

Strokovni prispevek/Professional article

# OPERATIVNO ZDRAVLJENJE ZOŽITVE (ENDARTEREKTOMIJA) NOTRANJE KAROTIDE V LOKALNI ANESTEZIJI

INTERNAL CAROTID ENDARTERECTOMY UNDER LOCAL ANAESTHESIA

*Andrej Šikovec*

Splošna bolnišnica Novo mesto, Šmihelska 1, 8000 Novo mesto

Prispelo 2004-06-16, sprejeto 2004-10-04; ZDRAV VESTN 2004; 73: 915-9

**Ključne besede:** zožitev notranje karotide; endarterektomija; anestezija, lokalna

**Izvleček** – Izhodišča. Endarterektomija notranje arterije karotis v kombinaciji z medikamentnim zdravljenjem je najboljša metoda za preprečevanje možganske kapi pri simptomatskih bolnikih z več kot 70-odstotno zožitvijo istostranske karotide. Pri uspešno operiranih bolnikih je pogostnost možganske kapi manjša v primerjavi z neoperiranimi (1% proti 6–10% na leto). Zato je pomembno, da je operacija čim bolj varna. Sedaj je povprečna in sprejemljiva nevarnost za smrt in/ali hujšo možgansko kap 2–4%. Največji problemi med operacijo na karotidah so: embolizacija iz obolele arterije med preparacijo, ishemija možganov med zaporo karotide in embolizacija ter intimalno zatrganje zaradi poškodbe notranje karotide z začasnim notranjim obtokom (shunt). Uporaba notranjega obtoka je zaradi možnosti povzročitev embolizacije in intimalnega zatrganja nevarna. Zato predlagajo selektivno uporabo obtoka, ko je to potrebno zaradi ishemije možganov.

Metode. V prevodni anesteziji (globoki in povrhnji cervikalni blok) smo operirali 23 bolnikov (16 moških in 7 žensk) zaradi hude stenoze (> 70%) notranje karotide. Za cervikalni blok smo uporabili mešanico 1-odstotnega Xylocaina in 0,5-odstotnega Marcaina. Stanje prekrvljenosti možganov smo ugotavljali z nevrološkim testiranjem budnega bolnika med posegom. Med posegom smo uporabili standardni nadzor vitalnih funkcij, vključno s krvavim nadzorom krvnega tlaka. Pri 20 bolnikih smo hkrati tudi uporabili transkranijski doplersonski nadzor pretoka skozi srednjo možgansko arterijo.

Rezultati. Pri 18 bolnikih tudi po namestitvi žilne stiskalke in prekinitvi pretoka skozi notranjo karotido nismo opazili nevrološke izgube. Pri njih nismo uporabili začasnega notranjega obtoka. Pri petih bolnikih je prišlo do motenj zavesti, zato smo uporabili notranji obtok. Pri vseh bolnikih razen pri enem smo napravili značilno vzdolžno endarterektomijo in arterijo karotis zašili z uporabo Dacronske krpice. Ti bolniki so operacijo in pooperativni potek prestali brez zapletov in so bili odpušteni peti do sedmi dan po operaciji. Pri enem bolniku je med prepariranjem karotide, še preden smo namestili žilno stiskalko, prišlo do nenadnega poslabšanja s paralizo po kontralateralni strani in motnjo zavesti. Operacijo smo prekinili in bolnika zdravili konzervativno.

**Key words:** internal carotid stenosis; endarterectomy; anaesthesia, local

**Abstract** – Background. Endarterectomy of the internal carotid artery, supported by medicament treatment, is the best method used to prevent stroke with symptomatic patients with an over 70-percent narrowing of the ipsilateral carotid artery. With patients who have successfully passed the operation the occurrence of the stroke is less often than with non-operated patients (1% vs. 6–10% per year). Therefore, it is important that the operation is carried out as safely as possible. Currently, the average acceptable rate of death and/or severe stroke risk stands at between 2–4%. Greatest problems faced during carotid artery surgery are embolism of the affected artery during preparation, brain ischaemia during the blockade of the carotid artery, and embolism and intimal tearing due to injury of the internal carotid artery by the temporary internal shunt. Due to the risk of causing an embolism and intimal tearing, the use of the internal shunt can be dangerous. Therefore, selective usage of the shunt is recommended when necessary due to brain ischaemia.

Methods. Under block/conduction anaesthesia (deep and superficial cervical block) we have performed surgery on 23 patients (16 males, 7 females) because of severe stenosis of the internal carotid artery (over 70%). A mixture of Xylocain 1% and Marcain 1.5% was used for the cervical block. Cerebral blood circulation was monitored by neurological testing of the patient awake during the procedure. During the procedure, we performed standard monitoring of the vital functions including the blood pressure. Additionally, the transcranial Doppler monitoring of the blood flow through the middle cerebral artery was used with 20 of the patients.

Results. Even after placing the artery clamp and cutting off the blood flow through the internal carotid artery no neurological deficits were observed with 18 patients, neither did we use temporary internal shunt with them. Five patients suffered problems with loss of consciousness, therefore we used the internal shunt. With all but one patient we performed a typical longitudinal endarterectomy and used the Dacron patch to close the carotid artery. Those patients underwent operation and post-operation treatment without complications and were dismissed from hospital five to seven days after the operation. Meanwhile, one patient's condition worsened severely during preparation of the carotid artery even before

Zaključki. *Bolniki so poseg v prevodni anesteziji dobro prenašali. Neurološko testiranje budnega bolnika med posegom je bila zanesljiva metoda za ugotavljanje prekrvljenosti možganov. Pri bolnikih, pri katerih je med zaporo karotide prišlo do neuroloških izpadov, smo uporabili začasni notranji obtok (shunt) in neurološki izpad se je popravil.*

## Uvod

Podatki prospektivnih študij v Evropi (ECST) in Severni Ameriki (NASCET) so pokazali, da je operativno zdravljenje simptomatske istostranske hude zožitve notranje karotidne arterije uspešnejše od medikamentnega zdravljenja (1-3). Pri bolnikih s hudo stenozo (> 70 NASCET ali > 80% ECST) operacija zmanjša sorazmerno tveganje za možgansko kap ali smrt za 48% (4). Vendar trombandarterektomija notranje karotide (CEA) tudi sama po sebi lahko povzroči možgansko kap in/ali smrt. Zato navedeni podatki veljajo le, če operiramo bolnike, ki so primerni za operacijo, in če jih operira kirurg z nizko stopnjo zapletov (manj kot 6%) (4). Zaradi tega kirurgi posvečajo veliko pozornost tehniki operiranja (5-8). Embolizacija iz obolele notranje karotide med operacijo in neposredno po njej (9-17) in hipoperfuzija možganov med zaporo pretoka (klemanje) so najpogostejši vzroki za cerebrovaskularni zaplet (18-20). Za ugotavljanje zmanjšane prekrvljenosti možganov in embolizacij med operacijo so razvili več metod: transkraniialna doplerska meritev pretoka skozi arterijo cerebri medio na strani operacije (9-17, 21), meritev tlaka v bulbusu, potem ko je skupna karotida stisnjena (22-24), ugotavljali so tudi spremembe EEG med operacijo (25-27). Nekateri kirurgi se odločajo za rutinsko uporabo začasnega obtoka, vendar prepričljive prednosti te metode niso uspeli dokazati (28). Zato je ideja, da bi začasni obtok (shunt) uporabili le, ko je prisotna hipoperfuzija možganov zelo vabljiva. Omejuje jo le dejstvo, da z vsemi prej naštetimi metodami ne moremo zanesljivo napovedati hipoperfuzije možganov med tem, ko je stisnjena notranja karotida (22, 29).

Lokalna anestezija pri CEA je pridobila na popularnosti, ker test budnosti bolnika med stisnjenjem notranje karotide zanesljivo pokaže na hipoperfuzijo možganov in potrebo za uporabo začasnega obtoka (shunta).

Prednosti loko-regionalne anestezije:

- odkrivanje bolnika, ki potrebuje začasni obtok,
- manjše tveganje za srčne zaplete,
- ohranitev možganske avtoregulacije.

## Bolniki in metode

Na odseku za žilno kirurgijo Splošne bolnišnice v Novem mestu smo od oktobra 2001 do aprila 2004 operirali triindvajset bolnikov (16 moških, 7 žensk) s hudo stenozo karotidne arterije, ki smo jo ugotovili z barvno sonografijo z dvojnimi prikazom in potrdili s selektivno angiografijo. Dvaindvajset bolnikov je imelo istostransko hemisferno simptomatiko, od tega je osem bolnikov že prebolelo cerebrovaskularni inzulit, štirinajst bolnikov pa je imelo prehodne ishemične napade. En bolnik je imel amaurosis fugax.

Povprečna starost bolnikov je bila 61,4 leta (razpon od 40 do 78 let). Deset bolnikov je imelo sladkorno bolezen.

Enajst bolnikov je imelo več kot 70-odstotno zožitev karotidne arterije na drugi strani, dva bolnika sta imela zaporo ka-

*the placement of the artery clamp, which resulted in paralysis on the contralateral side and loss of consciousness. The operation was suspended, the patient was treated conservatively.*

*Conclusions. The patients handled the procedure under block/conduction anaesthesia well. Neurological testing of the patient awake during the procedure was a reliable method to ascertain cerebral blood circulation. Temporary internal shunt was used with patients who suffered a neurological deficit during the blockade of the carotid artery. As a result, the neurological deficit improved.*

rotide na drugi strani, en bolnik je bil na drugi strani že operiran. Le trije bolniki so bili brez pomembne bolezni karotide na drugi strani.

## Lokalna anestezija

Uporabljali smo globoki (7 bolnikov) in povrhnji cervikalni blok (16 bolnikov). Po pripravi bolnika (invazivno merjenje krvnega tlaka) in sedaciji smo bolnike namestili na operacijsko mizo. Namestili smo jim sondo za transkraniialno (TCD) merjenje hitrosti pretoka skozi arterijo cerebri medio na strani operacije. TCD nismo uspeli namestiti pri treh bolnikih. Nato smo bolnikovo glavo rahlo upognili navzdol in jo obrnili v drugo stran.

Globok cervikalni blok smo napravili tako, da smo vbrizgali lokalni anestetik (mešanico 0,5-odstotnega Marcaina in 1-odstotnega Xylocaina) v predel drugega, tretjega in četrtega transverzalnega izrastka vratnih vretenc, in to na sprednjo površino teh izrastkov.

Povrhnji cervikalni blok smo napravili tako, da smo lokalni anestetik (mešanico 0,5-odstotnega Marcaina in 1-odstotnega Xylocaina) vbrizgali ob zadnji rob sternokleidomastoidne mišice na polovici med mastoidom in sterno-klavikularnim sklepom v globino 1 do 1,5 cm.

Področje kožnega reza smo tako pri globokem kot povrhnjem cervikalnem prevodnem bloku še posebej infiltrirali z 1-odstotnim Xylocainom.

Med samo operacijo, če je bolnik potožil, da ga boli, smo še dodali lokalno 1-odstotni Xylocain. Pri prepariranju v okolici karotidnega glomusa smo to področje prepojili z 2-odstotnim Xylocainom.

## Operacija

V enaindvajsetih primerih smo napravili tipično vzdolžno endarterektomijo dela skupne arterije karotis, bulbosa in začetnega dela notranje karotide. Pri enem bolniku smo napravili everezijsko endarterektomijo. Pri enem bolniku smo operacijo prekinili.

Pred nameščanjem žilnih stiskalk so bolniki dobili 5000 I.E. heparina intravensko v bolusu. Po namestitvi stiskalke na notranjo karotido smo nadzorovali pretok skozi arterijo cerebri medio s transkraniialnim doplerskim monitorjem in hkrati opravili neurološko testiranje bolnika: bolnik je stiskal žogico v kontralateralni roki in odgovarjal na enostavna vprašanja. Če ni bilo neuroloških izpadov, smo nadaljevali operacijo brez začasnega notranjega obtoka (shunta), sicer pa smo uvedli Javidov obtok. Po opravljeni odstranitvi ateroma iz distalnega dela skupne karotide, bulbosa in notranje karotide smo arteriotomijo zaprli glede na premer neposredno ali preko Dacronske krpic. Uvedli smo zunanjo drenažo in rano zaprli v plasteh.

Pooperativno so bili bolniki premeščeni v enoto za intenzivno zdravljenje in naslednji dan na oddelek. Drenažo smo odstranili dan po operaciji. Šive smo odstranili 5 do 7 dni po operaciji.

## Rezultati

Pri 22 od 23 bolnikov smo dosegli dobro analgezijo ves čas med operacijo. Z bolniki smo med operacijo komunicirali in opravili tudi nevrološke teste.

Pri enem bolniku so pri prepariranju v področju skupne karotidne arterije nastopile hude bolečine, zato smo ga morali prevesti v splošno anestezijo. To smo pripisovali dejstvu, da je pri bolniku n. vagus potekal po sprednji steni skupne karotide in smo ga morali ločiti od karotide. Kljub dodajanju lokalnega anestetika bolečine niso popolnoma popustile, zato smo morali bolnika uspavati.

Na podlagi nevrološke preiskave budnega bolnika ob stisnjenju notranje karotide smo pri petih bolnikih opazili nevrološki izpad (kontralateralno parezo, izgubo zavesti, upočasnjenost), pri teh bolnikih smo takoj namestili notranji obtok (Javid shunt). Stanje zavesti se je takoj popravilo. Nato med operacijo in po operaciji pri teh bolnikih nismo imeli več nevroloških izpadov.

Pri enem bolniku, ki je že imel ishemični infarkt na isti strani, je med prepariranjem skupne karotide, ko smo okoli nje namestili gumijasto zanko, nastala nenadna izguba zavesti in desnostranska hemiplegija. Očitno je pri bolniku prišlo do obsežnega ishemičnega infarkta, za katerega je bila odgovorna embolizacija iz obolele karotide. Operacijo smo zato prekinili. Bolnik je preživel, vendar popolno ohromel po kontralateralni strani.

Dvaindvajset bolnikov od triindvajsetih je prestalo operacijo brez večjih nevroloških deficitov. Pri dveh bolnikih se je pojavila začasna okvara marginalne mandibularne veje n. facialis, ki se je kazala z delno parezo spodnje ustnice, ki je po nekaj tednih izzvenela.

Dva bolnika sta med operacijo, ko smo dodajali lokalni anestetik, postala hripava in dobila občutek oteženega požiranja. To smo pripisali začasni blokadi n. vagusa zaradi prodiranja lokalnega anestetika v področje n. vagusa. Že nekaj ur po operaciji je bilo stanje zopet normalno.

Pri dveh bolnikih je prišlo do nastanka hematoma, enega bolnika smo morali ponovno operirati in mu odstraniti hematoma.

## Razpravljanje

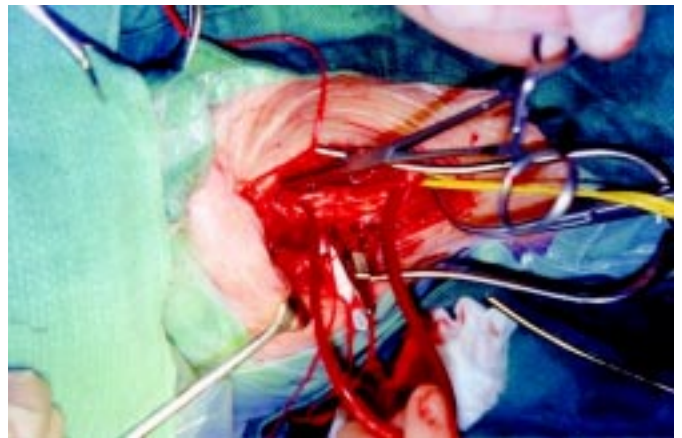
Tveganje za večji ali manjši nevrološki primanjkljaj med in po CEA je okoli 5% (30). Približno 2/3 teh nastopi med operacijo in večina je po naravi posledica embolizacij (31). Ocenjujejo, da je le 20% primanjkljajev posledica hipoperfuzije (30, 32). Uporaba začasnega notranjega obtoka (shunta) je kljub temu zelo pogosta, ker se kirurgi bojijo hipoperfuzije. Vendar ima uporaba obtoka tudi slabosti: intimalna okvara in kasnejša tromboza ali stenoza, tveganje za zračno ali trombocitno embolizacijo iz obtoka ali embolizacija okruškov iz plaka v skupni karotidi. Ker začasni obtok ovira prikaz arterije, je potreben večji rez. Uporaba obtoka je tvegana sama po sebi. Zato imajo tisti, ki ga sploh ne uporabljajo, in tisti, ki ga uporabljajo vedno, približno enako število zapletov (28). Zamisel, da bi začasni obtok uporabili le, ko možganom med zaporo karotide grozi hipoperfuzija, je zato zelo vabljiva. Od vseh metod za ugotavljanje perfuzije možganov je najboljša metoda testa budnosti (»awake test«).

Ishemija se najpogosteje pokaže kot motnja zavesti, čeprav so možni tudi žariščni izpadi. Višje funkcije možganske skorje se testirajo s preprostimi vprašanji (»mini mental state«), motorična funkcija pa tako, da bolnik stiska žogico v nasprotni roki. Upočasnjeno odgovarjanje na vprašanja je znak grozeče izgube zavesti. V naši seriji je le pet bolnikov od dvaindvajsetih potrebovalo notranji obtok (shunt). Z našim opažanjem se ujemajo podatki iz literature, ki opisujejo, da le 5 do 21% bolnikov potrebuje notranji obtok, če se uporablja »test budnosti« (30).



Sl. 1. Bolnik z nameščenim transkranialnim doplerjem (TCD) in iglami za globoki cervikalni blok v predelu stranskega odrastka II., III. in IV. vratnega vretenca.

Figure 1. Patient with placed transcranial doppler (TCD) and needles for deep cervical block.



Sl. 2. Odrpna skupna in notranja karotida z notranjim obtokom na mestu.

Figure 2. Open common and internal carotid with internal shunt.

Do trajne okvare kranialnih živcev po podatkih iz literature pride v okoli 5% (33, 34). V naših primerih sta imela začasno okvaro marginalne mandibularne veje n. facialis dva bolnika. Pri obeh je šlo za občasno okvaro, ki je bila najverjetneje posledica pritiska instrumenta (kljuka, samodržać) na živce.

Pri dveh bolnikih se je pojavila prehodna hripavost in težava pri požiranju med operacijo. Opazili smo, da je težava nastopila po dodajanju lokalnega anestetika v področje prepariranja. Na podlagi našega opažanja in po podatkih iz literature (33, 34) je bila hripavost posledica anestezije n. vagusa in je po nekaj urah izzvenela.

Zmanjšanje števila zapletov v kardiovaskularnem sistemu je po podatkih iz literature ena od prednosti operacije v lokalni anesteziji (35). V naši seriji bolnikov smo med samo operacijo opazili zmeren porast arterijskega tlaka (36), ki se ga je dalo obvladati z običajnimi ukrepi. Po operaciji smo pri večini bolnikov opazili nizke vrednosti krvnega tlaka. Te spremembe smo pripisali deloma avtoregulaciji možganskega pretoka, ki se je po sprostitvi hude zožitve povečal, in deloma po-





Sl. 3. Plak po odstranitvi.  
Figure 3. Plaque after removal.



Sl. 4. Preko krpice zašita arteriotomija.  
Figure 4. Arteriotomy closure made with a patch.

novnemu delovanju baroreceptorjev v karotidnem glomusu, ki so bili do operacije zaradi kalcinirane in trde stene neodzivni.

Podatki iz literature govorijo o približno 50-odstotnem zmanjšanju nevarnosti za možgansko kap pri operacijah v lokalni anesteziji. Doslej pa še ni bilo opravljene randomizirane študije, ki bi to potrdila. Trenutno poteka multicentrična študija GALA, ki je doslej vključila približno 3000 bolnikov.

## Sklepi

Naše izkušnje, kljub enemu primeru medoperativne možganske kapi, se ujemajo z novjšimi izkušnjami drugih. Enderarterektomija v lokalni anesteziji je poseg, ki ga bolniki večinoma dobro prenašajo. Operaterju pa nevarnost stanja budnega bolnika omogoča mirno operiranje brez uporabe notranjega obtoka za boljšo prekrvljenost možganov. Pri bolniku, pri katerem je prišlo do možganske kapi med operacijo, smo lahko ugotovili natančen trenutek in naravo dogodka. Možganska kap je nastopila, še preden smo namestili žilne prijemalke. Torej ni bila posledica zmanjšane pretoka skozi možgane, temveč obsežne embolizacije iz obolele karotide.

V naši ustanovi opravljamo endarterektomijo od leta 1993. V tem času je avtor osebno operiral poleg opisanih devetnajstih bolnikov v lokalni anesteziji še 51 v splošni anesteziji. V

vseh teh letih je med operacijo in neposredno po operaciji prišlo do dveh cerebrovaskularnih inzultov (eden v splošni anesteziji in eden v lokalni anesteziji). Statistično gledano gre skupaj za 2,85-odstotni delež kapi pri operaciji karotid, kar je znotraj priporočenih standardov (37).

## Literatura

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-53.
2. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991; 337: 1235-43.
3. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) investigators. Clinical alert: benefit of carotid endarterectomy for patients with high-grade stenosis of the internal carotid artery. *Stroke* 1991; 22: 816-7.
4. Cina CS, Clase CM, Haynes RB. Carotid endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; CD001081.
5. Ascher E, Markevich N, Hingorani AP, Kallakuri S, Gunduz Y. Internal carotid artery flow volume measurement and other intraoperative duplex scanning parameters as predictors of stroke after carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 2002; 35: 439-44.
6. Hobson RW 2<sup>nd</sup>, Lal BK, Chakhtoura EY et al. Carotid artery closure for endarterectomy does not influence results of angioplasty-stenting for restenosis. *J Vasc Surg* 2002; 35: 435-8.
7. Skelly CL, Meyerson SL, Curi MA et al. Routine early postoperative duplex scanning is unnecessary following uncomplicated carotid endarterectomy. *Vasc Endovascular Surg* 2002; 36: 115-22.
8. Gibbs BF. Temporary hypotension following endarterectomy for severe carotid stenosis: should we treat it? *Vasc Endovascular Surg* 2003; 37: 33-8.
9. Aackerstaff RG, Jansen C, Moll FL. Carotid endarterectomy and intraoperative emboli detection: Correlation of clinical, transcranial Doppler, and magnetic resonance findings. *Echocardiography* 1996; 13: 543-50.
10. De Borst GJ, Moll FL, van de Pavoordt HD, Mauser HW, Kelder JC, Ackerstaff RG. Stroke from carotid endarterectomy: when and how to reduce perioperative stroke rate? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 21: 484-9.
11. Dunne VG, Besser M, Ma WJ. Transcranial Doppler in carotid endarterectomy. *J Clin Neurosci* 2001; 8: 140-5.
12. Hayes PD, Payne D, Lloyd AJ, Bell PR, Naylor AR. Patients' thromboembolic potential between bilateral carotid endarterectomies remains stable over time. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 496-8.
13. Laman DM, Wieneke GH, van Duijn H, van Huffelen AC. High embolic rate early after carotid endarterectomy is associated with early cerebrovascular complications, especially in women. *J Vasc Surg* 2002; 36: 278-84.
14. Robless PA, Tegos TJ, Okonko D et al. Platelet activation during carotid endarterectomy and the antiplatelet effect of Dextran 40. *Platelets* 2002; 13: 231-9.
15. Stork JL, Kimura K, Levi CR, Chambers BR, Abbott AL, Donnan GA. Source of microembolic signals in patients with high-grade carotid stenosis. *Stroke* 2002; 33: 2014-8.
16. Stoll M, Hamann GF. Cerebrovascular reserve capacity. *Nervenarzt* 2002; 73: 711-8.
17. Munts AG, Mess WH, Bruggemans EF, Walda L, Ackerstaff RG. Feasibility and reliability of on-line automated microemboli detection after carotid endarterectomy. A transcranial Doppler study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 25: 262-6.
18. Lythgoe D, Simmons A, Pereira A, Cullinane M, Williams S, Markus HS. Magnetic resonance markers of ischaemia: their correlation with vasodilatory reserve in patients with carotid artery stenosis and occlusion. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71: 58-62.
19. Nielsen MY, Sillesen HH, Jorgensen LG, Schroeder TV. The haemodynamic effect of carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 24: 53-8.
20. Hanel RA, Xavier AR, Kirmani JF, Yahia AM, Qureshi AI. Management of carotid artery stenosis: comparing endarterectomy and stenting. *Curr Cardiol Rep* 2003; 5: 153-9.
21. Soinne L, Helenius J, Tatlisumak T et al. Cerebral hemodynamics in asymptomatic and symptomatic patients with high-grade carotid stenosis undergoing carotid endarterectomy. *Stroke* 2003; 34: 1655-61.
22. Belardi P, Lucertini G, Ermirio D. Stump pressure and transcranial Doppler for predicting shunting in carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 25: 164-7.
23. Ouriel K, Greenberg RK, Sarac TP. Hemodynamic conditions at the carotid bifurcation during protective common carotid occlusion. *J Vasc Surg* 2001; 34: 577-80.
24. Zachrisson H, Berthelsen B, Blomstrand C, Holm J, Volkman R. Influence of poststenotic collateral pressure on blood flow velocities within high-grade carotid artery stenosis: differences between morphologic and functional measurements. *J Vasc Surg* 2001; 34: 263-8.
25. Wellman B, Loftus C, Kresowik T, Todd M, Granner M. The differences in electroencephalographic changes in patients undergoing carotid endarterectomies while under local versus general anesthesia. *Neurosurgery* 1998; 43: 769-73.

26. D'Angelo V, Catapano G, Bozzini V et al. Propofol EEG burst suppression in carotid endarterectomy. *J Neurosurg Sci* 2001; 45: 157-62.
  27. Laman DM, van der Reijden CS, Wieneke GH, van Duijn H, van Huffelen AC. EEG evidence for shunt requirement during carotid endarterectomy: optimal EEG derivations with respect to frequency bands and anesthetic regimen. *J Clin Neurophysiol* 2001; 18: 353-63.
  28. Bond R, Rerkasem K, Counsell C et al. Routine or selective carotid artery shunting for carotid endarterectomy (and different methods of monitoring in selective shunting). *Cochrane Database Syst Rev* 2002; CD000190.
  29. Ballotta E, Da Gau G, Baracchini C, Manara R. Carotid eversion endarterectomy: Perioperative outcome and restenosis incidence. *Ann Vasc Surg* 2002; 16: 422-9.
  30. McCleary AJ, Maritati G, Gough MJ. Carotid endarterectomy; local or general anaesthesia? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 1-12.
  31. Spencer MP. Doppler microembolic signals for diagnosis of ulcerated carotid artery plaques. *Echocardiography* 1996; 13: 551-4.
  32. Tangkanakul C, Counsell C, Warlow C. Local versus general anaesthesia for carotid endarterectomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; CD000126.
  33. Ayerdi J, Gupta SK, Sampson LN, Deshmukh N. Recognition of a non-recurrent laryngeal nerve during carotid endarterectomy. *Cardiovasc Surg* 2002; 10: 206-11.
  34. Aldoori MI, Baird RN. Local neurological complication during carotid endarterectomy. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1988; 29: 432-6.
  35. Sternbach Y, Illig KA, Zhang R et al. Hemodynamic benefits of regional anesthesia for carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 2002; 35: 333-9.
  36. Krenn H, Deusch E, Jellinek H, Oczenski W, Fitzgerald RD. Remifentanyl or propofol for sedation during carotid endarterectomy under cervical plexus block. *Br J Anaesth* 2002; 89: 637-40.
  37. Perkins JMT, Galland RB. Indication for carotid endarterectomy: lessons learned from randomised trials. Earnshaw JJ, Murie JA eds. *The evidence for vascular surgery*. Gloucestershire: tfm Publishing, 1999: 1-6.
-