

Panduan Praktek ISUOG : penggunaan ultrasonografi Doppler dalam obstetri

Komite Standar Klinik

Perhimpunan Internasional Ultrasonografi Obstetri Ginekologi / The International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) adalah suatu organisasi ilmiah yang menganjurkan praktek klinik, pendidikan dan penelitian yang baik berhubungan dengan pencitraan diagnostik pada pelayanan kesehatan perempuan. Komite Standar Klinik (Clinical Standards Committee / CSC) ISUOG telah mengembangkan berbagai Panduan Praktek dan Pernyataan Konsensus yang mendukung praktisi pelayanan kesehatan dengan suatu pendekatan berdasarkan konsensus terhadap pencitraan diagnostik. Semua bertujuan menunjukkan berbagai hal yang dipertimbangkan oleh ISUOG sebagai praktek yang terbaik pada saat diterbitkan. Meskipun ISUOG telah berusaha untuk memastikan bahwa Panduan adalah akurat pada saat diterbitkan, Perhimpunan maupun jajaran karyawan dan anggota tidak menerima liabilitas sebagai konsekuensi dari data inakurat atau keliru, opini atau pernyataan yang dikeluarkan oleh CSC. Dokumen tidak bertujuan untuk menetapkan suatu standar hukum terhadap pelayanan karena interpretasi dari bukti yang mendasari Panduan mungkin dipengaruhi oleh situasi individual dan sumber daya yang tersedia. Panduan yang disetujui (Approved Guidelines) dapat didistribusi bebas dengan persetujuan ISUOG (info@isuog.org).

CAKUPAN DOKUMEN

Dokumen ini merangkum Panduan Praktek tentang bagaimana melakukan ultrasonografi Doppler pada sirkulasi fetoplasental. Kepentingan yang terutama adalah untuk tidak memaparkan embryo dan fetus terhadap energi ultrasound yang berbahaya, terutama pada masa-masa awal kehamilan. Pada masa-masa tersebut, rekaman Doppler, bila terindikasi secara klinis, harus dilakukan dengan level energi terendah yang memungkinkan. ISUOG telah menerbitkan panduan untuk penggunaan ultrasonografi Doppler pada pemeriksaan janin usia kehamilan 11 sampai 13+6 minggu¹. Dalam pencitraan Doppler, tampilan thermal index (TI) harus ≤ 1.0 dan waktu paparan harus dijaga sesingkat mungkin, umumnya tidak lebih dari 5-10 menit dan tidak melebihi 60 menit¹.

Tidak termasuk dalam tujuan Panduan ini untuk menentukan indikasi klinik, menentukan saat yang sesuai secara spesifik pemeriksaan Doppler dalam kehamilan, atau membahas

bagaimana interpretasi penemuan atau penggunaan Doppler dalam echokardiografi janin. Tujuan adalah untuk deskripsi ultrasonografi pulsasi Doppler (pulsed Doppler ultrasound) dan berbagai modalitas yang berbeda: spectral Doppler, pemetaan arus berwarna / color flow mapping, dan power Doppler, yang banyak digunakan dalam studi sirkulasi maternal-fetal. Kita tidak mendeskripsikan teknik gelombang kontinu / continuous wave Doppler, karena ini tidak biasa diaplikasikan dalam pencitraan obstetri; namun, pada kasus-kasus di mana janin memiliki kondisi dengan kecepatan arus darah yang sangat tinggi (misalnya stenosis aorta atau regurgitasi tricuspid) mungkin bermanfaat untuk menentukan kecepatan maksimum dengan menghindari penyamaran / aliasing.

Teknik-teknik dan praktek yang dideskripsikan pada Panduan ini telah diseleksi untuk meminimalisasi kekeliruan pengukuran / measurement errors, dan meningkatkan reproduibilitas. Hal-hal ini mungkin tidak dapat diaplikasikan pada kondisi-kondisi klinik spesifik tertentu atau untuk protokol penelitian.

REKOMENDASI

Peralatan apa yang diperlukan untuk evaluasi Doppler pada sirkulasi fetoplasental ?

- Peralatan harus memiliki kemampuan arus berwarna (color flow) dan gelombang spektral (spectral wave) dengan tampilan pada layar untuk skala kecepatan aliran (flow velocity scales) dan frekuensi pengulangan pulsasi (pulse repetition frequency / PRF) dan frekuensi ultrasonografi Doppler (dalam MHz).
- Mechanical index (MI) dan TI harus ditampilkan pada layar ultrasound.
- Sistem ultrasound harus menghasilkan maximum velocity envelope (MVE) menunjukkan seluruh bentuk gelombang / waveform spectral Doppler.
- MVE harus dapat digariskan (delineate) menggunakan trace waveform otomatis atau manual.
- Perangkat lunak sistem / system software harus mampu untuk memperkirakan kecepatan puncak sistolik (peak systolic velocity / PSV), kecepatan akhir diastolik (end diastolic velocity / EDV) dan rata-rata kecepatan maksimum menurut waktu (time-averaged maximum velocity) dari MVE, dan untuk kalkulasi index Doppler yang sering digunakan seperti pulsatilitas

(pulsatility index / PI), resistensi (resistance index / RI), dan rasio kecepatan sistolik/diastolik (S/D ratio). Pada pemetaan, berbagai point yang diikutsertakan dalam kalkulasi harus ditunjukkan, untuk memastikan index-index dikalkulasi dengan benar.

Bagaimana akurasi pengukuran Doppler dapat optimal ?

Ultrasonografi Doppler gelombang pulsasi (pulsed wave)

- Rekaman harus dilakukan pada saat tidak adanya pergerakan napas atau badan janin, dan bila diperlukan dengan sementara menahan napas ibu.
- Pemetaan aliran berwarna / color flow mapping adalah tidak wajib, namun dapat sangat berguna untuk identifikasi pembuluh darah yang diperiksa dan menentukan arah aliran darah.
- Insonasi optimal adalah kesejajaran penuh / complete alignment dengan aliran darah. Ini menentukan kondisi yang terbaik untuk mengukur kecepatan absolut dan bentuk gelombang / waveform. Deviasi kecil dalam sudut mungkin terjadi. Sudut insonasi 10° berhubungan dengan 2% velocity error, dan sudut 20° dengan 6% error. Jika kecepatan absolut adalah parameter klinik yang penting (misalnya arteri cerebri media / middle cerebral artery (MCA)) dan sudut diperoleh > 20°, koreksi sudut dapat digunakan, namun hal ini sendiri mungkin juga menyebabkan error. Dalam kasus demikian, jika perekaman tidak dapat menjadi lebih baik dengan insonasi yang berulang, perlu ditambahkan pernyataan tentang sudut insonasi dan apakah koreksi sudut dilakukan atau yang dicatat adalah kecepatan yang tidak dikoreksi.
- Dianjurkan untuk mulai dengan area / gate Doppler yang relatif luas (volume sampel) untuk memastikan perekaman kecepatan maksimum selama keseluruhan pulsasi. Bila interferensi dari pembuluh darah lain menjadi masalah maka area / gate dapat diperkecil untuk memperbaiki perekaman. Penting diingat bahwa volume sampel dapat diperkecil hanya pada tingginya, bukan pada lebarnya.
- Serupa dengan pencitraan skala kelabu (gray-scale), penetrasi dan resolusi sinar Doppler dapat dioptimasi dengan mengatur frekuensi (MHz) dari probe Doppler.
- Filter terhadap dinding pembuluh darah, kadang disebut sebagai 'low velocity reject', 'wall motion filter' atau 'high pass filter', digunakan untuk menghilangkan gangguan / noise dari gerakan dinding pembuluh darah. Sesuai konvensi, ini harus diatur serendah mungkin ($\leq 50-60$ Hz) untuk menghilangkan noise frekuensi rendah dari pembuluh darah perifer. Bila menggunakan filter yang lebih tinggi, efek rancu seperti absent EDV dapat terjadi (lihat Gambar 4b).
- Wall filter yang lebih tinggi bermanfaat untuk suatu MVE yang jelas dari struktur seperti saluran keluar aorta dan pulmonal. Wall filter yang rendah dapat menyebabkan noise, tampak sebagai artefak aliran dekat terhadap garis dasar / baseline atau setelah penutupan katup.
- Pergerakan sweep horizontal Doppler harus cukup cepat untuk memisahkan waveform yang berurutan. Ideal adalah tampilan empat sampai enam (tidak lebih dari delapan sampai 10) siklus kardial lengkap. Untuk laju detak jantung janin 110-150 bpm, kecepatan sweep 50-100 mm/detik adalah adekuat.
- PRF harus diatur menurut pembuluh darah yang diperiksa: PRF rendah akan membantu visualisasi dan pengukuran akurat

flow kecepatan rendah; namun, akan terbentuk aliasing jika dijumpai kecepatan yang tinggi. Waveform harus memenuhi minimal 75% dari layar Doppler (lihat Gambar 3).

- Pengukuran Doppler harus reproduksibel. Jika terdapat perbedaan yang nyata antara pengukuran, perekaman ulangan dianjurkan. Secara konvensional, pengukuran dekat dengan yang diharapkan dapat dipilih untuk dilaporkan, kecuali secara teknis inferior.
- Untuk meningkatkan kualitas perekaman Doppler, diperlukan update berkala dari gambar gray-scale real-time atau color Doppler (sesudah konfirmasi gambar real-time di mana gate Doppler diposisikan dengan benar, gambaran dua-dimensi (2D) dan/atau color Doppler harus dihentikan (frozen) pada saat waveform Doppler sedang direkam.
- Pastikan posisi yang benar dan optimasi perekaman Doppler dari gambar 2D frozen dengan mendengarkan representasi audibel / suara dari pergeseran / shift Doppler melalui pengeras suara.
- Gain harus diatur untuk melihat dengan jelas waveform velocity Doppler, tanpa adanya artefak pada latar belakang tampilan.
- Dianjurkan untuk tidak mengubah terbalik (invert) tampilan Doppler pada layar ultrasound. Pada evaluasi jantung janin dan pembuluh-pembuluh darah sentral sangat penting untuk menjaga tampilan arah aliran warna dan gelombang pulsasi Doppler. Secara konvensional, aliran ke arah menuju transduser ultrasound ditampilkan berwarna merah, dan pola gelombang / waveform terletak di atas baseline pada MVE, sementara aliran ke arah menjauh dari transduser ditampilkan berwarna biru dan waveform di bawah baseline.

Ultrasonografi Doppler berwarna terarah (color directional)

- Dibandingkan pencitraan kelabu / gray-scale, Doppler berwarna meningkatkan tenaga yang dihantarkan. Resolusi Doppler berwarna semakin tinggi jika jendela warna (color box) diperkecil ukurannya. Perlu berhati-hati menilai MI dan TI karena mereka berubah sesuai dengan ukuran dan kedalaman dari color box.
- Meningkatkan ukuran dari color box juga meningkatkan waktu proses dan menurunkan laju frame / frame rate; box harus dijaga sekecil mungkin untuk meliputi hanya area studi.
- Skala kecepatan atau PRF harus diatur untuk menunjukkan kecepatan warna yang sesungguhnya dari pembuluh darah yang diperiksa. Bila PRF tinggi, pembuluh darah kecepatan rendah tidak akan tampak pada layar. Bila PRF rendah diaplikasikan secara keliru, akan timbul aliasing sebagai kode warna kecepatan yang berlawanan dan arah aliran menjadi tidak jelas (ambiguous flow direction).
- Untuk pencitraan kelabu / gray-scale, resolusi dan penetrasi Doppler berwarna tergantung pada frekuensi ultrasound. Frekuensi untuk mode Doppler berwarna harus diatur untuk optimasi signal.
- Gain harus diatur untuk mencegah noise dan artefak yang muncul sebagai tampilan random titik-titik berwarna pada latar belakang layar.
- Filter juga harus diatur untuk eksklusi noise dari area studi.
- Sudut insonasi mempengaruhi gambar Doppler berwarna harus diatur dengan optimasi posisi probe ultrasound sesuai dengan pembuluh darah atau area studi.

Ultrasonografi power Doppler dan directional power Doppler

- Prinsip-prinsip fundamental yang sama juga berlaku untuk color directional Doppler.
- Sudut insonasi memiliki efek lebih kecil pada signal-signal power Doppler; namun, proses optimasi serupa seperti color directional Doppler harus dilakukan.
- Pada power Doppler tidak ada fenomena aliasing; namun, PRF rendah yang kurang tepat dapat menyebabkan banyak noise dan artefak.
- Gain harus dikurangi untuk mencegah amplifikasi dari noise (tampak sebagai warna yang serupa / uniform pada latar belakang).

Bagaimana teknik yang tepat untuk mendapatkan gambaran gelombang / waveform Doppler arteri uterina ?

Menggunakan ultrasound Doppler, cabang utama arteri uterina dilokalisasi dengan mudah pada sambungan cervicocorporeal, dengan bantuan pencitraan warna real-time. Doppler velocimetry biasanya diukur dekat dengan lokasi ini, secara transabdominal^{2,3} maupun transvaginal³⁻⁵. Kecepatan absolut dapat memiliki kepentingan klinis yang kecil atau tidak, namun penilaian semikuantitatif dari bentuk gelombang / waveform sering dilakukan. Pengukuran harus dilaporkan terpisah untuk arteri uterina kanan dan kiri, dan adanya takik / notching harus dicatat.

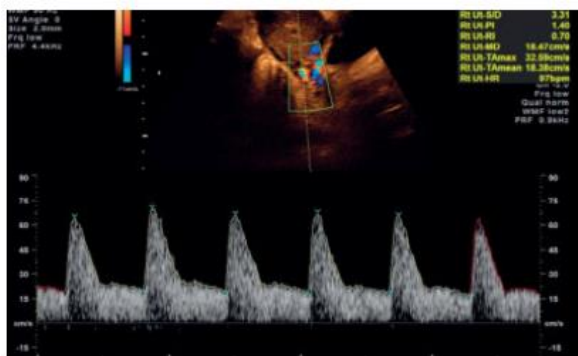
Evaluasi arteri uterina trimester pertama (Gambar 1)

1. Teknik transabdominal

- Transabdominal, potongan midsagital dari uterus didapatkan dan canalis cervicalis diidentifikasi. Kandung kemih maternal yang kosong lebih dianjurkan.
- Probe kemudian digeser ke lateral sampai plexus vaskular paracervicalis terlihat.
- Color Doppler dinyalakan dan arteri uterina diidentifikasi saat mengarah ke kranial naik ke corpus uteri.
- Pengukuran dilakukan pada point ini, sebelum arteri uterina bercabang menjadi arteri-arteri arcuata.
- Proses yang sama diulangi pada sisi kontralateral.

2. Teknik transvaginal

- Transvaginal, probe ditempatkan pada fornix anterior.



Gambar 1 Pola gelombang / waveform dari arteri uterina didapatkan secara transabdominal pada trimester pertama.

Sama seperti teknik transabdominal, probe digeser ke lateral untuk visualisasi plexus vaskular paracervicalis, dan langkah-langkah di atas dilakukan dengan urutan yang sama seperti pada teknik transabdominal.

- Perlu berhati-hati untuk tidak melakukan insonasi arteri cervicovaginalis (mengarah dari cephalad ke caudad) atau arteri arcuata. Kecepatan melebihi 50 cm/detik adalah tipikal arteri uterina, yang membedakan pembuluh ini dari arteri arcuata.

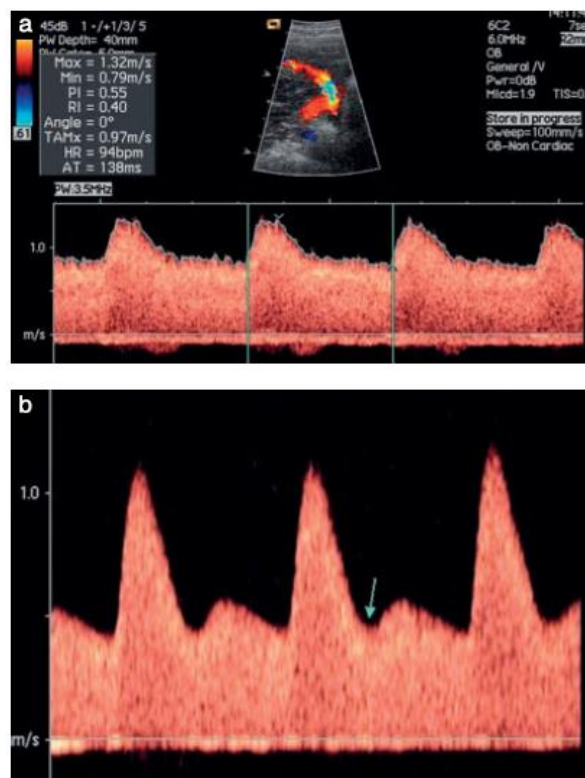
Evaluasi arteri uterina pada trimester kedua (Gambar 2)

1. Teknik transabdominal

- Transvaginal, probe ditempatkan longitudinal pada kuadran lateral bawah abdomen, dengan sudut ke arah medial. Pemetaan aliran berwarna / color flow mapping berguna untuk identifikasi arteri uterina karena tampak menyilang arteri iliaca externa.
- Volume sampel ditempatkan 1 cm ke arah hilir / downstream dari lokasi persilangan tersebut.
- Pada sebagian kecil kasus, arteri uterina bercabang sebelum persimpangan arteri iliaca external, volume sampel harus ditempatkan pada arteri tepat sebelum percabangan / bifurcatio arteri uterina.
- Proses yang sama diulangi pada arteri uterina sisi kontralateral.
- Dengan usia gestasi yang semakin besar, uterus biasanya mengalami dextrorotasi. Karena itu, arteri uterina sebelah kiri tidak mengalir terlalu lateral seperti sebelah kanan.

2. Teknik transvaginal

- Pasien diminta mengosongkan kandung kemih dan ditempatkan pada posisi dorsal litotomi.



Gambar 2 Pola gelombang / waveform dari arteri uterina didapatkan secara transabdominal pada trimester kedua. Gambaran waveform yang normal (a) dan abnormal (b); perhatikan takik / notch (tanda panah) pada signal Doppler pada gambar (b).

- Probe harus ditempatkan pada fornix lateral dan arteri uterina diidentifikasi, menggunakan color Doppler, pada level ostium cervicalis interna.
- Hal yang sama kemudian diulangi pada arteri uterina sisi kontralateral.

Perlu diingat bahwa sebaran / range nilai referensi untuk index-index Doppler arteri uterina tergantung pada teknik pengukuran, sehingga range nilai referensi yang sesuai harus digunakan untuk rute transabdominal³ dan transvaginal⁴. Teknik-teknik insonasi harus mengikuti sedekat mungkin teknik-teknik yang digunakan untuk menentukan range nilai referensi tersebut.

Catatan : Pada wanita dengan anomali uterus kongenital, penilaian index Doppler arteri uterina dan interpretasi dapat tidak reliabel, karena semua studi publikasi adalah pada wanita dengan (dianggap) anatomi normal.

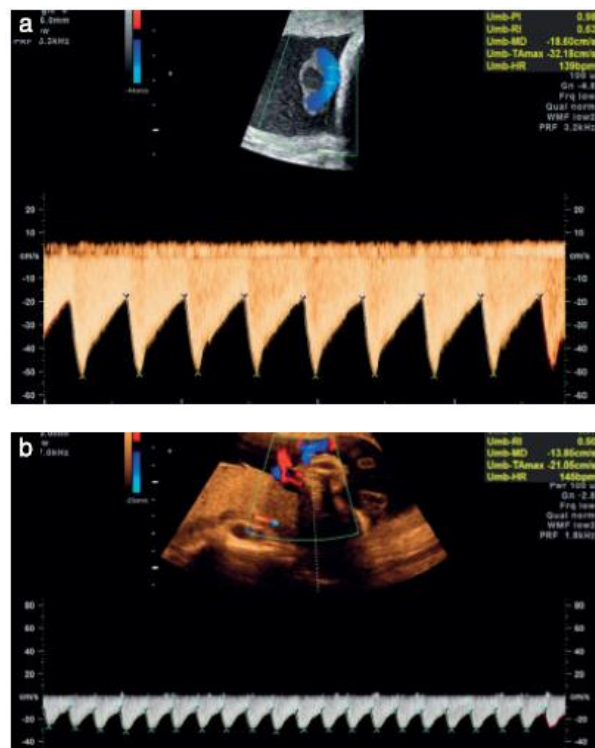
Bagaimana teknik yang tepat untuk mendapatkan gambaran gelombang / waveform Doppler arteri umbilikalis ?

Terdapat perbedaan signifikan pada index-index Doppler yang diukur pada bagian ujung janin, bagian lengkung bebas / free loop dan pada bagian ujung plasental dari tali pusar⁶. Tahanan / impedance tertinggi berada pada bagian ujung janin, dan pola aliran absent / reverse end-diastolic flow sering terlihat pertama pada bagian ini. Range nilai referensi untuk Doppler arteri umbilikalis pada lokasi ini telah dipublikasi^{7,8}. Untuk tujuan kesederhanaan dan konsistensi, pengukuran harus dilakukan pada bagian free loop. Namun, pada kehamilan multipel, dan/atau bila membandingkan pengukuran berulang secara longitudinal, pemeriksaan pada situs yang terfiksasi, misalnya pada bagian ujung janin, ujung plasental, atau portio intraabdominal, mungkin lebih reliabel. Range nilai referensi harus digunakan sesuai dengan situs yang diperiksa.

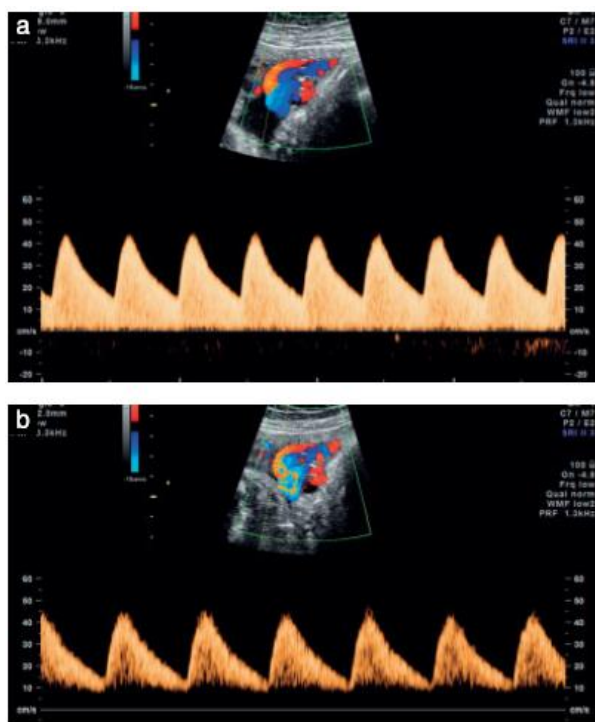
Gambar 3 menunjukkan rekaman pola gelombang / velocity waveform yang dapat diterima dan tidak dapat diterima. Gambar 4 menunjukkan pengaruh dari filter dinding pembuluh darah / vessel wall filter.

Catatan: 1) Pada kehamilan multipel, penilaian aliran darah arteri umbilikalis dapat lebih sulit, karena kesulitan menentukan suatu lengkung tali pusar terhadap satu janin yang spesifik. Lebih baik melakukan sampel arteri umbilikalis sedikit distal daripada insersi abdomen tali pusar. Namun, impedansi pada lokasi tersebut lebih tinggi daripada pada free loop dan pada insersi tali pusar pada plasenta, sehingga diperlukan daftar referensi yang tepat.

2) Pada tali pusar dengan banya dua-pembuluh (two-vessel cord), pada usia kehamilan berapapun, diameter arteri umbilikalis tunggal adalah lebih besar daripada jika terdapat dua arteri, dan impedance juga menjadi lebih rendah⁹.



Gambar 3 Pola gelombang / waveform dari arteri umbilikalis yang dapat diterima (a) dan tidak dapat diterima (b). Pada (b), waveform terlalu kecil dan kecepatan sweep terlalu lambat.



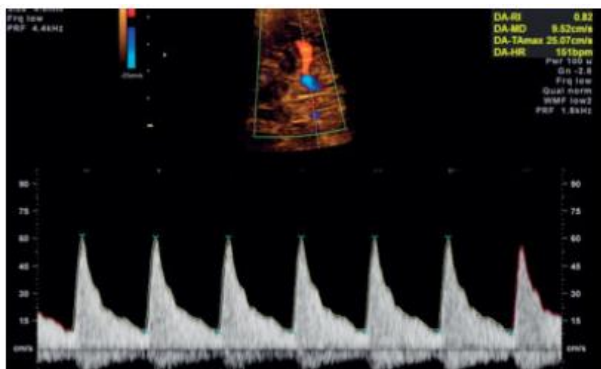
Gambar 4 Pola gelombang / waveform arteri umbilikalis yang diperoleh dari janin yang sama, dengan jarak waktu 4 menit antara satu sama lain, menunjukkan: (a) flow normal dan (b) tampak flow diastolik yang sangat rendah dan absent flow signal pada garis baseline, karena penggunaan wall filter yang tidak tepat (velocity reject diatur terlalu tinggi).

Bagaimana teknik yang tepat untuk mendapatkan gambaran gelombang / waveform Doppler arteri cerebri media (middle cerebral artery / MCA) ?

- Suatu gambar potongan axial dari otak, meliputi thalami dan sayap tulang sphenoid, didapatkan dan diperbesar.
- Pemetaan aliran berwarna digunakan untuk identifikasi circulus Willis dan arteri cerebri media / MCA proksimal (Gambar 5).
- Gate gelombang pulsasi / pulsed-wave Doppler kemudian ditempatkan pada sepertiga proksimal dari MCA, dekat dengan pangkalnya dari arteri carotis interna¹⁰ (kecepatan sistolik berkurang dengan semakin jauh jarak dari pangkal pembuluh darah ini).
- Sudut antara sinar ultrasound dan arah aliran darah harus dijaga sedekat mungkin dengan 0° (Gambar 6).
- Hati-hati sebaiknya mencegah tekanan yang tidak perlu / berlebihan terhadap kepala janin.
- Minimal tiga dan tidak lebih dari 10 gelombang berurutan sebaiknya direkam. Titik tertinggi dari gambaran gelombang ditentukan sebagai PSV (cm/detik).
- PSV dapat diukur menggunakan kaliper manual atau otomatis / autotraced. Autotraced memberikan median yang lebih rendah signifikan dibandingkan manual, namun lebih dekat memperkirakan nilai median yang digunakan pada praktek klinik¹¹. PI umumnya dikalkulasi menggunakan pengukuran autotraced, namun tracing manual juga dapat diterima.
- Sebaran / range nilai referensi harus digunakan untuk interpretasi, dan teknik pengukuran harus sama dengan yang digunakan pada saat penyusunan range referensi tersebut.



Gambar 5 Pemetaan aliran berwarna / color flow mapping pada circulus Willis



Gambar 6 Gambaran gelombang / waveform Doppler arteri cerebri media yang dapat diterima. Perhatikan sudut insonasi mendekati 0°.

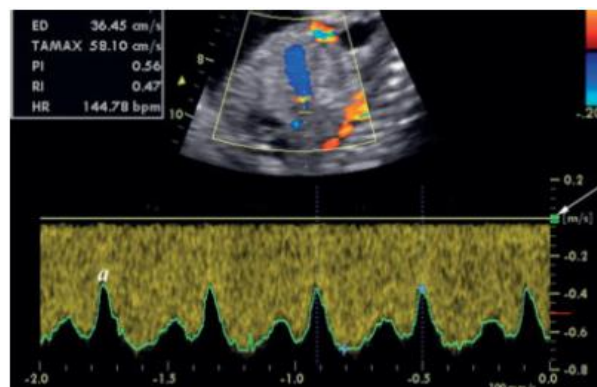
Bagaimana teknik yang tepat untuk mendapatkan gambaran gelombang / waveform Doppler pembuluh balik / vena janin?

Ductus venosus (Gambar 7 dan 8)

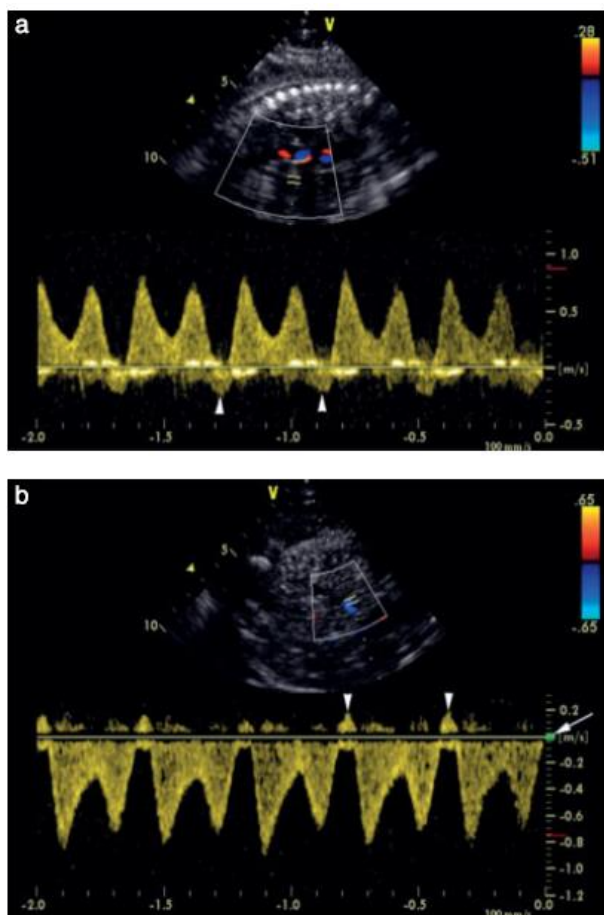
- Ductus venosus (DV) menghubungkan bagian intra-abdominal dari vena umbilikalis dengan bagian kiri dari vena cava inferior tepat di bawah diafragma. Pembuluh ini diidentifikasi dengan cara visualisasi persambungan ini secara 2D dapat dari bidang midsagital longitudinal badan janin, atau pada bidang obliq transversal melalui abdomen bagian atas¹².
- Pemetaan aliran berwarna menunjukkan kecepatan rendah pada tempat masuknya DV yang sempit, hal ini menjadi konfirmasi identifikasi dan indikasi lokasi sampling standar untuk pengukuran Doppler¹³.
- Pengukuran Doppler terbaik diperoleh pada bidang sagital dari sisi anterior bawah perut janin, karena kesejajaran dengan isthmus dapat dikendalikan dengan baik. Insonasi sagital melalui dada juga pilihan yang baik, namun lebih sulit. Potongan obliq memberikan akses yang cukup baik untuk suatu insonasi anterior maupun posterior, menghasilkan gambaran waveform yang jelas namun mengurangi kontrol sudut dan kecepatan absolut.
- Pada kehamilan awal dan kehamilan dengan masalah / compromised, perlu berhati-hati untuk mengurangi volume sampel secara tepat untuk memastikan perekaman kecepatan terendah selama kontraksi atrium.
- Gambaran waveform biasanya trifasik, namun gambaran bifasik dan non-pulsasi, meskipun jarang, mungkin juga tampak pada janin-janin yang sehat¹⁴.
- Kecepatan adalah relatif tinggi, antara 55 sampai 90 cm/detik selama periode paruh kedua kehamilan¹⁵, namun lebih rendah pada awal kehamilan.

Index mana yang digunakan ?

S/D ratio, RI dan PI adalah tiga index yang banyak diketahui untuk deskripsi gambaran gelombang kecepatan aliran (flow velocity waveform) arterial. Ketiganya semua saling berhubungan. PI menunjukkan suatu korelasi linear dengan resistensi vaskular, berlawanan dengan S/D ratio dan RI, yang menunjukkan hubungan parabolik seiring dengan peningkatan resistensi vaskular¹⁶.



Gambar 7 Rekaman Doppler ductus venosus dengan insonasi sagital sesuai dengan bagian isthmic tanpa koreksi sudut. Filter dinding pembuluh darah kecepatan rendah (panah) tidak mengganggu gelombang a-wave (a), yang jauh dari garis nol. Kecepatan sweep tinggi memberikan visualisasi detail pada variasi kecepatan.



Gambar 8 Perekaman ductus venosus menunjukkan pulsilitas yang meningkat pada 36 minggu (a). Interferensi, termasuk potongan / clutter echogenik sepanjang garis nol, menyebabkan kesulitan untuk verifikasi adanya komponen dengan arah terbalik selama kontraksi atrial (kepala panah). (b) Perekaman ulang dengan sedikit peningkatan filter kecepatan dinding pembuluh darah (panah) memperbaiki kualitas dan memberikan visualisasi lebih jelas dari komponen kecepatan arah terbalik (reversed velocity) selama kontraksi atrial (kepala panah).

Selain itu, PI tidak mencapai nilai tidak terhingga / infinity jika terdapat nilai-nilai absent atau reversed diastolic. PI adalah index yang paling sering digunakan dalam praktek saat ini. Demikian pula, index pulsilitas untuk vena (PIV)¹⁷ adalah yang paling sering digunakan untuk waveform vena pada literatur saat ini. Penggunaan kecepatan absolut daripada index semikuantitatif mungkin juga lebih dapat dipilih pada beberapa keadaan tertentu.

PENYUSUN PANDUAN / GUIDELINE AUTHORS

A. Bhide, Fetal Medicine Unit, Academic Department of Obstetrics and Gynaecology, St George's, University of London, London, UK

G. Acharya, Fetal Cardiology, John Radcliffe Hospital, Oxford, UK and Women's Health and Perinatology Research Group, Faculty of Medicine, University of Tromsø and University Hospital of Northern Norway, Tromsø, Norway

C. M. Bilardo, Fetal Medicine Unit, Department of Obstetrics and Gynaecology, University Medical Centre Groningen, Groningen, The Netherlands

C. Brezinka, Obstetrics and Gynecology, Universitätsklinik für Gynäkologische Endokrinologie und Reproduktionsmedizin, Department für Frauenheilkunde, Innsbruck, Austria

D. Cafici, Grupo Medico Alem, San Isidro, Argentina

E. Hernandez-Andrade, Perinatology Research Branch, NICHD/NIH/DHHS, Detroit, MI, USA and Department of Obstetrics and Gynecology, Wayne State University School of Medicine, Detroit, MI, USA

K. Kalache, Gynaecology, Charité, CBF, Berlin, Germany

J. Kingdom, Department of Obstetrics and Gynaecology, Maternal-Fetal Medicine Division Placenta Clinic, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Toronto, ON, Canada and Department of Medical Imaging, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Toronto, ON, Canada

T. Kiserud, Department of Obstetrics and Gynecology, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway and Department of Clinical Medicine, University of Bergen, Bergen, Norway

W. Lee, Texas Children's Fetal Center, Texas Children's Hospital Pavilion for Women, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA

C. Lees, Fetal Medicine Department, Rosie Hospital, Addenbrooke's Hospital, Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust, Cambridge, UK and Department of Development and Regeneration, University Hospitals Leuven, Leuven, Belgium

K. Y. Leung, Department of Obstetrics and Gynaecology, Queen Elizabeth Hospital, Hong Kong, Hong Kong

G. Malinger, Obstetrics & Gynecology, Sheba Medical Center, Tel-Hashomer, Israel

G. Mari, Obstetrics and Gynecology, University of Tennessee, Memphis, TN, USA

F. Prefumo, Maternal Fetal Medicine Unit, Spedali Civili di Brescia, Brescia, Italy

W. Sepulveda, Fetal Medicine Center, Santiago de Chile, Chile

B. Trudinger, Department of Obstetrics and Gynaecology, University of Sydney at Westmead Hospital, Sydney, Australia

CITATION

Panduan ini disebutkan dalam citation sebagai: 'Bhide A, Acharya G, Bilardo CM, Brezinka C, Cafici D, Hernandez-Andrade E, Kalache K, Kingdom J, Kiserud T, Lee W, Lees C, Leung KY, Malinger G, Mari G, Prefumo F, Sepulveda W and Trudinger B. ISUOG Practice Guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; **41**: 233–239.'

DAFTAR PUSTAKA

- Salvesen K, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Har G, Marsal K. ISUOG statement on the safe use of Doppler in the 11 to 13+6-week fetal ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; **37**: 628.
- Aquilina J, Barnett A, Thompson O, Harrington K. Comprehensive analysis of uterine artery flow velocity waveforms for the prediction of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; **16**: 163–170.
- Go'mez O, Figueras F, Fernandez S, Bannas M, Martinez JM, Puerto B, Gratacos E. Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11–41 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; **32**: 128–132.
- Jurkovic D, Jauniaux E, Kurjak A, Hustin J, Campbell S, Nicolaides KH. Transvaginal colour Doppler assessment of the

- uteroplacental circulation in early pregnancy. *Obstet Gynecol* 1991; **77**: 365–369.
5. Papageorghiou AT, Yu CK, Bindra R, Pandis G, Nicolaides KH; Fetal Medicine Foundation Second Trimester Screening Group. Multicenter screening for pre-eclampsia and fetal growth restriction by transvaginal uterine artery Doppler at 23 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; **18**: 441–449.
 6. Khare M, Paul S, Konje J. Variation in Doppler indices along the length of the cord from the intraabdominal to the placental insertion. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006; **85**: 922–928.
 7. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen G, Maltau J, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; **26**: 162–169.
 8. Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen G, Maltau J, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of umbilical artery Doppler indices in the second half of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2005; **192**: 937–944.
 9. Sepulveda W, Peek MJ, Hassan J, Hollingsworth J. Umbilical vein to artery ratio in fetuses with single umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; **8**: 23–26.
 10. Mari G for the collaborative group for Doppler assessment. Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia due to maternal red-cell alloimmunization. *N Engl J Med* 2000; **342**: 9–14.
 11. Patterson TM, Alexander A, Szychowski JM, Owen J. Middle cerebral artery median peak systolic velocity validation: effect of measurement technique. *Am J Perinatol* 2010; **27**: 625–630.
 12. Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas HG, Hellevik LR. Ultrasonographic velocimetry of the fetal ductus venosus. *Lancet* 1991; **338**: 1412–1414.
 13. Acharya G, Kiserud T. Pulsations of the ductus venosus blood velocity and diameter are more pronounced at the outlet than at the inlet. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; **84**: 149–154.
 14. Kiserud T. Hemodynamics of the ductus venosus. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; **84**: 139–147.
 15. Kessler J, Rasmussen S, Hanson M, Kiserud T. Longitudinal reference ranges for ductus venosus flow velocities and waveform indices. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; **28**: 890–898.
 16. Ochi H, Suginami H, Matsubara K, Taniguchi H, Yano J, Matsuura S. Micro-bead embolization of uterine spiral arteries and uterine arterial flow velocity waveforms in the pregnant ewe. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; **6**: 272–276.
 17. 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.

(Review Panduan / Guideline review date : Desember 2015)