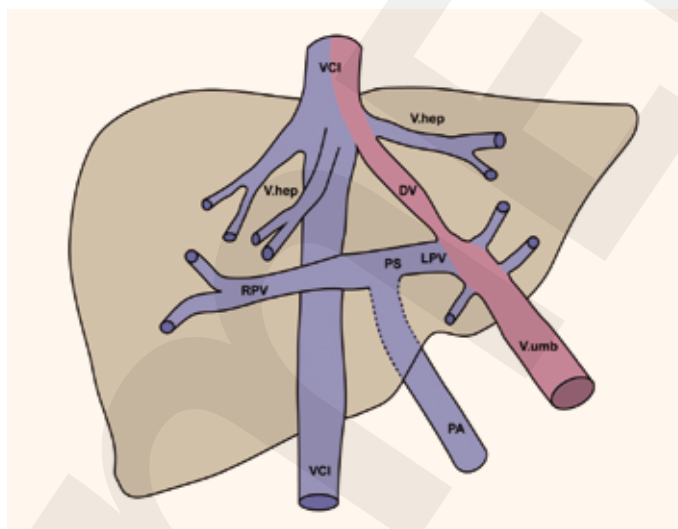
Der Ductus venosus ist ein einzigartiges Gefäss im fetalen Kreislauf. Die sonographische Darstellung und die technische Messung sind anspruchsvoll, und bei der Interpretation sind Besonderheiten zu beachten. Der folgende Artikel soll die Anatomie, die Messung des Blutflusses und die Interpretation der Befunde veranschaulichen und helfen, den Ductus venosus sinnvoll in den klinischen Alltag zu integrieren.

Anatomie und Funktion

Der fetale Blutkreislauf beinhaltet mehrere Kurzschlussverbindungen, die in der Regel dazu dienen, noch nicht benötigte Gefässsysteme zu umgehen, und sauerstoffreiches Blut direkt zu den wichtigsten Organsystemen zu leiten. Beispiele im Fall des Lungenkreislaufs wären das Foramen ovale und der Ductus arteriosus.

Der Ductus venosus stellt eine kleinkalibrige Verbindung zwischen V. umbilicalis und V. cava inferior dar, die den Leberkreislauf umgeht und sauerstoffreiches Blut direkt zum Herzen leitet. Im weiteren Verlauf kommt es ausserdem durch den direkten Strom via Foramen ovale zu einer zusätzlichen Umgehung des Lungenkreislaufs. Somit gelangt sauerstoffreiches Blut schnell in den Körperkreislauf und ins Gehirn.

Nachdem die V. umbilicalis an der Bauchwand intraabdominal verläuft, vereinigt sie sich im weiteren Verlauf mit dem Portalsinus. Dieser befindet sich an der Mündung der Pfortader und ist Teil der



Mit freundlicher Genehmigung von L. Conradie

Abb. 1: Anatomie der fetalen Venen im Bereich der Leber

V. umb: V. umbilicalis; PS: Portalsinus; PA: Pfortader (=Hauptportalvene); LPV: linke Portalvene; RPV: rechte Portalvene; DV: Ductus venosus; VCI: V. cava inferior; V. hep: V. hepatica



Dr. med. Heidrun Schönberger
Basel



PD Dr. med. Gwendolin Manegold-Brauer
Basel

linken Portalvene. Der Ductus venosus entspringt aus dem Portalsinus (1, 2). Das Blut, welches nicht in den Ductus venosus gelangt, fliesst über den Pfortaderkreislauf zunächst in die Leber, um dann via Lebervenen in die V. cava inferior zu gelangen (Abb. 1).

V. umbilicalis und Portalsinus lassen sich sonographisch in einer schrägen Transversalebene des Abdomens leicht finden (Abb. 2a). Aufgrund des geringeren Durchmessers des Ductus venosus im Vergleich zum Portalsinus wird der Blutfluss beschleunigt. Sonographisch zeigt sich diese Erhöhung der Flussgeschwindigkeit an der Abzweigung des Ductus venosus im Farbdoppler durch das Aliasing (Abb. 2b).

Das beschleunigte Blut fliesst nach der Einmündung in die V. cava inferior weiterhin mit hoher Geschwindigkeit und gelangt so in den rechten Vorhof. Von dort strömt es durch das Foramen ovale zum linken Vorhof und somit in den Körperkreislauf.

Der Blutfluss des Ductus venosus spiegelt die Funktion des rechten Vorhofs wider. Sein Blutfluss verläuft in einem typischen zweigipfligen Muster (Abb. 3).

Technische Tipps und Tricks der Flusskurvenmessung mittels Doppler

Der Blutfluss des Ductus venosus wird im ersten Trimenon im medianen Sagittalschnitt, wie zur Einstellung der Scheitel-Steiss-Länge, gemessen. Man erkennt ihn in Verlängerung der V. umbilicalis aufgrund des Farbwechsels im Farbdoppler (Abb. 2d). Die Messung sollte während einer Ruhephase des Feten durchgeführt werden.

Im zweiten und dritten Trimenon ist der Ductus venosus oft einfacher in der schrägen Transversalebene, ähnlich der Einstellung

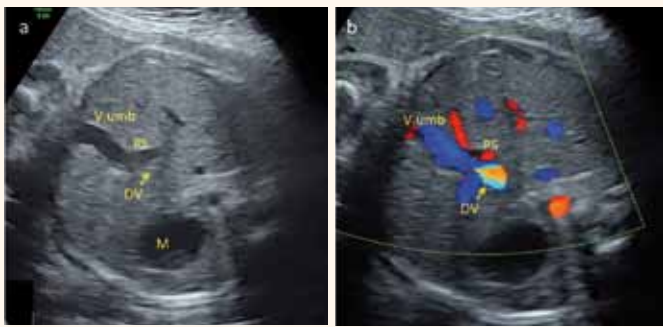
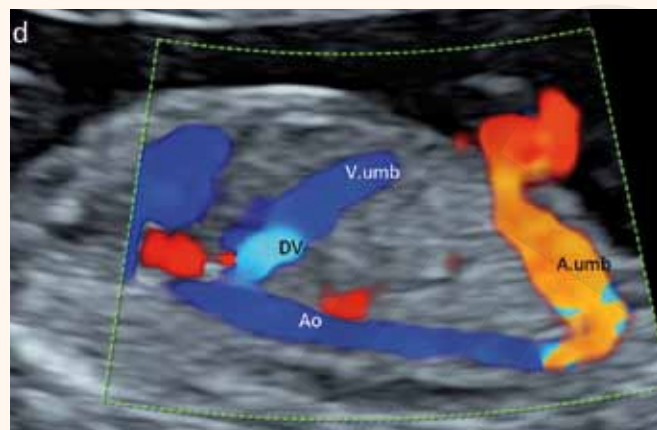


Abb. 2: Auffinden des Ductus venosus

a: Transversalebene des Abdomens auf Höhe des Magens (M) im

B-Bild. V. umb: V. umbilicalis; PS: Portalsinus; DV: Ductus venosus

b: Gleiche Ansicht wie in (a). Nach Zuschalten des Farbdopplers zeigt sich der Ductus venosus anhand des Aliasing



c: Darstellung der Flusskurve

d: Mittsagittalebene auf Höhe des Abdomens im ersten Trimenon.

V.umb: V. umbilicalis; Ao: Aorta; DV: Ductus venosus; A. umb: A. umbilicalis

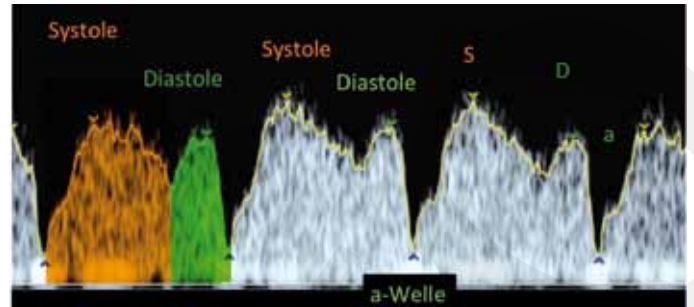


Abb. 3: Normale Flusskurve des Ductus venosus

In der Systole kommt es zu einem ersten Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit aufgrund der Ventrikelkontraktion und der damit einhergehenden Sogwirkung im rechten Vorhof (S). In der Diastole bewirkt das Öffnen der Trikuspidalklappe, das Erschlaffen der Muskulatur die Vorhoffüllung und somit einen zweiten Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit (D). Am Ende der Diastole kontrahiert sich der rechte Vorhof und es kommt zu einer Verlangsamung des Flusses. Die atriale Kontraktion zeigt sich in der a-Welle (a).

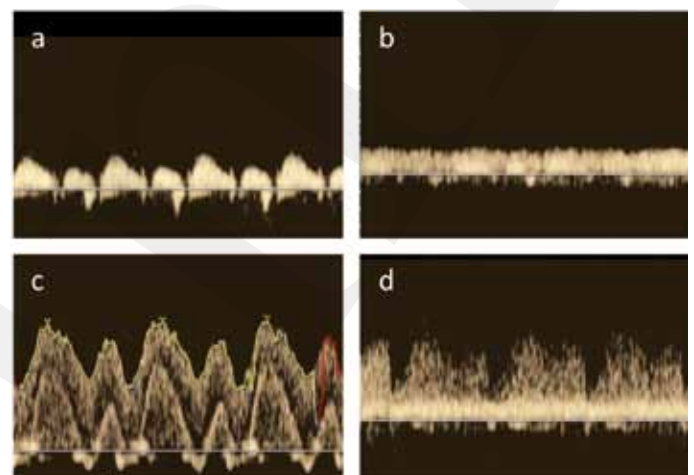


Abb. 4: Kontamination der Flusskurve

a Blutfluss einer Lebervene

b Blutfluss der V. umbilicalis

c Kontamination durch Fluss einer Lebervene. Hier könnte man irrtümlich eine negative a-Welle vermuten.

d Kontamination durch Fluss der V. umbilicalis.

Der Blutfluss in den Lebervenen unterscheidet sich vom Blutfluss des Ductus venosus durch seine negative a-Welle und die geringere Flussgeschwindigkeit der S- und D-Welle (Abb. 4a).

Der Blutfluss der V. umbilicalis ist im Gegensatz zum Ductus venosus nicht wellenförmig (Abb. 4b).

Um eine Kontamination der Flusskurve des Ductus venosus durch die anderen Gefäße zu vermeiden, empfiehlt es sich, das gepulste Dopplerfenster (PW-Doppler) bei der Messung immer möglichst klein zu halten: im ersten Trimenon 0,5–1 mm, im zweiten und dritten Trimenon max. 2 mm. Ausserdem sollte die Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) so eingestellt sein, dass vor allem die schnellen Blutflüsse (im Ductus venosus > 48 cm/sec) abgebildet und die langsamen Blutflüsse (wie in den Lebervenen) herausgefiltert werden. Abb. 4c und Abb. 4d zeigen Beispiele für kontaminierte Flusskurven.

Pathophysiologie der negativen a-Welle

Bei Herzinsuffizienz pumpt der rechte Vorhof das gesammelte Blut am Ende der Diastole nicht vollständig in den rechten Ventrikel und es kommt zu einem Rückwärtsfluss des Blutes in die V. cava

zur Messung des Abdomens, zu finden. Auch hier liegt er in einer gedachten Verlängerung der V.umbilicalis in Richtung der Wirbelsäule im Bereich des Übergangs zum Portalsinus (Abb.2c). Hierbei sollte man darauf achten, den Ductus venosus mit möglichst geringem Schallwinkel einzustellen, um den Blutfluss ideal ableiten zu können. Anders formuliert: Im Bild sollte das Gefäß möglichst senkrecht, wie auch z. B. bei der A. cerebri media, zu sehen sein.

In der nächsten Umgebung des Ductus venosus liegen ausser der V. umbilicalis und dem Portalsinus kranial die Lebervenen, die auf Höhe des Ductus venosus sternförmig ebenfalls in die V. cava inferior münden (Abb. 1).

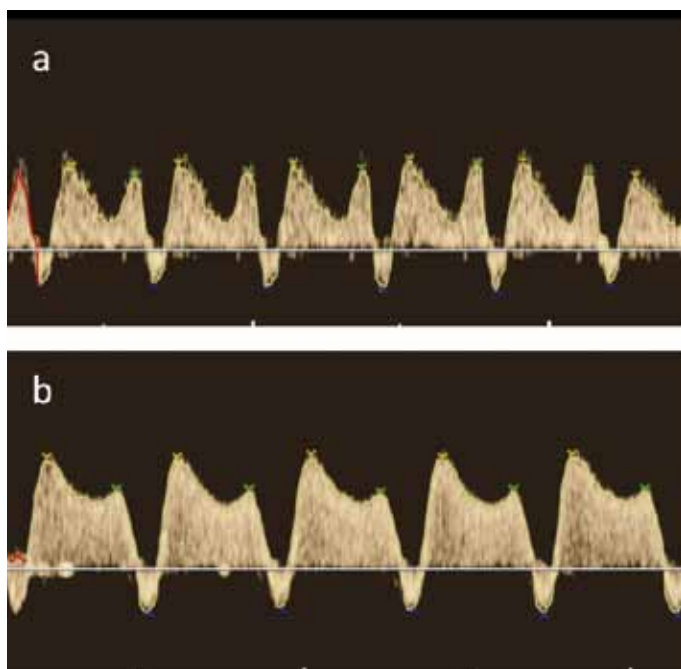


Abb. 5: Negative a-Welle

- a In der 12.SSW bei Trisomie 21
- b In der 25.SSW beim Akzeptor bei feto-fetalem Transfusionsyndrom. Am gleichen Tag wurde eine Lasertherapie durchgeführt.

inferior und somit in den Ductus venosus. Dies zeigt sich durch die Negativierung der a-Welle (Abb. 5a und b).

Ursachen einer negativen a-Welle sind:

- Erhöhung der Vorlast, z.B. retrograde Füllung des rechten Vorhofs im Falle einer Trikuspidalinsuffizienz (3)
- Fehlerhafte Herzfunktion, z.B. bei Arrhythmie oder bei Hypoxie des Myokards im Rahmen einer schweren Plazentainsuffizienz
- Erhöhte Nachlast, z.B. bei Plazentainsuffizienz (erhöhter Gefäßwiderstand)

Bedeutung im klinischen Alltag

1. Erweitertes Ersttrimesterscreening auf Chromosomenaberrationen und Herzfehler

Das klassische Ersttrimesterscreening auf Trisomie 13, 18 und 21 beruht auf einer Risikoberechnung anhand des mütterlichen Alters, der Messung der Nackentransparenz und Bestimmung von β -HCG und PAPP-A und hat eine Sensitivität von 90%. Durch die zusätzliche Beurteilung der a-Welle des Ductus venosus kann eine Erhöhung der Sensitivität für die Trisomie 21 auf 95% erreicht werden (4).

Eine negative a-Welle findet sich bei 65% der Feten mit Trisomie 21, bei je 55% der Feten mit Trisomie 13 und 18. Ihr Nachweis führt entsprechend zu einer Risikoerhöhung. Aufgrund dieser Neuberechnung kann dann bei Ergebnissen, die ursprünglich im «Graubereich» lagen, die Entscheidung für oder gegen weitere Screeningmassnahmen oder eine invasive Diagnostik gefällt werden.

Zu beachten ist hierbei, dass auch 3% der euploiden Feten eine negative a-Welle aufweisen können (4).

Ausserdem gilt eine negative a-Welle neben einer erhöhten Nackentransparenz als Hinweis für einen fetalen Herzfehler. Bei ansonsten unauffälligem Befund im Ersttrimesterultraschall und normalem Karyotyp empfiehlt sich deshalb in diesen Fällen ein Organscreening in der 17.-18. sowie 21.-22. SSW inklusive Echokardiographie (5,6).

Im ersten Trimenon gilt das Prinzip, so wenige Ultraschalluntersuchungen wie möglich durchzuführen und die Untersuchungszeit und Schallenergie möglichst gering zu halten. Insbesondere Untersuchungen mittels gepulstem Doppler, wie bei der Messung des Ductus-venosus-Flusses, sollten nur bei entsprechender Indikation durchgeführt werden.

2. Intrauterine Wachstumsretardierung (IUR) und Beurteilung des Ausmasses einer Herzinsuffizienz

Bei früher IUR stellt sich oft die Frage, ob eine Entbindung indiziert oder Zuwarten gerechtfertigt ist. Hierbei wird der fetale Zustand mittels Doppler der A. umbilicalis und der A. cerebri media überwacht. Bei pathologischen Blutflüssen derselben spielt der Ductus venosus eine entscheidende Rolle, um die weitere Verschlechterung des fetalen Zustands zu entdecken. Bei fehlender oder sogar negativer a-Welle ist es unwahrscheinlich, dass der Fetus länger als 1 Woche überlebt (7). Insbesondere bei IUR vor 34 SSW kann er so zusammen mit dem computerisierten Oxford-CTG helfen, den optimalen Entbindungszeitpunkt zu bestimmen (8).

Auch bei der Beurteilung des fetalen Zustandes bei Hydrops fetalis, Vitium cordis, feto-fetalem Transfusionsyndrom und supraventrikulärer Tachykardie spielt der Ductus venosus als Zeichen der Herzinsuffizienz eine entscheidende Rolle (3).

Dr. med. Heidrun Schönberger, DEGUM II

PD Dr. med. Gwendolin Manegold-Brauer, DEGUM II

Abteilung für gynäkologische Sonographie und Pränataldiagnostik
Frauenklinik, Universitätsspital Basel
Spitalstrasse 21, 4031 Basel
heidrun.schoenberger@usb.ch

Take-Home Message

- ◆ Oxygeniertes Blut fliesst durch den Ductus venosus von der V. umbilicalis auf direktem Weg zum Herz.
- ◆ Der Blutfluss im Ductus venosus kann mittels gepulstem Doppler gemessen werden.
- ◆ Durch seine Nähe zum rechten Vorhof spiegelt der Ductus venosus die Herzfunktion wider.
- ◆ Im ersten Trimenon ist der Ductus venosus ein zusätzlicher Marker für Aneuploidien und kann als Indikator für Herzfehler verwendet werden.
- ◆ Bei einer frühen intrauterinen Wachstumsretardierung kann der Ductus venosus dabei helfen den Entbindungszeitpunkt zu bestimmen.
- ◆ Bei Hydrops fetalis, kardialen Anomalien, Feto-fetalem Transfusionsyndrom und bei supraventrikulärer Tachykardie kann der Ductus-venosus-zur Beurteilung der kardialen Funktion eingesetzt werden.

Literatur:

1. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Campbell S, Thilaganathan B. The anatomy of the umbilical, portal and hepatic venous systems in the human fetus at 14-19 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001 Dec;18(6):598-604.
2. Chaoui R, Heling K, Karl K. Ultrasound of the Fetal Veins Part 1: The Intrahepatic Venous System. *Ultraschall der Medizin - Eur J Ultrasound.* 2014 May; 28;35(3):208-28.
3. Seravalli V, Miller JL, Block-Abraham D, Baschat AA. Ductus venosus Doppler in the assessment of fetal cardiovascular health: an updated practical approach. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2016 Jun;95(6):635-44.
4. Maiz N, Valencia C, Kagan KO, Wright D, Nicolaides KH. Ductus venosus Doppler in screening for trisomies 21, 18 and 13 and Turner syndrome at 11-13 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009 May;33(5):512-7.
5. Le Lous M, Bouhanna P, Colmant C, Rozenberg P, Quibel T. The performance of an intermediate 16th-week ultrasound scan for the follow-up of euploid fetuses with increased nuchal translucency. *Prenat Diagn.* 2016 Feb;36(2):148-53.
6. Sotiriadis A, Papatheodorou S, Eleftheriades M, Makrydimas G. Nuchal translucency and major congenital heart defects in fetuses with normal karyotype: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013 Oct;42(4):383-9
7. Turan OM, Turan S, Berg C, Gembruch U, Nicolaides KH, Harman CR, et al. Duration of persistent abnormal ductus venosus flow and its impact on perinatal outcome in fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 Sep;38(3):295-302.
8. Lees C, Marlow N, Arabin B, Bilardo CM, Brezinka C, Derks JB, et al. Perinatal morbidity and mortality in early-onset fetal growth restriction: cohort outcomes of the trial of randomized umbilical and fetal flow in Europe (TRUFFLE). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013 Oct;42(4):400-8.