

Fetale Farbdoppler-Echokardiographie

Grundlagen und Möglichkeiten

Die Farbdopplersonographie wurde als neueste Methode in der Echokardiographie seit Mitte der 80er Jahre zunehmend in der pränatalen Diagnostik von Herzfehlern eingesetzt (Chaoui u. Bollmann 1994; Devore 1992; Gembruch et al. 1988, 1990). Das Prinzip beruht auf einer farbkodierten Verarbeitung von Dopplersignalen. Der Farbdoppler ist als Erweiterung des konventionellen gepulsten Systems aufzufassen, denn es handelt sich um einen sog. Flächendoppler (multigated pulsed Doppler): im Bereich von vielen entlang den Dopplershift-Frequenzen abgeleitet und daraus dann die momentanen mittleren Geschwindigkeiten elektronisch errechnet. Die Wiedergabe dieser erfolgt dann nicht wie im pw-Doppler separat als Spektrum im Duplexbild, sondern farbkodiert und dem zweidimensionalen Real-time-Bild aufgelagert (Chaoui u. Bollmann 1994).



32. SSW: Im apikalen Vierkammerblick wird die diastolische Perfusion dargestellt (rot: zum Schallkopf hin) mit deutlicher Trennung des rechts- und linksventrikulären Einflußstrakts durch das intakte interventrikuläre Septum

Die Farbdopplersonographie ist im Vergleich zur Spektraldopplertechnik in vielerlei Hinsicht leichter zu handhaben. Sie verschafft eine sofortige Übersicht über die allgemeine Hämodynamik mit einem raschen Erkenntnisgewinn, so daß in kurzer Zeit eine Beantwortung der Fragestellung möglich ist. Im Gegensatz zum Spektraldoppler gibt sie lediglich eine deskriptive Information über die Blutflüsse wieder, ohne die Möglichkeit der Quantifizierung. Pw-Spektral- und farbkodierter Doppler können sich damit insofern ergänzen, daß die Farbe als Orientierungshilfe herangezogen wird, um dann die Meßmarke des pw-Dopplers in das gewünschte Gebiet einzusetzen und somit gezielt die Geschwindigkeiten abzuleiten.

Analyse für Farbdopplerbildes:

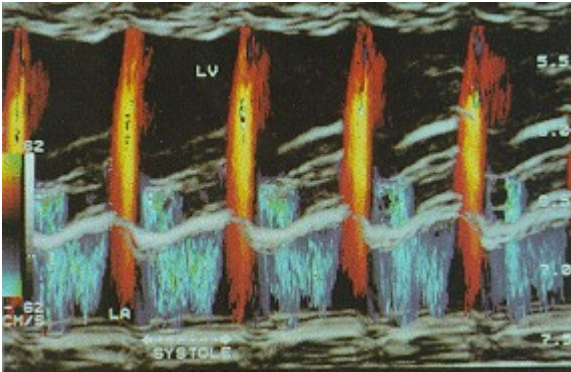
1. Blutflüsse in **Richtung** des Schallkopfes werden in Rot (positive Doppler-Shifts) und die vom Schallkopf weg in Blau dargestellt.
2. Die abgeleiteten **Geschwindigkeiten** sind proportional zu den **Helligkeitsstufen**, so daß mit zunehmender Geschwindigkeit die entsprechende Farbe heller wird (hellrot bzw. hellblau). (s. auch Aliasing-Effekt).
3. Bei **Turbulenzen** (wie bei Stenosen bzw. Insuffizienzen) ist der laminare Blutfluß aufgehoben und man erfaßt eine hohe Anzahl von abweichenden gemessenen mittleren Geschwindigkeiten (Varianz!). Im Farbdoppler wird ein solches Flußmuster durch eine Mischung der Farbe grün kenntlich gemacht, wobei die Stärke dieser Varianz durch die Menge des den Farben Rot und Blau beigemischten Grüns wiedergegeben wird. Es entsteht ein "Mosaikmuster" mit Türkiszusatz als Summe von blau und grün für die negativen und Gelbzusatz als Summe von rot und grün für die positiven Doppler-Shifts.

Optimale Einstellung im Farbdoppler in der fetalen Echokardiographie

Die Farbdopplertechnik ermöglicht die Darstellung der zeitlichen und räumlichen Verteilung des intrakardialen Blutflusses und ist am ehesten mit einer "sonographischen Angiokardiographie" (Devore et al. 1987) vergleichbar. Um eine optimale Antwort auf die Fragestellung durch die Farbe zu bekommen, muß die kardiale Anatomie des untersuchten Fetus unbedingt vorher genau im B-Bild analysiert werden.

Um dann eine optimale Einstellung zu bekommen, sind einige Grundsätze zu berücksichtigen:

- Möglichst paralleler Verlauf des Blutflusses und des Ultraschallbündels (Winkel nahe 0° bzw. 180°).
- Das Bild bzw. der Farbsektor im Real-time- und im Farbdopplermodus sollten schmal eingestellt werden, so daß eine hohe Bildfolgefrequenz (sog. "high frame rate") möglich wird.
- Die sog. "persistence" (oder das "smoothing"), die ein "technisches" längeres Persistieren der Farbe auf dem Bildschirm hervorrufen, sollten auf ein Minimum reduziert werden.



22. SSW: Farbdoppler-M-mode-Echokardiogramm bei einem Fetus mit einer Trikuspidalatresie und Insuffizienz der Mitrals.



35. SSW: Kompletter AV-Kanal mit Mischung des Blutes beider Einflußtrakte über den Defekt während der Diastole.

Ähnlich wie die Einstellung eines High-pass-Filters in der pw-Dopplersonographie zur Ausschaltung von Geräuschen durch Klappenbewegungen sollte man im Farbdopplermodus je nach Fragestellung die entsprechende Farbempfindlichkeit oder den Farbfilter einstellen. In der Beurteilung der Blutflüsse im Bereich der Einfluß- bzw. Ausflußtrakte empfiehlt es sich, eine niedrige Farbempfindlichkeit oder einen höheren Filter auszuwählen, so daß nicht jede Bewegung von Klappen und Septen, sondern nur der echte Blutstrom farbig abgebildet wird. Versucht man dagegen, feine Gefäße bzw. langsame Blutflüsse darzustellen (z.B. Pulmonalvenen), so empfiehlt es sich, die Farbempfindlichkeit höher zu wählen.

Am fetalen Herzen und in den zuführenden und abführenden Gefäßen herrschen unterschiedliche Blutflußgeschwindigkeiten. Nur die Kenntnis dieser und die entsprechende Einstellung des Geschwindigkeitsbereichs (Über die PRF) vermag ein optimales aussagekräftiges Bild im Farbmodus zu geben. So liegen die Geschwindigkeiten im venösen System (Vv. Cavae und Vv. pulmonales) im Bereich von ca. 7-20cm/s, in Höhe der AV-Klappen im Bereich von ca. 40-60cm/s und über den Semilunarklappen im Bereich von ca. 50-90cm/s.

Durch die hohe fetale Herzfrequenz ist zum einen die simultane Beurteilung der intrakardialen Flüsse am Herzen oft problematisch und zum anderen das "Einfrieren" ("freeze") eines aussagekräftigen Bildes zum richtigen Zeitpunkt der Dokumentation des Befunds eher ein Glücksfall. Eine detaillierte kardiale Beurteilung im Farbdoppler ist heute nicht mehr ohne die Verwendung einer Cine-loop-Technik möglich.