

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
-----------------	---

AWMF-Register Nr.	015/019m	Klasse:	S1
--------------------------	-----------------	----------------	-----------



Leitlinie der Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe e.V.
Arbeitsgemeinschaft für materno-fetale Medizin (AGFM), Board für Pränatal- und Geburtsmedizin, Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM), Deutsche Gesellschaft für Pränatal und Geburtsmedizin (DGPGM), Deutsche Gesellschaft für Perinatale Medizin (DGPM)

Standards in der Perinatalmedizin - Dopplersonographie in der Schwangerschaft

Präambel

Die antenatale Dopplersonographie (DS) ist eine der nichtinvasiven Methoden zur Diagnostik einer Gefährdung von Mutter und Fet in der Schwangerschaft. Sie ermöglicht eine Beurteilung der Blutströmung in Gefäßen, die für die Schwangerschaft von entscheidender Bedeutung sind. Der gezielte Einsatz der DS in Risikokollektiven ermöglicht eine signifikante Verringerung der fetalen und perinatalen Morbidität und Mortalität (16,20). Die vorliegenden wissenschaftlichen Ergebnisse waren Veranlassung, dopplersonographische Untersuchungen bei gegebenen Indikationen in die Mutterschaftsrichtlinien aufzunehmen (20). Voraussetzung zum klinischen Einsatz der Dopplersonographie sind eingehende Kenntnisse in der Sonomorphologie und Pathophysiologie der Einheit von Mutter, Plazenta und Fet sowie Grundkenntnisse in der Einschätzung der diagnostischen und klinischen Wertigkeit der Methode (21).

Bei progredienter, schwerer Plazentainsuffizienz werden mehrere Gefäße (z.B. A. umbilicalis, A. cerebri media) longitudinal beobachtet. Unter gleichzeitigem Einschluss venöser Gefäße (evt. auch des fetalen Isthmus aortae) soll versucht werden, den hinsichtlich einer späteren neuromotorischen Entwicklung besten Entbindungszeitpunkt zu finden (19, 8, 24). Untersuchungen der Aa. uterinae im Rahmen der Erst- und Zweittrimesteruntersuchung ermöglichen die Prädiktion von Präeklampsie und früher Wachstumsrestriktion (4).

Grundlagen der Dopplersonographie

Ausgehend von der „continuous wave“-Technik (cw-Doppler), mit der Blutströmungssignale aus unterschiedlich tiefen Gefäßgebieten erhalten werden können, ermöglicht die Weiterentwicklung über die gepulste Dopplertechnik parallel zum B-Bild (Duplex-Verfahren) wie auch die Farbcodierung die tiefen- und ortsselektive Aufzeichnung von Blutströmungen von Mutter und Fet. Gefäßgebiete von klinischer Relevanz z. B. bei Mangelversorgung sind die Aa. uterinae, die Nabelschnurgefäße, die fetale Aorta, die Aa. cerebri mediae und der Ductus venosus. Das Dopplersonogramm zeigt den zeitlichen Verlauf von Blutströmungsgeschwindigkeiten im untersuchten Gefäßabschnitt. Die Genauigkeit der Bestimmung von absoluten und relativen Strömungsgeschwindigkeiten ist abhängig vom Insonationswinkel, der Sendefrequenz und der Breite des Dopplerfensters.

3 Technik

3.1 Kontinuierlicher (cw) Doppler

Sende- und Empfangskristalle arbeiten getrennt, aber gleichzeitig und kontinuierlich. Der cw-Doppler kann hohe Dopplerfrequenzen ohne Einschränkung erfassen. Eine Selektion spezifischer Messbereiche (Tiefenselektion) und gleichzeitige B-Bild-Darstellung ist nicht möglich. Der klinische Einsatz ist mittlerweile im Wesentlichen auf die fetale Echokardiographie beschränkt.

3.2 Gepulster (pw) Doppler

Zum Senden und Empfangen wird derselbe Kristall im Wechsel verwendet. Beim so genannten Duplex-Verfahren wird die synchrone Darstellung von Doppler- und Real-time-B-Bild ermöglicht. Vorteil der gepulsten Doppler-Methode ist, dass durch Einstellung bestimmter Empfangszeiten ein Dopplerfenster, das so genannte „sample volume“, in definierter Tiefe eingestellt werden kann. Unter zusätzlichem Einsatz des B-Bildes ist es so möglich, gezielt ein interessierendes Gefäß zu selektieren und dort die Blutströmung zu registrieren. Zwischen den einzelnen Schallpulsen mit Pulsrepetitionsfrequenzen (PRF) von 2–8 kHz wird das Schallecho empfangen. Hohe Blutströmungsgeschwindigkeiten mit entsprechend hohen Dopplershiftfrequenzen verlangen eine hohe PRF. Physikalisch sind mit dem gepulsten Verfahren nur Dopplershiftfrequenzen bis zur Hälfte der PRF (der so genannten Nyquist-Frequenz) eindeutig bestimmbar. Bei Überschreiten dieser Grenzfrequenz, d. h. bei sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten wie z. B. im Herzen oder im Ductus arteriosus Botalli, werden diese schnellen Strömungen fehlinterpretiert und fälschlicherweise im Rückwärtskanal dargestellt (Aliasing).

3.3 Farbcodierte Dopplersonographie

Die Farbcodierung erlaubt die Visualisierung von Strömungsrichtung und Geschwindigkeitsverteilung im B-Bild. Sie erleichtert dadurch die Identifizierung spezifischer Gefäße, z. B. der Aa. uterinae, und insbesondere das Auffinden kleiner Gefäße.

Anstatt Geschwindigkeit und Richtung kann auch die Amplitudenfläche des Dopplerspektrums farbig dargestellt werden. Damit ist eine richtungsindifferente, aber dafür komplette Erfassung von Strömungen in farbcodierter Darstellung möglich („Angiomode“, „Power Doppler Imaging“). Eine hämodynamische Strömungsanalyse ist jedoch weiterhin nur über die konventionelle Dopplertechnik mit Darstellung eines Dopplersonogramms möglich.

3.4 B-flow, B-flow color

B-flow ist ein B-Bildverfahren zur Visualisierung der realen hämodynamischen Strömungsverhältnisse. Durch spezielle Substraktionsalgorithmen gelingt es, die Erythrozyten im Blut zu detektieren und gegenüber den Geweberechos um ein Vielfaches verstärkt darzustellen. Typische Limitationen des Farbdopplers wie etwa die Gefäßwandüberschreibungen, Aliasing-Phänomene, Winkelabhängigkeit sind bei dieser Technik vernachlässigbar.

Messtechnik

Allgemeine Voraussetzungen

Eine valide dopplersonographische Untersuchung sollte unter mütterlichen Ruhebedingungen stattfinden. Äußere Einflüsse, wie Vena-cava-Syndrom, kreislaufwirksame Substanzen, wie Beta-Sympathomimetika, müssen bei der Interpretation berücksichtigt werden. Auf der fetalen Seite sind Ruhebedingungen (keine Atem- bzw. grobe Körperbewegungen) zu beachten. Bei Tachykardie des Feten (> 160 SpM) kommt es unter anderem zu einer Verkürzung der Diastole und damit zu relativ höheren enddiastolischen Strömungsgeschwindigkeiten. Auch bei der schweren Bradykardie (< 100 SpM) können die üblichen Hüllkurvenindizes nicht benutzt werden.

Bei einer Erhöhung der Schallkopffrequenz im Doppler-Mode steigt auch die Dopplershiftfrequenz und damit die Empfindlichkeit für geringe Flussgeschwindigkeiten an (Vermeidung eines artefiziellen Nullflusses).

Gefäßwandfilter

Der Gefäßwandfilter dient der Unterdrückung von niederfrequenten Gefäßwandbewegungen. Er sollte möglichst niedrig (≤ 100 Hz) gewählt werden, da sonst bei niedrigen diastolischen Blutströmungsgeschwindigkeiten ein diastolischer Signalverlust und damit fälschlicherweise der Eindruck eines diastolischen Flussverlustes entstehen kann.

Winkel

Der Insonationswinkel sollte sowohl für qualitative als auch für quantitative Messungen möglichst klein gewählt (0-10 Grad) werden und 60 Grad nicht überschreiten, um Messfehler gering zu halten. Bei Auftreten eines Nullflusses sollte immer versucht werden, diesen Befund unter genauer Einhaltung eines Winkels von nahe 0 bzw. 180 Grad zu prüfen.

Dopplerfenster (sample volume)

Das Dopplerfenster soll gefäßdeckend platziert werden. Am fetalen Herzen und zumeist auch sonst am Feten werden Dopplerfenster von 2-3 mm in axialer Ausdehnung benutzt.

Skalierung

Zur Verringerung von Ablesefehlern sollte die Skalierung auf dem Bildschirm so gewählt werden, dass die Darstellung des Dopplersonogramms möglichst formatfüllend ist. Dies wird durch die Adjustierung der Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) oder der Geschwindigkeit (je nach Geräteeinstellung) erreicht.

Gefäßwahl

Die in den Mutterschaftsrichtlinien aufgeführten anamnestischen Risiken veranlassen zunächst die Untersuchung im uteroplazentaren Strombett (Aa. uterinae). Bei Befundrisiken stehen die Messungen in den Umbilikalarterien im Vordergrund. Die Blutströmungsanalyse in der Aorta fetalis ist sinnvoll, jedoch wegen der Winkelproblematik häufig mit Fehlern behaftet. Bei pathologischem Blutströmungsmuster in der A. umbilicalis ist die zusätzliche Dopplersonographie in der schallkopfnahen A. cerebri media indiziert. Spezielle Fragestellungen, wie die Anämiediagnostik erfordern quantitative Messungen der Maximalgeschwindigkeit in der A. cerebri media.

Indizes und Messzyklen

In der Praxis hat sich die Messung des Resistance Index (RI), der A/B-Ratio und des Pulsatilitätsindex (PI) bewährt. Die Vorteile der ineinander überführbaren Indizes RI bzw. A/B-Ratio (s. Abbildung 1) liegen in ihrer einfachen Bestimmbarkeit, der hohen Reproduzierbarkeit und der geringen Inter- und Intra-observer-Variabilität. Bei Dopplersonogrammen mit geringen oder fehlenden diastolischen Flussgeschwindigkeiten ist der Pulsatilitätsindex (PI) vorteilhaft, da hier der RI eine zu geringe Diskriminierung von Widerstandsunterschieden ermöglicht.

Für die Impedanzmessung in den Venen wurden der Pulsatility Index für Venen (PIV) bzw. der Resistenzindex für Venen (RIV) entwickelt (22).

Vena umbilicalis: normal: nicht-pulsatile, kontinuierliche Strömung; pathologisch: pulsatile Dopplersonogramm.

Ductus venosus: PIV, RIV und positive (normal) und fehlende bis retrograde (pathologisch) Blutströmung während der Vorhofkontraktion (A-Welle).

Das Dopplersignal sollte bei optimaler Geräteeinstellung über mehrere Zyklen hinweg uniform sein. Eine Mittelung von 3–5 Zyklen kann die Reproduzierbarkeit erhöhen.

Messdauer und Schallintensität

Bei indizierten Untersuchungen soll im Interesse der Sicherheit die Schallintensität begrenzt werden; dazu muss die niedrigst mögliche Sendeleistung eingesetzt werden (ALARA-Prinzip: „As low as reasonably achievable“), die mit einer für die Diagnostik ausreichenden Wiedergabe vereinbar ist. Die Messdauer soll kurz sein oder fraktioniert werden. Der vom Gerät automatisch angezeigte „thermische Index“ (TI) sollte unter 1 liegen.

Die Sendeleistung („gain“) sollte bei möglichst niedriger Ausgangseinstellung so gewählt werden, dass die Hüllkurve visuell eindeutig erkennbar ist. Um dies zu optimieren, können das B-Bild bzw. das Farb-Dopplerbild im Duplex-Modus „eingefroren“ werden (s. S. 8 Patientensicherheit).

5 Signalanalyse

Die Analyse kann auditiv, visuell und metrisch erfolgen. Für die metrische Analyse kann das **gesamte Dopplersonogramm** bzw. dessen **Hüllkurve** verwandt werden.

Hüllkurvenanalyse

Die Hüllkurve stellt die maximale Dopplershiftfrequenz im zeitlichen Verlauf dar. Diese lässt sich bei pulsatiler Blutströmung sowohl **qualitativ** als auch **quantitativ** auswerten.

Für jedes Gefäß gibt es charakteristische Hüllkurvenmuster. Das Verhältnis zwischen systolischen und diastolischen maximalen Shiftfrequenzen kann visuell (Abbildung 2) (5) bzw. metrisch (Indizes, s. Abbildung 1) erfasst werden. Weitere Veränderungen der Hüllkurve wie die frühdiastolische Inzisur (Notch) erfolgen überwiegend visuell, beeinflussen aber auch den PI. Bei bekanntem Insonationswinkel können entsprechend der Dopplerformel aus dem Frequenzshift absolute Maximalgeschwindigkeiten und deren Mittelwerte berechnet werden.

Gesamtspektrum-Analyse

Durch ein Histogramm lässt sich die Frequenzdichte zu jedem beliebigen Zeitpunkt darstellen (Anzahl der randständigen langsameren und der zentralen schnelleren Erythrozyten). Die Gesamtspektrum-Analyse kann ebenfalls qualitativ wie quantitativ erfolgen. Qualitativ ist eine Beurteilung des Dopplerspektrums anhand der Intensität der Leuchtpunkte auf dem Monitor möglich. Quantitativ können bei zusätzlicher Bestimmung des Gefäßquerschnittes Flussvolumina pro Zeiteinheit bestimmt werden.

Gefäße

Aa. uterinae

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die maternoplazentaren Strömungsverhältnisse am aussagekräftigsten durch Messungen in den Aa. uterinae wiedergegeben werden. In diesem Gefäßgebiet haben sich qualitative Analysen bewährt (Indizes und Notch). Aufgrund der höheren Informationsdichte sollte die Hüllkurvenauswertung an diesen Gefäßen bevorzugt durch Messung des Pulsatility Index erfolgen. Die Blutströmungsverhältnisse sind abhängig vom Sitz der Plazenta und vom Gestationsalter. Das Verhältnis von systolischen zu diastolischen Strömungsgeschwindigkeiten ist bei lateralisiertem Plazentasitz in der ipsilateralen A. uterina in der Regel niedriger. Ein Notch kann physiologischerweise bis zum Abschluss der 24. Schwangerschaftswoche (Ende der

Trophoblastinvasion) persistieren. Danach treten insbesondere im 3. Trimenon keine wesentlichen gestationsaltersabhängigen Veränderungen des Strömungsmusters mehr auf (Abbildung 3).

Die Persistenz eines bilateralen Notch-Phänomens bis über 20 oder sogar 24 SSW hinaus bzw. eine fehlende Impedanzerniedrigung in den uterinen Gefäßen geben Hinweise auf eine plazentare Minderdurchblutung, gestörte Trophoblastinvasion und damit drohende Präeklampsie und fetale Hypotrophie.

A. umbilicalis

Die Blutströmung in den Nabelschnurarterien spiegelt summarisch die Perfusionsverhältnisse im plazentaren Strombett wider. In der klinischen Praxis werden die Strömungsverhältnisse qualitativ beurteilt. Im Verlauf der Schwangerschaft nimmt der Anteil der diastolischen Blutströmungsgeschwindigkeiten relativ zu. Ab dem 2. Trimenon findet sich physiologischerweise eine diastolische Vorwärtsströmung (12).

Als pathologisch gilt die Abnahme der diastolischen Blutströmungsgeschwindigkeiten (z. B. $RI \geq 90$. bzw. 95. Perzentile) bis hin zum diastolischen Null- bzw. Rückwärtsfluss (ARED flow = absent or reversed enddiastolic flow). Pathologische Befunde in einer Nabelschnurarterie sollten Veranlassung zu erweiterter Diagnostik an Fet und Plazenta sein.

A. cerebri media

Während im 2. Trimenon das Verhältnis der enddiastolischen zu den systolischen Maximalgeschwindigkeiten annähernd konstant bleibt, steigen ab 36 SSW die diastolischen Blutströmungsgeschwindigkeiten an (Termineffekt). Ein diastolischer Strömungsverlust kann im Gegensatz zu den Aa. umbilicales und zur fetalen Aorta auch in der 2. Schwangerschaftshälfte

physiologischerweise auftreten. Die Analyse absoluter Blutströmungsgeschwindigkeiten ist möglich, bleibt jedoch speziellen Fragestellungen (Anämie) vorbehalten. Die Zunahme der diastolischen Blutströmung mit Absinken der Widerstandsindizes unterhalb der 5. bis 10. Perzentile gilt als pathologisch. Diese Umverteilung kann die Zentralisation des fetalen Kreislaufs z. B. als Ausdruck einer Hypoxämie reflektieren. Im Regelfall besteht dann gleichzeitig eine verminderte diastolische Strömung in den Umbilikalarterien und in der Aorta descendens.

Aorta fetalis

Ab dem 2. Trimenon findet sich physiologischerweise eine diastolische Vorwärtsströmung. Im 3. Trimenon entwickelt sich zunehmend ein frühdiastolischer Frequenzverlust bis hin zu einer frühdiastolischen Inzisierung (Notch). Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit nimmt im Verlauf der Schwangerschaft zu und bleibt ab 36 SSW annähernd konstant. Als pathologische Muster gelten die Abnahme der diastolischen Blutströmung (z. B. $RI > 90$. bzw. 95. Perzentile) bis hin zum ARED flow. Die Messungen der absoluten Blutströmungsgeschwindigkeiten ist möglich, bleibt jedoch speziellen Fragestellungen (Anämie) vorbehalten.

Aufgrund der in der Regel immer ungünstigen Winkeleinstellung zum Gefäß, der in Abhängigkeit zum Messort unterschiedlichen Messergebnisse und der Tatsache, dass die dopplersonographische Messung in der Aorta keine zusätzlichen Informationen zu der Kombination Art. umbilicalis und Art. cerebri media liefert, ist eine Messung in diesem Gefäß eher nicht empfehlenswert.

Aortenisthmus

Der Isthmus aortae fungiert im fetalen Kreislauf als arterielle „Wasserscheide“. Als Antwort auf eine fetale Hypoxämie bzw. Azidämie sinkt der Gefäßwiderstand in der A. cerebri media, während im Isthmus aortae ein immer stärkerer diastolischer Rückfluss auftritt bei gleichzeitiger Verstärkung der koronaren Durchblutung (Ausnutzung der Koronarreserve).

Venöse Gefäße

Bei pathologischen Befunden im arteriellen System können die präkardialen Venen (Vena cava, Ductus venosus, Venae hepaticae) und die Vena umbilicalis zur weiterführenden Diagnostik herangezogen werden (2, 4). Pathologische Strömungsmuster sind gekennzeichnet durch eine Zunahme der Pulsatilität in den herznahen Venen und das Auftreten atemunabhängiger Pulsationen in der Nabelschnurvene.

Indikationen

Mutterschaftsrichtlinien

Die in den Mutterschaftsrichtlinien (23) festgelegten Indikationen zur Doppleruntersuchung sind:

- Verdacht auf intrauterine Wachstumsretardierung,
- schwangerschaftsinduzierte Hypertonie/Präeklampsie/(Eklampsie),
- Zustand nach Mangelgeburt/intrauterinem Fruchttod,
- Zustand nach Präeklampsie/Eklampsie,
- Auffälligkeiten der fetalen Herzfrequenz,
- Begründeter Verdacht auf Fehlbildung/fetale Erkrankung,
- Mehrlingsschwangerschaften mit diskordantem Wachstum,
- Abklärung bei Verdacht auf Herzfehler/Herzerkrankungen.

Fetale Wachstumsrestriktion

Durch die Dopplersonographie der A. umbilicalis können nur pathologische vaskuläre Veränderungen, die eine Erhöhung von Impedanz und Strömungswiderstand in Nabelschnur und Plazenta bewirken, erkannt werden. Eine fetale Wachstumsrestriktion aufgrund einer Plazentafunktionsstörung geht mit einer Unterversorgung und Stresssituation des Feten einher. Bei Progression löst die zunehmende Hypoxämie eine bevorzugte Durchblutung von Gehirn, Myokard und Nebennieren aus. Diese Kreislaufzentralisation kann als Adaptations- und Kompensationsmechanismus angesehen werden. Dieses Phänomen ist als der Versuch des fetalen Organismus zu werten, die zentrale Versorgung über einen gewissen Zeitraum stabil zu halten.

Veränderungen der venösen Blutströmungskurven kündigen die Grenze der Kompensationsmechanismen und ein drohendes Herzversagen aufgrund einer myokardialen Überlastung oder Hypoxie an.

Erweiterte Indikationen

Monochoriale Geminischwangerschaften (z.B. fetofetales Transfusions Syndrom): A. umbilicalis, Ductus venosus und A. cerebri media). Verdacht auf fetale Anämie: systolische Maximalgeschwindigkeit in der A. cerebri media, Präexistente gefäßrelevante maternale Erkrankungen, wie Hypertonie, Nephropathie, Diabetes mellitus, Autoimmunerkrankungen und Gerinnungsstörungen (kein Bestandteil der Mutterschaftsrichtlinien, Autorenkonsens).

Screeninguntersuchungen

Die vorliegenden randomisierten Studien der fetalen Gefäße zeigen zum gegenwärtigen Zeitpunkt keinen Nutzen eines dopplersonographischen Screenings im unausgewählten Kollektiv (2,15, 16). Neuere Untersuchungen in den Aa. uterinae schließen den Nutzen von Screeninguntersuchungen in diesem Gefäßgebiet im Nichttrisikokollektiv allerdings nicht mehr aus (6,7,13,25).

Beginn der Messung

Eine dopplersonographische Untersuchung zur fetalen Zustandsdiagnostik sollte aus theoretischen Sicherheitsüberlegungen erst ab der 20. SSW erfolgen (siehe (15)). Eine Ausnahme bildet der Verdacht auf eine fetale Fehlbildung, ein frühes fetofetales Transfusionssyndrom, eine frühe Anämie bei einer Parvovirus B19-Infektion und die Untersuchung des Ductus venosus im Rahmen des erweiterten Ersttrimesterscreening bezüglich Aneuploidie und Herzfehler.

Vorgehen in Abhängigkeit vom Blutströmungsmuster

Unauffällige Blutströmungsmuster relativieren anamnestische Befundrisiken. Häufigkeit und Zeitabstände von Wiederholungsmessungen müssen sich nach dem zugrundeliegenden klinischen Risiko richten. Außerhalb des Referenzbereichs liegende Messwerte erfordern engmaschige Kontrollen und Zusatzdiagnostik (z. B. erweiterte sonomorphologische Diagnostik). Spätestens bei hoch pathologischen Dopplerbefunden (Blutumverteilung, ARED flow) ist die Einweisung in ein perinatologisches Zentrum erforderlich. Klinische Studien haben erkennen lassen, dass nach Auftreten eines ARED-Musters das Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko stark ansteigt.

Das Ziel ist es, in Abhängigkeit von weiteren Gefährdungszeichen (z. B. Pathologie im venösen System bzw. CTG) die Wahl des Entbindungszeitpunktes zu optimieren, d. h. den Zeitpunkt mit den geringsten Folgeschäden zur Entbindung dieser Kinder zu finden (5, 8,10,11,14). Das heißt einerseits, dass zu frühe Entbindungen und Risiken extremer Prämaturität und andererseits aber auch Notfallsituationen und schwere Azidämien möglichst begrenzt werden sollen. In dieser Hinsicht stellt die Dopplersonographie des fetalen venösen Gefäßsystems in Kombination mit der Herzfrequenzüberwachung (CTG) ein wichtiges Instrument zum fetalen Monitoring dar. Prospektive randomisierte Management-Studien wie die laufende TRUFFLE-Studie sollen zeigen, ob sich dadurch das fetale Outcome verbessern lässt.

Dokumentation

Folgende Schwangerschaftsbefunde und Daten sollen dokumentiert werden: die Indikation zur Dopplersonographie, das Gestationsalter, mindestens ein Indexwert (z. B. RI), eine Abbildung des Dopplersonogramms der untersuchten Gefäße. Ferner soll eine Bewertung und Interpretation der Befunde vorgenommen werden.

Ausbildungsvoraussetzungen

In der Weiterbildungsordnung ist keine präzise Vorgabe zur Dopplersonographie in der Schwangerschaft enthalten.

Die Deutsche Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) hat mit den Spitzenverbänden der gesetzlichen Krankenkassen (GKV) in der Ultraschall - Vereinbarung die Anforderungen an die fachliche Befähigung für die Erbringung und Abrechnung von Leistungen der Ultraschalldiagnostik festgelegt (23). Diese können im Rahmen der Weiterbildung zum Facharzt oder durch eine 18-monatige ständige oder entsprechend teilzeitliche Tätigkeit im Fachgebiet erfüllt werden. Die Befähigung kann auch in einem dreiteiligen Kurs mit Abschlussprüfung erworben werden. Die Genehmigung wird außer bei Fachärzten mit dem Schwerpunkt „Spezielle Geburtshilfe und Perinatalmedizin“ nur nach erfolgreicher Teilnahme an einem Kolloquium erteilt.

Es müssen mindestens 100 Duplex-Sonographien des feto-maternalen Gefäßsystems, davon mindestens 5 pathologische Fälle, nachgewiesen werden.

Patientensicherheit

Als online Parameter zur zeitlichen Begrenzung der gepulsten Dopplermessung stehen dem Anwender der thermische Index (TI) und der mechanische Index (MI) zur Verfügung. Der thermische Index ist definiert als die Ultraschallenergie, die in der Lage ist, die Kerntemperatur des

beschallten Gewebes um 1°C zu erwärmen. Solange der angegebene Messwert <1 liegt, ist der oben angegebene Bioeffekt nicht zu erwarten, d.h. die Untersuchung darf fortgesetzt werden (1). **Der mechanische Index** beschreibt den Intensitätsgehalt und den Spitzendruckwert der transmittierten Ultraschallwelle und damit die Fähigkeit, Bläschenbildung (Kavitationseffekt) z.B. in Flüssigkeiten pulmonaler Strukturen zu erzeugen. Ein negativer Spitzendruck MI < 0,5 MegaPascal gilt als unbedenklich. Der angewandte Ultraschallmodus spielt folgende Rolle in Richtung steigender TI und MI Werte: B-Mode < M-Mode < Color-Flow-Mapping < gepulster Doppler.

Die bisherigen randomisierten klinischen Studien haben keinen Hinweis auf eine Schädigung des Feten in vivo ergeben. Dennoch sind die Empfehlungen der Watchdog-Gruppen zu Sicherheitsüberlegungen, die rein theoretisch begründet sind – wie das ALARA-Prinzip –, sowie Pausen nach Erreichen der Grenzwerte von TI und MI als Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten (1,17,18).

Literatur

- 1) [Abramowicz JS, Barnett SB, Duck FA, Edmonds PD, Hynynen KH, Ziskin MC](#) (2008) Fetal thermal effects of diagnostic ultrasound. 27:541-59
- 2) Alfirevic Z, Stampallia T, Gyte GM (2010) Fetal and umbilical Doppler ultrasound in normal pregnancy. Cochrane Database Syst. Rev. 2010; CD001450
- 3) Alfirevic Z, Stampallia T, Gyte GM. Fetal and umbilical Doppler ultrasound in high risk pregnancies. Cochrane Database Syst. Rev. 2010; CD007529
- 4) Akolekar R: Prediction of early, intermediate and late pre-eclampsia from maternal factors, biophysical and biochemical markers at 11-13 weeks. Prenatal Diagnosis 2011; 31: 66-74.
- 5) [Baschat AA](#). Arterial and venous Doppler in the diagnosis and management of early onset fetal growth restriction. [Early Hum Dev](#). 2005; 81: 877-887.
- 6) [Becker R, Vonk R](#). Doppler sonography of uterine arteries at 20-23 weeks: depth of notch gives information on probability of adverse pregnancy outcome and degree of fetal growth restriction in a low-risk population. [Fetal Diagn Ther.](#) PMID: 20093804, Epub 2010; 27: 78-86
- 7) [Bujold E, Morency AM, Roberge S, Lacasse Y, Forest JC, Giguère Y](#). Acetylsalicylic acid for the prevention of preeclampsia and intra-uterine growth restriction in women with abnormal uterine artery Doppler: a systematic review. [J Obstet Gynaecol Can.](#) 2009; 31: 818-826.
- 8) Figueras F, Benavides A, Del Rio M et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: longitudinal changes in ductus and aortic isthmus. Ultrasound Obstet Gynecol 2009; 33: 39-43.
- 9) Hecher K, Campbell S, Snijders R, Nicolaides K. Reference ranges for fetal venous and atrioventricular blood flow parameters. Ultrasound Obstet Gynecol 1994; 4: 381–390
- 10) Hecher K, Bilardo CM, Stigter RH, Ville Y, Hackelöer BJ, Kok HJ, Senat MV, Visser GHA. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. Ultrasound Obstet Gynecol 2001; 18: 564–570
- 11) Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas HG, Hellevik LR. Ultrasonographic velocimetry of the fetal ductus venosus. Lancet 1991; 338: 1412–1414
- 12) Laurin J, Lingman G, Marsal K, Persson PH. Fetal blood flow in pregnancies complicated by intrauterine growth retardation. Obstet Gynecol 1987; 69: 895–902
- 13) Papageorgiou AT, Yu CKH, Bindra R, Pandis G, Nicolaides KH. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks gestation. Ultrasound Obstet Gynecol 2001; 18: 441–449

- 14) [Mari G, Hanif F](#). Fetal Doppler: umbilical artery, middle cerebral artery, and venous system. [Semin Perinatol](#). 2008; 32: 253-257
- 15) Neilson JP. Doppler ultrasound in high risk pregnancies. In: EnkinMW Keirse MJNC, Renfrew MJ, Neilson JP (Eds). Pregnancy and Childbirth Module. Oxford: Update software 1995, disk issue 1 (Cochrane database of systematic reviews)
- 16) Neilson JP, Alfirevic Z. Doppler ultrasound for fetal assessment in high-risk pregnancies (Cochrane Review). In: The Cochrane Library. Issue 3, 2001. Oxford: Updated Software
- 17) Steiner H, Schneider KTM (eds). In: Dopplersonographie in Geburtshilfe und Gynäkologie (2. Auflage) Springer Verlag Heidelberg, New York: KTM Schneider Sicherheitsaspekte 2007; 7 : 59-68.
- 18) [Ter Haar G](#). (2010) Ultrasound bioeffects and safety. [Proc Inst Mech Eng H](#). 2010; 224: 363-373
- 19) Toran OM, Turan S, Gungor S et al: Progression of Doppler abnormalities in intrauterine growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 160-167.
- 20) Westergaard HB, Langhoff-Roos J, Lingman G, Marsal K, Kreiner S. A critical appraisal in high-risk pregnancies: use of meta-analyses in evidence-based obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 466–476
- 21) GonserM, Vetter K. Diagnostische und klinische Wertigkeit der Dopplersonographie in der Geburtshilfe. *Geburtsh Frauenheilk* 1995; 55: 605–615
- 22) DeVore GR, Horenstein J. Ductus venosus index: a method for evaluating right ventricular preload in the second trimester fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; 3: 338–342.
- 23) Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs, 2 SGB V zur Ultraschalldiagnostik (Ultraschall-Vereinbarung) vom 31.10.2008 in der Fassung vom 23.06.2009.
- 24) Yagel S, Kilevitch Z, Cohen M et al: The fetal venous system. Part II: ultrasound evaluation of the fetus with congenital venous malformation or developing circulatory compromise. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 36: 93-111.
- 25) [Zhong Y, Tuuli M, Odibo AO](#). First-trimester assessment of placenta function and the prediction of preeclampsia and intrauterine growth restriction. [Prenat Diagn](#). 2010; 4: 293-308.

Mitglieder der Expertengruppe 2011/2012:

Prof. Dr. KTM Schneider, München (federführend)
PD Dr. M. Gonser, Wiesbaden
Prof. Dr. D. Grab, München
Prof. Dr. K. Hecher, Hamburg
Prof. Dr. A. Rempen, Schwäbisch Hall
PD Dr. T. Schramm, München
Prof. Dr. H. Steiner, Salzburg
Prof. Dr. K. Vetter, Berlin
Prof. Dr. J. Voigt, Kaiserslautern
Prof. Dr. J. Wisser, Zürich

Die Handlungsempfehlung wurde im informellen Expertenkonsens als S1-Handlungsempfehlung der DGGG erarbeitet.

Die Interessenkonflikterklärungen der Autoren liegen vor. Es existieren keine Interessenkonflikte.

Die Leitlinie wurde vom Vorstand der DGGG einstimmig am 05/2012 verabschiedet.

Erstpublikation: 2002. Online-Publikation der Überarbeitung: 27.6.2012.

Nächste Überprüfung geplant: 06/2016

© DGGG 2012

23.06.2017: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 31.3.2018

Erstellungsdatum:	2000
Überarbeitung von:	06/2012
Nächste Überprüfung geplant:	06/2017

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

© Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe
Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online