

## A neuroszonológia legújabb eredményei

Csiba László dr.

Debreceni Egyetem OEC, Neurológiai Klinika, Debrecen

*Neuroszonológia olyan ultrahangmódszerek összességét jelenti, amelyek segítségével mindazon extra-, illetve intracranialis erek és képletek tanulmányozhatók, amelyek akut vagy krónikus elváltozásai neurológiai megbetegedéshez vezetnek. A szerző áttekinti az elmúlt évek fejlődését és eredményeit. Az extracranialis módszerek közül fontos a szív és az aortív ultrahangvizsgálata TTE vagy TEE segítségével, mivel a nyitott foramen ovale, kardiális vagy aortaív embóliaforrás diagnosztizálható. A carotis intima-media vastagság az általános, illetve a koronáriszklerózis markere és számos rizikófaktor befolyásolja növekedési sebességét. A lipid-, vérnyomáscsökkentők adására az IMT vastagodás lassul és valószínű a vaszkuláris események ezzel párhuzamos csökkenése is. A Transcranialis Dopplert mind szélesebb körben alkalmazzák az intracranialis nyomásfokozódás, a vazospasmus, a postendarterectomiás állapot monitorizálására, az agyhalál megerősítésére. A TCD-vel végzett mikroembolizáció-monitorizálás hasznos a potenciális embóliaforrás aktivitásának, illetve az antikoaguláns/trombocitaaggregáció-gátló terápia hatékonyságának követésére, szív- és carotisműtétek embólia monitorizálására. A TCD egyedülálló tulajdonsága, hogy folyamatosan detektálja a trombolízis sikerességét, illetve az ultrahang egyidejűleg fokozza a thrombus oldódását is. A közlemény végén a szerző felsorolja a háziorvos szempontjából fontos indikációs területeket.*

**N**euroszonológia az orvostudomány azon ága, amely a szívből az agyhoz futó erek extra- és intracranialis szakasza, illetve a koponyán belüli erek/képletek morfológiai és funkcionális eltéréseit vizsgálja ultrahang segítségével rizikóbetegségekben (hipertónia, diabétesz, a zsírsanyagcsere zavarai, fokozott embóliaveszéllyel járó folyamatok) állapotfelmérésre és a kezelés hatékonyságának követésére, akut vaszkuláris betegségekben (pl. iszkémiás és vérzéses stroke) diagnózisra (pl. érelzáródás, stenosis) és a kezelés monitorizálására (pl. vazospasmus, trombolízis), valamint a rehabilitáció hatékonyságának követésére (pl. a motoros képességek és az agyi véráramlás javulása közti összefüggés).

Noha az elmúlt években az MR, az elektron-, illetve a hagyományos röntgensugaras CT-technikákkal már jó feloldású képeket lehet nyerni a nyaki erekről, ezek a módszerek drága műszereket igényelnek, így mellett nem alkalmazhatók és költségességük miatt szűrésre nem alkalmasak. Ezért az ultrahang a jövőben is meg fogja őrizni egyedülálló tulajdonságait akut stroke-ban és a rizikóbetegségekben, mert:

- olcsó,
- nem-invazív, sugárterheléssel nem jár,
- bármikor ismételtető,
- folyamatos mérésre alkalmas, pl. transcranialis Dopplerral az agyi véráramlás, vagy mikroembolizáció az agy mellett is monitorizálható,
- szűrésre alkalmas.

Korábban az ultrahangot csak az érszűkület/elzáródás diagnosztizálására alkalmazták, de az utóbbi évek fejlődésének köszönhetően egyéb alkalmazási területek is polgárjogot nyertek (pl. az arterioszklerózis súlyosságának becslése a nyaki erek intima-media vastagság mérésével).

- Az új technikákkal a koponyán belüli eltérések felnőttben is vizualizálhatók (pl. vérzés, aneurizma),
- az 1–2 MHz ultrahang transcranialis alkalmazásával a szöveti plazminogén aktivátor hatékonyabban feloldja az intracranialis erekben levő thrombust.

Célunk, hogy az elmúlt évek fejlődését áttekintsük és a gyakorló orvos számára összefoglaljuk azokat a régi és új indikációs területeket, a nyerhető új információkat, amelyek révén a vaszkuláris betegségek diagnosztikája és kezelése hatékonyabbá tehető.

### Az extra- és intracranialis ultrahangmódszerek technikai részleteinek rövid áttekintése

Ma már gyakorlatilag mindenütt a duplex technikát alkalmazzák (a B-mód mérés és a vésebesség mérés kombinációja). A duplex technikával nemcsak morfológiai, hanem hemodinamikai információkat is nyerünk az extra- sőt az intracranialis erekről is. Fontos tudni, minél magasabb az ultrahang frekvenciája,

annál jobb a kép feloldása, de annál gyengébb a szövetbe való behatolóképeség. A bőr alatti képleteket 7, illetve annál magasabb MHz frekvenciával vizsgáljuk, míg 2,25 MHz segítségével felnőttekben is képet nyerhetünk az intracranialis képletekről/erekről, sőt azokat színkódolt formában is megjeleníthetjük.

A B-mód (brightness/világosság) ultrahanggal a fekete-fehér kép fényességét az anatómiai képletről visszaverődő ultrahang intenzitása adja, az érfal világos, az érlumen sötét. Ezzel a módszerrel mérjük az IMT-t (intima-media vastagság), a stenosis okozó plakk összetételét (homogén, inhomogén, egyenetlen vagy sima, stb.).

A véráramlási görbe spektrum- vagy sebességanalízisével egyrészt az ereket tudjuk azonosítani (pl. az ACI/a. carotis interna sebességgörbéje különbözik az ACE görbéjétől) másrészt a spektrum, illetve a sebességgörbe eltéréseiből következtethetünk az eltérést okozó stenosis súlyosságára.

Fontos tudni, hogy a véráramlás sebességének megváltozása csak akkor várható, ha már hemodinamikailag jelentős szűkület alakult ki (60–70% átmérő, illetve 80–85% keresztmetszet-szűkület)! A kb. 5 mm átmérőjű a. carotis interna esetén ez akkor következik be, ha az érátérő 1 mm-re szűkül.

#### *A duplex technika finomítása, a színkódolt megjelenési forma*

A színkódolt ultrahang alkalmazásakor más-más színben jelennek meg a különböző áramlási sebességek és/vagy a véráramlás irányai. A különböző módszerek (velocity-mód, variancia-mód, power-mód) nem egymással vetélkedő, hanem egymást kiegészítő eljárások, és alkalmazásuk attól függ, milyen kérdésre keresünk választ.

Ha pl. csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy a vizsgált területen egyáltalán van-e áramlás (de annak iránya nem fontos), akkor a power-módot választjuk, mert ez a legérzékenyebb az áramlás érzékelésére, de nem informál arról, milyen az iránya.

Ha elsősorban a véráramlás irányát szeretnénk tudni, akkor a „velocity-mód”-ot kell választani.

Az áramlás diagnosztikus paraméterei segítségével nemcsak arról kapunk információt van-e és milyen irányú az áramlás, hanem arról is, van-e és milyen súlyosságú az érszűkület, milyen az erek tágulékonyasága, sőt arról is, hogy az ellátott érterületen milyen a perifériás érellenállás (mérészám a pulzatilitási index, PI: szisztolés csúcsebesség-diasztolés csúcsebesség/átlagsebesség).

A diabétesz, arterioszklerózis, hipertónia alapvetően befolyásolja a nyaki és főleg az intracranialis erek tágulékonyaságát. Az arteriolák reakcióképességét többféle módon tesztelhetjük:

- *transcranialis Dopplerrel* (TCD),
- *levegő-visszatartási index*: a beteg visszatartja lélegzetét.

(A levegő-visszatartás alatt Transcranialis Dopplerrel mért relatív áramlási sebességnövekedést osztjuk a levegő-visszatartási idővel. *Egészségesekben*:  $1,2 \pm 0,6$ .)

- *CO<sub>2</sub>-reaktivitás*: CO<sub>2</sub>-belégzéssel vizsgálható. Egészségesekben:  $24 \pm 5\%$ /térf.% CO<sub>2</sub>. A CO<sub>2</sub> a legerősebb – arteriolatágulatot előidéző – inger és egyes megfigyelők szerint rossz a prognózis, ha a belélegzett levegőben az 1% CO<sub>2</sub>-növekedés kevesebb mint 10% sebességnövekedést eredményez az ACM-ban (a. cerebri media). Ha az intracranialis nyomás kifejezetten emelkedett, akkor a CO<sub>2</sub>-reaktivitás csökken.

- *Diamox-teszt* (acetazolamid, Fonurit®): a reverzibilis karboanhidráz-bénító iv. adására arteriolatáguláció alakul ki az agyi erekben. Ha 15 mg/tskg dózisban adjuk, az átlagsebesség növekedése az agyalapi erekben  $38 \pm 15\%$ . (Mivel az ACM-ben a nyugalmi sebesség 60 cm/s, a diamox adása után ez az érték kb. 85–90 cm-re növekszik). A reakció kóros, ha a sebességnövekedés kevesebb mint 10% vagy a sebesség csökken.

A különböző tesztekkel meghatározott maximális ér dilatációs képességet cerebrovaszkuláris rezervkapacitásnak (CRC) vagy cerebrovaszkuláris reaktivitásnak, vazomotor rezervnek nevezzük. Valószínű, hogy az érrendszert diffúzan (diabétesz, hipertónia, trauma) vagy körülírtan (stenosis) károsító folyamatok a CRC-t beszűkítik és a központi idegrendszer sérülékenyebbé válik a vérnyomás és az agyi metabolizmus változásaira.

A CRC vizsgálata nagyon fontos carotis endarterectomia előtt. Ha mko. hemodinamikailag jelentős ACI-stenosis van (70%-nál súlyosabb átmérőszűkület), illetve az egyik oldali ACI-stenosishoz ellenoldali ACI-elzáródás társul, akkor fontos a CRC vizsgálata CO<sub>2</sub>-belélegeztetéssel vagy diamox-szal végzett arteriola tesztelés. Ha a diamox befecskendezés 10%-nál kisebb áramlásnövekedést idéz elő, a CRC kimerült és a műtét során előforduló vérnyomás-csökkenés iszkémiás károsodást okozhat.

#### **Az extra- és intracranialis ultrahang különböző betegségeiben**

A „szívtől az agyig” haladva tárgyaljuk az neuroszonológiai módszerek alkalmazási területeit (1. ábra).

##### *Szív*

TRANSTHORACALIS ECHO (TTE) SZE. TEE (TRANSOESOPHAGEALIS ECHO)

##### *Morfológiai eltérések:*

- balkamra-hipertrófia,
- vitium,
- pitvari/kamrai thrombus,
- nyitott foramen ovale.

##### *Funkcionális eltérések:*

- fali diszkinézis,
- a szív kóros hemodinamikai viszonyai (csökkent ejekciós frakció, turbulencia, stb.).

##### *Aortaív*

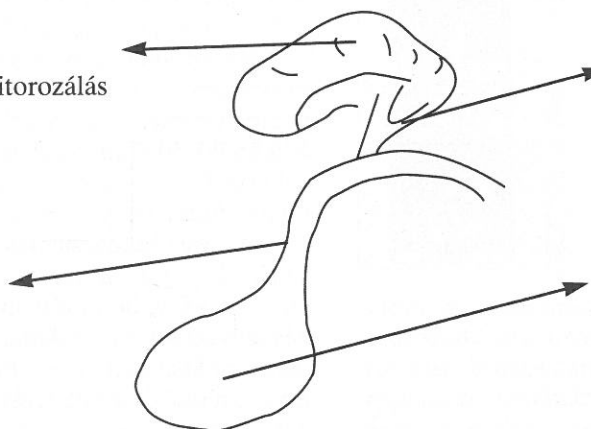
Nyelőcsőbe vezetett ultrahangszondával vagy extra-thoracalisán, suprasternalis megközelítésből a po-

#### TCD

- intracran. sten. okl.
- mikroembolizáció monitorozás
- vazospasmus
- fok. intracran. nyomás
- trombolízis

#### TTE, TEE

- plakk az aortívben



#### Carotis, vert. UH

- IMT
- stenosis, elzáródás
- plakk struktúra
- disszekció
- aneurizma

#### TTE, TEE

- pitvari, kamrai thrombus
- aneurizma
- vitiumok
- nyitott foramen ovale
- fali diszkinézis és egyéb funkció eltérések

1. ábra: A neurológiai betegségek ultrahang diagnosztikájában használt módszerek alkalmazási területei

tenciális embóliaforrást jelentő plakkok vizualizálhatók.

#### Extracranialis carotis és vertebralis szakasz ultrahangvizsgálata

A nyaki erek ultrahangvizsgálata azért fontos mert:

- az agyi iszkémiás események közel felének hátterében a nyaki erek szűkülete vagy elzáródása áll.
- Megfelelő feltételek esetén, pl. a 70–99%-os ACI (a. carotis interna) stenosis operálandó, a fenyegető stroke megelőzhető.
- A carotisok és vertebralisok szűkülete, elzáródása:
  - a nyaki aneurizma, disszekció,
  - az endarterectomia utáni rekanalizáció vagy okklúzió diagnosztizálható.

Noha az IMT (intima-media) mérés mindössze másfél évtizedes hagyományra tekint vissza, máris nagyszámú megfigyelést végeztek és jelentősége egyre nő, ezért ezzel kissé részletesebben foglalkozunk. A nagyfeloldású (7–10 MHz) ultrahangkészülék B-mód képén (brightness = világosság) az artéria lumene sötét, az IMT pedig kettős kontúrú világos, illetve sötét csík formájában látható (2. ábra). Az IMT-vastagság (általában <1 mm) évente átlagosan 0,01

mm-rel növekszik, vastagságát befolyásóják: nem, életkor, hipertónia, diabétesz, hypercholesterinemia, Lp(a), dohányzás, alkoholfogyasztás, stb. A carotis IMT-eltérések jól korrelálnak ugyanazon személy koronáriszklerózisának súlyosságával és avt. ereinek szűkületével, sőt azt is megfigyelték, minél vastagabb az IMT vagy az IMT-növekedés sebessége, annál nagyobb a szívinfarktus és stroke valószínűsége. Azaz, a könnyen hozzáférhető carotis vagy femoralis IMT-vastagság a generalizált arterioszklerózis markere. Az IMT progresszív vastagodása statinokkal, vérnyomáscsökkentőkkel, antidiabetikumokkal, aszpirinnel nemcsak lassítható, hanem csökkenthető is. Egyre növekszik azon vizsgálatok száma, amelyek arra utalnak, hogy az IMT-vastagodás lefékezése/visszafordítása együtt jár a szívinfarktus, stroke csökkenésével is. Ezek a megfigyelések azonban további megerősítésre szorulnak. Az IMT-mérés tehát új és ígéretes módszer, amely a közeljövőben nemcsak a vaszkuláris rizikóbecslés egyik fontos eleme lesz, hanem alkalmas arra, hogy terápiás beavatkozásaink hatékonyságát kövessük.

#### Intracranialis erek vizsgálata

##### Transcranialis Dopplerrel (TCD)

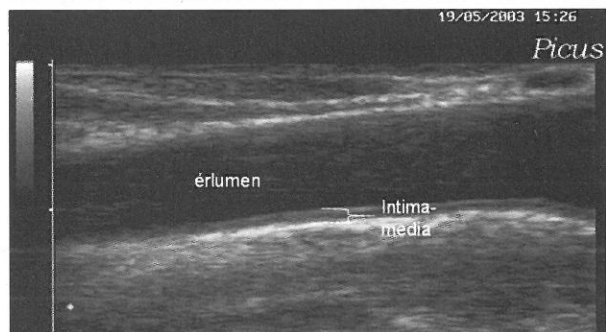
1982-ben sikerült először 2 MHz frekvenciájú ultrahang segítségével információt kapni a koponyán belüli erek áramlási viszonyairól. Az ultrahangot csak körülírt területek, az ún. akusztikus ablakok engedik át, ezért a populáció kb. 15%-a (főleg idős nők) nem vizsgálható.

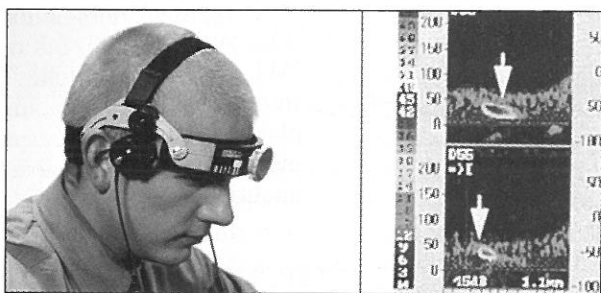
A halántékcsonton keresztül az ACM, ACA és az intracranialis ACI-szakasz tanulmányozható. Az orbitán keresztül az a. ophthalmica, az ACI, a foramen magnumon keresztül az a. vertebralis és basilaris.

Az alábbi patológias eltérésekben lehet hasznos a Transcranialis Doppler:

- az intracranialis erek szűkülete, elzáródása. Ha a TCD-vizsgálat eredménye az intracranialis erek vonatkozásában teljesen normális, akkor 90% biztonsággal kizárhatjuk az a. carotis interna vagy a media főtörzs elzáródását.

2. ábra: Az a. carotis intima-media vastagság mérése nagyfeloldású B-mód (brightness = világosság) ultrahanggal. A szokványos frekvenciákkal (7–10 MHz) az intima-media nem különíthető el, a kettő együtt mérhető





3. ábra: Klinikai tüneteket nem okozó embóliák detektálása TCD-vel az a. cerebri mediák fölött (Alekszandrov ábrája módosítva). A nagyintenzitású átmeneti szignálok (mikroembólusok) jól elkülönülnek a Doppler-spektrumon belül (nyilak). Az ultrahangkészülék hangszóróján jellegzetes, rövid ideig tartó ciripelő hangot hallunk. Egészségesekben nincs, vagy legfeljebb egy-kettő óránként, de szívűtét, vitium vagy endarteriectomia esetén számuk több száz is lehet óránként. A krónikus mikroembolizációknak egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak ismeretlen eredetű dementiák előidézésében. Erőteljes antikoagulálásra az embólusok száma drasztikusan csökken.

- A foramen magnumon keresztül könnyű tanulmányozni az AB-t és az AV-t, de kanyargós lefutásuk gyakran nehezíti a vizsgálatot. Ha az AB elzáródott, akkor a megfelelő mélységben alig vagy egyáltalán nem detektálható szignál.
- Állományvérzés, nagyobb aneurizma, arteriovenosus malformáció.
- Klinikai tüneteket nem okozó mikroembólusok (3. ábra).

A regisztrálás szimultán, mindkét ACM fölé helyezett szondákkal történik, az elvezetési idő 30–120 perc. Kóros: >2 mikroembolizáció/óra. A tünetes carotis-stenosisos betegek 20–100%-ban fordulnak elő embolizációk. Lacunaris infarktusokban általában nincsen, de kardiális embóliában gyakori. A közelmúltban befejeződött CARESS-vizsgálat (szimptómás carotisszűkület és clopidogrel + aspirinkezelés) szerint a mikroembólusok száma csökken az érelmeszesedés kezelésére. A transcranialis Dopplerrel regisztrálható mikroembólusok nem okoznak látványos klinikai tüneteket, de pl. a szívűtét után észlelt kognitív deficit vagy ismeretlen eredetű szellemi hanyatlás hátterében feltételezik az évekig tartó „mikroembólus-zápor” kóros szerepét. A TCD embolizáció vizsgálat kifejezetten alkalmas nyitott foramen ovale diagnosztizálására. A stroke-ot szenvedett fiatalok 30%-ban nyitott foramen ovale van, míg idősokban a gyakoriság csupán 10%.

#### Syncopék

Ismeretlen jellegű rosszulléteknél hasznos az alábbi teszt:

- az a. cer. med. fölötti folyamatos vérsebesség mérés rögzített Doppler-szondákkal,
- 5–10 perc horizontális fekvés billenőasztalon, lehetőleg folyamatos pulzus- és vérnyomásméréssel,

- a billenőasztallal hirtelen függőleges helyzetbe fordítása, 10–15 percig RR- és pulzusz mérés, lehetőleg folyamatosan, de legalább félpercenként.

**Egészségesekben:** a nyugalmi vérnyomásérték átmenetileg csökken (10–15%), de a szisztolés érték legfeljebb 20–30 Hgmm-rel, a pulzus 10–20/perc értékkel nőhet.

Fontos tudni, hogy a reakció esetleg csak 5–7 perccel a függőleges helyzetbe való felemelkedéskor jelentkezik. Egyesek szerint, ha függőleges helyzetben mért az ACM-ben mért maximális sebességcsökkenés lényegesen meghaladja a középvernyomás maximális csökkenését, a cerebrovaszkuláris szabályozás zavarára utal és a tudatvesztés egyik magyarázója lehet.

#### A subarachnoidealis vérzés következtében kialakuló vazospazmus

A 200 cm/s feletti sebességértékek a spazmust nagyon valószínűvé teszik. A gyógyszeres beavatkozás sikere TCD-vel követhető.

#### AZ INTRACRANIALIS NYOMÁS NÖVEKEDÉSE

A fokozott intracranialis nyomás hemodinamikailag megnövekedett perifériás érellenállásként jelenik meg, a pulzatilitási index emelkedik. A nagy egyéni különbségek miatt csak az intraindividuális mérések megbízhatók! A növekvő pulzatilitási index megbízhatóan tükrözi az intracranialis nyomás emelkedését, ha a beteget folyamatosan monitorozzuk vagy ismételt uo. körülmények között vizsgáljuk.

CO<sub>2</sub>-belélegeztetéssel, vagy diamox adásával az agyi arteriolák tágulékonyasága vizsgálható. Ez a módszer elsősorban a rizikóbetegségek (diabétesz, hipertónia, lipidek) érfalra gyakorolt kedvezőtlen hatásának preklinikai diagnosztizálására alkalmas, fentebb már volt róla szó.

Endarterectomia után időnként előfordul hiperperfüzió szindróma (fejfájás, vérnyomásemelkedés, néha epilepsziás görcsök, illetve az azonos oldali ACM-ben az áramlási sebesség növekedése a pulzatilitás csökkenésével). Egyes megfigyelések szerint a szindróma gyakrabban fordul elő, ha a műtét alatti carotis leztorítás hosszabb ideig tartott, a Willis-kör kollaterális funkciója nem kielégítő és a műtét előtt mért CRC kóros volt.

#### A trombolízis detektálása TDC-vel

A trombolízis eredményességének detektálására ideális eszköz a TCD, mivel – nem-invazív módon – az ACM rekanalizációjának folyamatos követése és a klinikai tünetekkel való összehasonlítás lehetséges. Ismert, hogy 1 MHz ultrahang elősegíti a thrombus oldódását, ezért a monitorizálás és a szövet plazminogén aktivátor (rt-PA) kezelés hatékonyságának fokozása összekapcsolható. Noha a trombolízis TCD-vel való „felgyorsítása” még nem képezi a mindennapi ellátás részét és a széteső thrombusból való további embolizáció veszélye sem kizárt, ezek a megfigyelések érdekes új perspektívát jelenthetnek a TCD alkalmazásában.

### Agyhalál megállapítása

Az agyhalál klinikai vizsgálaton alapuló diagnózis, amelyet a műszeres vizsgálatok csak megerősítenek. Az áramlás megszűnését csak akkor tekinthetjük diagnosztikus értékűnek, ha ugyanaz a vizsgáló ugyanazzal a készülékkel ugyanolyan körülmények között korábban még tudott áramlást regisztrálni!

### Mikor javasoljunk nyaki, illetve transcranialis ultrahangvizsgálatot?

Nyaki ultrahangvizsgálat szükséges (beleértve az IMT mérését is):

- férfiaknál 50, nőknél 55 év fölött,
- ha kettő vagy annál több vaszkuláris rizikófaktor van,
- zörej a carotisok és/vagy a femoralisok fölött,
- alsóvégtagi érszűkület alapos gyanúja,
- erős dohányos (IMT mérés is),
- nyaki érdisztekció (fájdalom a nyak területén trauma után vagy spontán), nyaki aneurizma gyanúja,
- TIA-gyanú (féltekei vagy vertebrobasilaris),
- endarterectomia követése, főleg ha restenosis gyanúja merül fel,
- bármilyen műtét előtt, amely esetleg jelentős vérnyomáscsökkenéssel jár.

Transcranialis Doppler szóba jön ismeretlen eredetű rosszullét esetén.

Transcranialis Dopplerrel összekötött speciális vizsgálat (pl. mesterséges vérnyomásemelés a combra helyezett mandzsettával, billenőasztal vizsgálat, carotis kompresszió, stb.), ha felmerül, hogy a tudatzavar/syncope hátterében átmeneti agyi keringészavar állhat. Transcranialis Dopplerrel végzett embóliamonitorizálás, ha potenciális embóliaforrás van (kardiális embóliaforrás vagy interna plakk), ha bármilyen artériás megbetegedés miatt a beteg antikoaguláns terápiában részesül. Bilateralis carotis stenosisban az endarterectomia oldalának eldöntésére CO<sub>2</sub>- vagy acetazolamid teszttel összekötve:

- iszkémiás vagy vérzéses stroke-ban,
- fejtrauma után,
- subarachnoideális vérzésben,
- fokozott intracraniali nyomás,
- trombolízis monitorizálására.
- agyhalál megállapítása.

Irodalom: 1. Aaslid R. Transcranial Doppler assessment of cerebral vasospasm. *Eur J Ultrasound* 2002; 16 (1–2): 3–10. – 2. Alexandrov AV. Ultrasound and angiography in the selection of patients for carotid endarterectomy. *Curr Cardiol Rep* 2003; 5 (2): 141–7. – 3. Baumgartner RW. Transcranial color duplex sonography in cerebrovascular disease: a systematic review. *Cerebrovasc Dis* 2003; 16 (1): 4–13. – 4. Behnke S, Becker G. Sonographic imaging of the brain parenchyma. *Eur J Ultrasound* 2002; 16 (1–2): 73–80. – 5. Cho L, Yadav JS. Embolization in atherosclerosis. *Neuroimaging. Clin N Am* 2002; 12 (3): 365–372. – 6. Csiba L. Az a. carotis rendszer elváltozásainak diagnosztikájában alkalmazott ultrahangos eljárások áttekintése. *Orv*

*Hetil* 1990; 131: 1455–61. – 7. Csiba L, Bereczki D, Valikovics A, et al. A B-mode ultrahangos vizsgálat szerepéről az a. carotis stenosis elváltozások diagnosztikájában. *Ideggyógy Szle* 1990; 43: 511–9. – 8. Csiba L. A transcranialis Doppler szerepe és alkalmazási lehetőségei agyérbetegségekben. *Agyérbetegségek* 1994; 6–8. – 9. Csiba L. Az ultrahang szerepe a stroke diagnosztikában. *Háziorvos Továbbképző Szemle* 1999; 4: 87–90. – 10. Csiba L. Clinical and experimental applications of new extracranial ultrasound methods European Federation of Neurological Societies. Copenhagen Teaching Course October 2000. p. 1–14. – 11. Csiba L. Ultrasound in ischemic stroke. Teaching Course European Federation of Neurological Societies. Vienna October, 2002. p. 1–13. – 12. Daffertshofer M, Fatar M. Therapeutic ultrasound in ischemic stroke treatment: experimental evidence. *Eur J Ultrasound* 2002; 16 (1–2): 121–30. – 13. Davison BD, Polak JF. Arterial injuries: a sonographic approach. *Radiol Clin North Am* 2004; 42 (2): 383–96. – 14. Dittrich R, Ritter MA, Droste DW. Microembolus detection by transcranial doppler sonography. *Eur J Ultrasound* 2002; 16 (1–2): 21–30. – 15. Ficzere A, Csiba L. Comparison of different methods evaluating the functional and structural abnormalities in hypertension. *Eur Neurol* 2002; 48 (2): 71–9. – 16. Hennerici M, Baezner H, Daffertshofer M. Ultrasound and arterial wall disease. *Cerebrovasc Dis* 2004; 17 (Suppl 1): 19–33. – 17. Kastelein JJ, de Groot E, Sankatsing R. Atherosclerosis measured by B-mode ultrasonography: effect of statin therapy on disease progression. *Am J Med* 2004; 116 (Suppl 6A): S31–6. – 18. Kastelein JJ, Wiegman A, de Groot E. Surrogate markers of atherosclerosis: impact of statins. *Atheroscler Suppl* 2003; 4 (1): 31–6. – 19. Ludwig M, von Petzinger-Kruthoff A, von Buquoy M, et al. [Intima media thickness of the carotid arteries: early pointer to arteriosclerosis and therapeutic endpoint] *Ultraschall Med* 2003; 24 (3): 162–174. – 20. Neederkorn PJ, van der Graaf Y, et al. Duplex ultrasound and magnetic resonance angiography compared with digital subtraction angiography in carotid artery stenosis: a systematic review. *Stroke* 2003; 34 (5): 1324–32. – 21. Neuroszonológiai vizsgálatok. Protokollok. 2000. Magyar Neuroszonológiai Társaság. Springer; Elérhető: Dr. Valikovics II. Idegosztály Miskolc, Szentpéteri Kapu. – 22. Norris JW, Halliday A. Is ultrasound sufficient for vascular imaging prior to carotid endarterectomy? *Stroke* 2004; 35 (2): 370–1. – 23. Perren F, Darbellay G, Bogousslavsky J, et al. Advances in cerebrovascular ultrasound. *Adv Neurol* 2003; 92: 91–104. – 24. Russell D. Cerebral microemboli and cognitive impairment. *J Neurol Sci* 2002; 203–4: 211–4. – 25. Schmidt B, Czosnyka M, Klingelhofer J. Clinical applications of a non-invasive ICP monitoring method. *Eur J Ultrasound* 2002; 16 (1–2): 37–45. – 26. Sloan MA, Alexandrov AV, Tegeler CH, et al. Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Assessment: transcranial Doppler ultrasonography: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2004; 62 (9): 1468–1481.