

**PEMERIKSAAN SONOGRAFI ARTERI KAROTIS.** Bobby Widjajaputera, Unit Ultrasonografi Medik, Rumah Sakit Immanuel – Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha Bandung

Sejak awal para klinisi mempunyai suatu harapan dan berdaya upaya untuk melakukan prevensi terhadap kematian yang disebabkan oleh stroke atau oleh kelainan lain yang berhubungan dengan stroke tersebut.

Berbagai pemeriksaan laboratorium dan Imaging dilakukan untuk menemukan secara lebih dini kelainan kelainan serta risiko risiko yang dapat mengarah pada terjadinya stroke di waktu mendatang.

Salah satu adalah pemeriksaan Ultrasonografi (USG) dari pembuluh pembuluh darah ekstrakranial dan intrakranial.

**Modalitas pemeriksaan Ultrasonografi Arteri Karotis**

Dengan berkembangnya ilmu dan tehnik kedokteran saat ini kita mempunyai cukup banyak modalitas pemeriksaan USG yang dapat dipakai untuk memeriksa arteri karotis, antara lain :

- Pemeriksaan B-mode
- Pemeriksaan Doppler konvensional.

- Pemeriksaan Doppler berwarna (Color flow mapping - CFM)
- Pemeriksaan Power Doppler.
- Pemeriksaan B-Flow mode.
- Pemeriksaan 3-Dimensi (4-dimensi).
- Endo( luminal / Vascular ) sonografi.
- Panoramic View.

istilah pemeriksaan USG Duplex adalah pemeriksaan B-mode + Doppler konvensional. Pemeriksaan USG Triplex adalah pemeriksaan B-mode + Doppler konvensional + CFM atau Power Doppler.

Pemeriksaan endoluminal memerlukan probe khusus yang dapat dimasukkan ke dalam lumen pembuluh darah. Saat ini pemeriksaan hanya dilakukan di pusat-pusat penelitian tertentu saja dan memerlukan tehnik lebih rumit. Pemeriksaan lainnya dapat dilakukan di berbagai tempat dengan memakai skaner USG yang cukup canggih.

## **Pemeriksaan Ultrasonografi Arteri Karotis**

Arteri Karotis komunis mensuplai 80% aliran darahnya ke arteri Karotis interna dan 20% ke arteri karotis externa. Karena arteri karotis interna mengalirkan darahnya ke dalam pembuluh pembuluh darah yang mempunyai resistensi rendah di intrakranial dan mata, aliran darah di dalam arteri karotis interna akan terlihat menuju ke cranial (cephalad) terus menerus selama sistolik maupun diastolik. Sebaliknya arteri karotis eksterna memperdarahi pembuluh pembuluh darah di wajah dan skalp yang resistensinya tinggi, maka pola aliran darah di dalam arteri karotis eksterna akan terlihat menjadi dua bagian, saat sistolik aliran darah terlihat cephalad, dan saat diastolik akan terlihat aliran membalik (reverse).

Karena terjadi pelebaran kaliber pembuluh darah di daerah sinus karotikus, maka aliran darah laminar dari arteri karotis komunis saat memasuki daerah ini akan terjadi separasi. Di daerah anteromedial aliran darah akan langsung masuk kedalam arteri karotis interna, sedangkan di daerah posterolateral terjadi suatu pusaran (vortex), di area vortex ini saat sistolik aliran darah tampak membalik dan saat diastolik tampak stagnasi.

Pemeriksaan Arteri karotis merupakan salah satu bagian penting dari suatu keseluruhan pemeriksaan Arteri intrakranial (dengan TCD, transkraniial Doppler) dan ekstrakranial. Pemeriksaan arteri karotis di leher lebih mudah dilakukan karena posisi arteri yang lebih terbuka untuk suatu pemeriksaan langsung. Protokol pemeriksaan dari berbagai pusat penelitian bervariasi, namun pada dasarnya semua sama, yaitu memeriksa dan meneliti morfologi pembuluh darah serta kelainan dan kerusakannya dari berbagai arah, memeriksa dan meneliti pola aliran dan arus darah yang berada di dalam lumen dengan parameter parameter yang sudah tersedia.

Dengan **pemeriksaan B-MODE** memakai probe yang mempunyai resolusi tinggi kita dapat memeriksa kaliber dan dinding pembuluh darah karotis. Dalam keadaan normal kaliber pembuluh darah arteri karotis komunis berkisar antara 5 s/d 6 mm, arteri karotis interna sekitar 4 s.d 5 mm, dan arteri karotis eksterna sekitar 3 s/d 4 mm. Dinding pembuluh darah diteliti permukaanya, ketebalan lapisan intima-media (IMT, intima-media thickness) yang pada orang dewasa normal berkisar

antara 0.5 s/d 1 mm. Juga diteliti lapisan adventitia di lapis luar. Perubahan diameter akibat pulsasi aliran darah sistolik-diastolik juga perlu diperhatikan untuk menilai rigiditas pembuluh darah.

Kelainan yang sering ditemukan dan yang menjadi dasar dari kelainan pada arteri karotis adalah Atherosclerosis. Pada pemeriksaan B-mode, **atherosclerosis plaque** tampak sebagai suatu material yang ekhogenik di dinding arteri. Dengan pemeriksaan USG dapat dinilai ketebalan, bentuk, luas, dan komposisi dari plaque tersebut. Derajat penyempitan lumen akibat plaque (stenosis) juga dapat diukur.

Dengan USG kita bedakan tiga jenis – **komposisi** dari plaque atherosclerosis yang terjadi :

**“Fibrofatty plaque”**, yang banyak mengandung materi lipid. Plaque semacam ini tampak hipoekhoik, kadang sulit dilihat dengan hanya mengandalkan pemeriksaan B-mode saja. Dengan bantuan pemeriksaan color Doppler kita dapat melihat batas batas plaque lebih jelas.

**“Fibrous plaque”** merupakan plaque yang

mengandung banyak collagen. Ekhogenisitas plaque semacam ini akan tampak lebih tinggi dibanding dengan fibrofatty plaque, tampak berintensitas gema sedang (moderately echogenic). Batas batas dapat dilihat dengan pemeriksaan B-mode . Ekhogenisitas plaque tampak lebih tinggi dari ekhogenisitas m.sternocleidomastoide us namun lebih rendah dari ekhogenisitas tunica adventitia arteri karotis.

**“Dystropic calcification plaque”**, plaque semacam ini mengandung bercak bercak kalsifikasi yang tampak sebagai bercak bercak / area hiperekoik disertai dengan bayangan akustik di posteriornya.

**Inhomogenitas** di dalam plaque perlu mendapat perhatian, karena inhomogenitas ini sering berhubungan dengan adanya perdarahan atau nekrosis di dalam plaque. Keadaan ini menurut penyelidikan, erat kaitannya dengan peradangan plaque, disrupsi plaque, Ulcerasi dan pembesaran plaque yang cepat.

**Permukaan Plaque** juga penting di teliti, sebab plaque yang permukaannya tidak rata berlekuk-lekuk (denudasi) atau ulceratif, merupakan suatu sumber terjadinya emboli.

Pemeriksaan **DOPPLER KONVENSIONAL** baik dengan memakai pulse wave Doppler (PWD) atau pun dengan Continuous wave Doppler (CWD), menghasilkan suatu gambaran spektrum Doppler yang dapat di analisa. Beberapa parameter yang sering di pakai untuk menganalisa spektrum Doppler, terutama kaitannya dengan derajat suatu stenosis adalah :

Resistance (resistive) index (\*Pourcelot) :  $RI = (S-D) / S$

Systolic / diastolic ratio :  $S / D$

Pulsatility index (\*Gosling) :  $P / M$

Spectral bandwidth (BW) : lebarnya frekwensi doppler (dB) dihitung ditempat peak frekwensi

Flow disturbance Index (FDI) :  $F_{max} / F_{med}$  (systolic)

Stenosis index (\*Arbeille) :  $STI\% = 90 ( 1 - F_o / F_s )$

Keterangan :  
S = Peak systolic maximum velocity

D = Endiastolic maximum velocity

M = Time average Mean velocity

Fo = Systolic mode frequency  
Fs = Peak systolic maximum frequency

Fmax = Upper frequency envelope

Fmed = Median frequency envelope

Peak systolic velocity , parameter ini cukup dapat diandalkan untuk menilai derajat stenosis yang terjadi pada arteri karotis interna. Hanya saja akan terganggu oleh panjangnya stenosis, semakin panjang stenosis terjadi semakin rendah velocity yang terjadi.

Peak end diastolic velocity, akan tetap normal bila arterial stenosis kurang dari 50%. Bila stenosis sudah melebihi 50%, pressure gradient saat diastole akan terbentuk dan diastolic velocity akan meningkat proportional terhadap derajat stenosis.

Systolic / diastolic ratio, digunakan untuk menghindari efek variasi fisiologis, dan terutama dipakai untuk mengukur stenosis yang berat.

RI, S/D, PI akan meninggi bila tahanan (impedance) dari sirkulasi darah distal dari tempat pemeriksaan meningkat.

Spectral bandwidth dan Flow disturbance index meningkat di tempat stenosis.

Stenosis index berhubungan erat dengan derajat stenosis, terutama pada penyempitan antara 30% s/d 90%, namun kurang sensitive untuk penyempitan kurang dari 30% dan lebih dari 90%.

Pemeriksaan dengan **COLOR DOPPLER** (syn.CFM) atau dengan **POWER DOPPLER**, pada prinsipnya untuk memudahkan kita melihat aliran darah. Dengan warna kita mudah membedakan mana struktur vaskular dan mana yang non-vaskular. Memudahkan kita melihat batas batas dan kelainan di permukaan dalam dari pembuluh darah. Memudahkan kita melihat kelainan dan penyempitan yang terjadi di pembuluh darah.

Dengan **Color Doppler** kita dapat melihat arah aliran darah, kecepatan atau turbulensi aliran darah yang terjadi di dalam pembuluh darah, namun karena kita melakukan coded warna terhadap doppler shift, maka pemeriksaan ini sangat tergantung dari sudut insonasi yang kita pakai.

Pada **Power Doppler** yang dasarnya adalah coded warna dan filterisasi dari intensitas gema yang di pantulkan oleh

butiran darah di dalam pembuluh darah. Pemeriksaan ini tidak bergantung terhadap sudut insonasi, hanya saja kita tidak dapat melihat arah atau kecepatan aliran darah.

**Pemeriksaan B-Flow** adalah suatu teknik pemeriksaan baru yang di kembangkan dan di-aplikasikan di dalam beberapa skaner US yang mutakhir akhir-akhir ini. Aliran darah ditayangkan dalam bentuk skala abu-abu (greyscale). Dengan teknik ini dinding pembuluh darah akan tampak lebih jelas dan mudah dievaluasi tanpa harus terganggu oleh gambaran atau artefak aliran darah yang secara realtime ditayangkan bersamaan.

**Pemeriksaan 3-Dimensi (3-D)** merupakan suatu tehnik rekonstruksi komputer dari suatu "Data ruang" terdiri dari puluhan frames gambaran USG yang sebelumnya telah diambil dan disimpan di dalam memori. Rekonstruksi komputer ini memungkinkan kita untuk memilih, mengambil, memilah, dan menayangkan gambar USG dari suatu objek (dalam hal ini pembuluh darah Karotis) dari berbagai sudut dan arah secara 3 dimensi. Kelainan yang terjadi pada dinding dan permukaan pembuluh darah terlihat lebih realistis dan mudah untuk dipelajari.

Teknik komputer memungkinkan kita untuk memutar gambar rekonstruksi 3-D pada axis X-Y-Z, sehingga gambar dapat diteliti dari berbagai sudut, disebut teknik **4 dimensi (4-D)**

**Endoluminal (endovascular) sonografi** dimungkinkan dengan dikembangkannya probe probe USG mirip suatu kateter pembuluh darah yang ujungnya diberi transducer ultrasound berfrekuensi tinggi (e.g. 12.5 – 25 MHz). Probe ini kecil (sekitar 6.6 Fr) dan panjang sehingga dengan leluasa dimasukkan ke dalam pembuluh darah. Struktur atau kelainan lumen, kelainan dinding pembuluh darah dapat diteliti dengan lebih jelas dan lebih detail. Terlebih lagi dengan teknik aplikasi therapeutik lain, modifikasi probe semacam ini dapat digunakan untuk melakukan endarterectomy plaque atau stenosis secara ultrasound dengan lebih aman dan praktis.

**Panoramic View** adalah suatu teknik rekonstruksi komputer secara 2-D yang akhir-akhir ini juga dikembangkan pada alat alat skaner USG yang mutakhir. Kita dapat melakukan skaning suatu area yang lebih luas hanya dengan menggeser suatu probe khusus pada jalur yang kita inginkan. Komputer akan merekonstruksi hasil skaning menjadi satu gambar

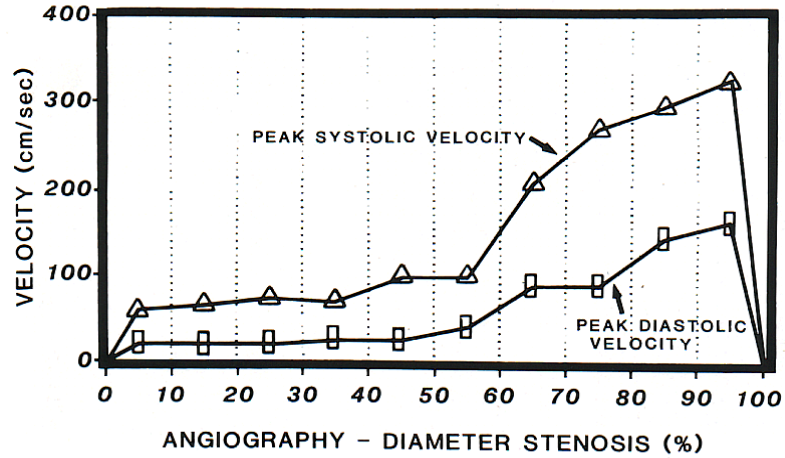
USG yang berkesinambungan, baik dalam bentuk B-mode atau color / power doppler. Dengan teknik ini segmen pembuluh darah yang akan diteliti dapat ditayangkan dan dilihat secara lebih panjang dan lebih menyeluruh.

#### **Beberapa indikasi umum untuk pemeriksaan Sonografi Karotis**

- Pasien dengan penyakit arteriosclerosis dan kardiovaskular.
  - Penyakit jantung koroner
  - Kandidat Bypass koroner
  - Penyakit pembuluh darah perifer Oklusif
- Pasien dengan penyakit jantung, LVH, decompensatio.
- Pasien TIA atau dengan gejala insufisiensi cerebrovaskular.
- Pasien yang diduga dengan gejala insufisiensi cerebrovaskular.
- Hipertensi.
- Diabetes.
- Pasien dengan faktor risiko yang berhubungan dengan penyakit atheroslerotik.
- Bruit asimptomatik di leher.
- Endarterectomy : pre, durante dan post operasi

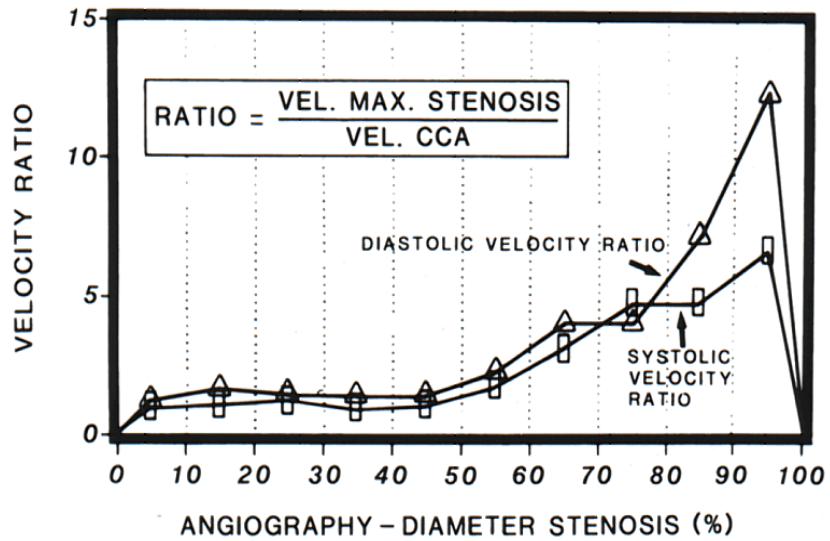
Tabel 1.

Peak systolic velocity dan End diastolic velocity baru meningkat secara significant setelah penyempitan pembuluh darah melebihi 50%.



Tabel 2.

Systolic velocity ratio dan terutama diastolic velocity ratio meningkat setelah penyempitan pembuluh darah melebihi 70%.



Tabel 3.  
Kriteria derajat penyempitan arteri karotis ekstrakranial berdasarkan Systolic - diastolic velocity dan ratio.

**TABLE 3. Doppler spectrum analysis**

Diameter stenosis (%)	Peak-systolic velocity (cm/sec)	End-diastolic velocity (cm/sec)	Systolic velocity ratio (VICA:VCCA) <sup>a</sup>	Diastolic velocity ratio (VICA:VCCA) <sup>a</sup>	Spectral broadening (cm/sec)
0	<110	<40	<1.8	<2.4	<30
1-39	<110	<40	<1.8	<2.4	<40
40-59	<130	<40	<1.8	<2.4	<40
60-79	>130	>40	>1.8	>2.4	>40
80-99	>250	>100	>3.7	>5.5	>80

<sup>a</sup> VICA, velocity of the internal carotid artery; VCCA, velocity of the common carotid artery.

- Penapisan pasien asimptomatik (Screening).

### Stenosis Arteri Karotis Interna

Penyempitan arteri karotis umumnya disebabkan proses atherosclerosis yang disertai dengan pembentukan plaque atau thrombus. Seringnya terjadi di daerah pangkal arteri karotis interna atau bifurcatio. Selain secara visual lumen yang menyempit dinilai dengan memakai B-mode atau dengan bantuan color Doppler / power Doppler, tapi juga dengan menilai parameter parameter Doppler kita dapat memperkirakan derajat penyempitan yang terjadi.

Untuk menilai penyempitan memakai parameter Doppler perlu di ingat satu hal, yaitu bahwa gangguan pola aliran darah dan kelainan parameter baru akan terjadi bila penyempitannya sudah cukup

berat. Pada umumnya perubahan parameter baru akan tampak dan berarti setelah terjadi penyempitan mendekati 50% atau lebih.

Penyempitan arteri karotis menyebabkan beberapa kelainan dan tanda tanda yang dapat dibagi sebagai berikut :

Tanda utama berupa suatu kelainan Doppler yang diperoleh di daerah penyempitan. Penyempitan lumen mengakibatkan arus darah di dalamnya bertambah cepat dan systolic velocity meningkat. Turbulensi terjadi di distal penyempitan yang tampak pada color Doppler berupa suatu jet stream berfrekuensi tinggi disertai dengan aliasing.

Tetapi bila penyempitan sudah meliwati 90%, arus darah malah menjadi lamban berfrekuensi rendah. Semua kelainan di atas disertai

dengan “spectral broadening”. Derajat spectral broadening secara kasar ada korelasinya dengan derajat penyempitan.

Tanda tanda penyerta lain akan terlihat di daerah proximal atau distal dari penyempitan. Peninggian Resistive index dan S/D ratio bisa ditemukan di daerah proximal dan penurunan velocity disertai penurunan pulsatility index ditemukan di daerah yang lebih distal dari penyempitan.

### **Oklusi Arteri Karotis Interna**

Tanda utama dari oklusi arteri karotis interna adalah hilangnya signal Doppler di pembuluh darah tersebut. Meskipun demikian selalu harus di ingat bahwa aliran residual yang masih ada pada penyempitan berat hampir total sering sulit dideteksi dengan doppler konvensional maupun dengan Doppler berwarna.

Tanda penyerta yang juga penting adalah pembalikan aliran darah (reverse blood flow) di arteri ophthalmica ipsilateral. Kelainan ini ditemukan pada sekitar 80% dari kasus oklusi arteri karotis interna. Tanda penyerta lainnya adalah penurunan drastis diastolic velocity pada arteri karotis komunis ipsilateral disertai peningkatan resistive index hampir mendekati 1

### **Arteritis (inflammatory arteritis)**

Sebagai contoh kelainan pemeriksaan USG arteritis yang khas ditemukan pada Takayasu disease. Pada fase aktif penyakit ini, ditemukan penebalan dari dinding pembuluh darah sepanjang arteri karotis (dan arteri lainnya). Penyempitan lumen pembuluh sering disertai dengan material amorph intraluminal.

### **Penutup**

Pemeriksaan sonografi arteri karotis merupakan bagian dari pemeriksaan terpadu keseluruhan pembuluh darah ekstrakranial dan intrakranial. Pemeriksaan ini mudah dilakukan, praktis, nyaman, aman dan nilai akurasi tinggi. Hasil pemeriksaannya dapat diandalkan dan memberi informasi penting bagi para klinisi terutama dalam upaya melakukan prevensi “Stroke”, atau juga memakainya sebagai bahan acuan prediksi proses atherosclerosis di tempat lain (misal : penyakit jantung koroner). Saat ini bahkan sudah mulai dikembangkan sebagai suatu cara penapisan pada masyarakat asimtomatik.

### **Daftar Rujukan**

1. Balldassare D, Amato M,

- Bondioli A, et al. Carotid artery intima-media thickness measured by ultrasonography in normal clinical practice correlates well with atherosclerosis risk factor. *Stroke* 2000; 31(10): 2426-30.
2. GE ultrasound technology update (2000) " B-Flow extends advantages of B-mode to imaging of vascular hemodynamics
  3. Giral P, Bruckert E, Dairou F, et al. Usefulness in predicting coronary artery disease by Ultrasonic evaluation of the carotid arteries in asymptomatic hyper cholesterolemic patients with positive exercise stress test. *Am J Cardiol* 1999; 84: 14 – 17.
  4. Joakimsen O, Bonna KH, Mathiesen EB, et al. Prediction of mortality by ultrasound screening of a general population for carotid stenosis : the Tromso study . *Stroke* 2000; 31(8): 1871-6.
  5. Meire, Cosgrove, Dewbury and Farrant, *Abdominal and general ultrasound – 2<sup>nd</sup> ed.*, Churchill Livingstone, Edinburg. 2001.
  6. Meritt C.R.B. *Doppler color imaging*, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1992.
  7. Ooleary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al. Carotid artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *N Engl J Med* 1999; 340 : 14 – 22.
  8. Schminke U, Motsch L, Hilker L, Kessler C. Three-dimensional Ultrasound observation of carotid artery plaque ulceration. *Stroke* 2000 Jul; 31(7): 1651-5.
  9. Solonen JT, solonen R. Ultrasound B-mode imaging in observational studies of atherosclerotic progression. *Circulation* 1993; 87(3suppl): II 56 – 65.
  10. Soulez G, et al. Distal ICA velocity in predicting stenosis. *AJR* 1999; 172 : 207-212.
  11. Taylor K.J.W, Burns P.N. and Wells P.N.T., *Clinical applications of Doppler Ultrasound – 2<sup>nd</sup> ed.*, Raven Press, New York. 1995.
  12. Visona A, Pesavento R, Bonanome A, et al. Intimal medial thickening of common carotid artery as indicator of coronary artery disease. *Angiology* 1996; 47(1):61-66.
  13. Wong Jk, Gibson RN, Mitchell PJ. Comparison of two Doppler ultrasound criteria for grading cervical internal carotid artery stenosis. *Australas Radiol* 1999; 43(2): 153-5.