

Extra-intrakraniální bypass při uzávěru arteria carotis interna

MUDr. Jan Šroubek¹, MUDr. Martin Kovář², MUDr. Aleš Tomek³, MUDr. Richard Plný⁴,
prof. MUDr. Josef Vymazal, DrSc.⁵

¹Neurochirurgické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

²Neurologické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

³Neurologická klinika 2. LF UK a FN Motol, Praha

⁴Neurologické oddělení Oblastní nemocnice Trutnov, a. s., Trutnov

⁵Radiodiagnostické oddělení Nemocnice Na Homolce, Praha

Využití extra-intrakraniálního bypassu (EC-IC) k sekundární prevenci iCMP v karotickém povodí se výrazně snížilo po ukončení randomizované multicentrické EC-IC bypass studie v polovině 80. let. Pacienti po iCMP s prokázaným uzávěrem ACI v této studii neprofitovali z chirurgického výkonu. V 90. letech došlo k výraznému pokroku v oblasti funkčního vyšetření mozkové cirkulace s možností určení cerebrovaskulární rezervy. Na malých souborech pacientů s hemodynamickým postižením je patrný příznivý efekt EC-IC bypassu; chybí však nová dostatečně velká randomizovaná studie prokazující tento trend. Práce je shrnutím současných znalostí využívaných při indikaci EC-IC bypassu.

Klíčová slova: EC-IC bypass, uzávěr arteria carotis interna, cerebrovaskulární rezerva.

Extra-intracranial bypass in arteria carotis interna occlusion

The use of extra-intracranial bypass (EC-IC) for secondary prevention of ischemic stroke dropped markedly after results of randomized multicenter EC-IC bypass trial in the mid 80th. Patients after ischemic stroke with proved ACI occlusion did not benefit from the surgery treatment. In the 90th a vast progression appeared in the area of functional examination of cerebrovascular compromise with the ability to identify cerebrovascular reserve capacity. Upon small trials of patients with hemodynamic compromise there is clear positive effect of EC-IC bypass; though the new sufficient randomized trial proving the efficacy is missing. The paper is summary of recent knowledge used in indication of EC-IC bypass.

Key words: EC-IC bypass, arteria carotis interna occlusion, cerebrovascular reserve capacity.

Neurol. pro praxi 2010; 11(1): 45–49

Seznam zkratk

ACA – arteria cerebri anterior

ACE – arteria carotis externa

ACI – arteria carotis interna

ACM – arteria cerebri media

ACP – arteria cerebri posterior

ATS – arteria temporalis superficialis

BHI – Breath Holding Index

CVR – cerebrovaskulární rezerva

EC-IC – extrakraniální-intrakraniální

iCMP – ischemická cévní mozková příhoda

M2 – větev ACM

OEF – oxygen extraction fraction

TCD – transkraniální dopplerovská ultrasonografie

TIA – transient ischemic attack

CBF – cerebral blood flow – průtok oblastí

CBV – cerebral blood volume – objem krve přítomné ve tkáni

MTT – mean transit time – střední čas průtoku

od 70. let vývoj, který je typický pro většinu metodik. Původně nekritické přijetí bypassu v 70. letech přešlo v jasně odmítavé stanovisko v 80. a 90. letech minulého století. V tomto desetiletí vedly nové funkční vyšetřovací možnosti k přísnější selekci pacientů a k oživení zájmu na většině pracovištích.

Okluze ACI

Onemocnění velkých mozkových cév je jednou z významných příčin pro vznik ischemické cévní mozkové příhody (iCMP). Nejčastěji se v případě stenotické ACI jedná o emboligenní etiologii buď aterosklerotického plátu či nasedajícího trombu. Závažnost postižení je pak závislá na lokalizaci a trvání poruchy prokrvení a na schopnosti kolaterálního řečiště zásobit oblast se sníženým krevním průtokem. V případě, že dojde k okluzi ACI, je vznik iCMP závislý na přirozeném kolaterálním řečišti (Willisův okruh, leptomeningeální spojky a ophthalmica) event. na vytvořeném kolaterálním řečišti při chronické ischemii mozkové tkáně, jako jsou např. durální spojky, cervikální svalové spojky, ev.

bazální spojky. Při dobře vyvinutém kolaterálním řečišti může být průběh zcela asymptomatický a naopak při jeho nedostatku může dojít k rozvoji velkých ischemických změn. Za uzavřenou ACI dochází k poklesu perfuzního tlaku a zachování dostatečného průtoku je dosaženo změnou rezistence mozkových arteriol. Po překonání akutního stadia může některá oblast zůstat hraničně perfundovaná a arterioly jsou zde dilatované – tzv. první stupeň hemodynamické korekce. V případě, že cévy nejsou schopny již další vazodilatace, zvýší se extrakce kyslíku z tepenné krve, a tak jsou metabolické požadavky mozkové tkáně saturovány a funkčnost neuronů zachována – druhý stupeň hemodynamické korekce. Další snížení perfuze pak může vést k funkční poruše a k ischemickému poškození nervových struktur (Derdeyn, 2002). Schopnost dilatace arteriol je určena cerebrovaskulární rezervou (CVR). Nejvýznamněji je poškozena CVR časně po iCMP a postupně dochází k úpravě. U většiny pacientů s jednostranným uzávěrem ACI, kteří měli po ischemické příhodě porušenou CVR, došlo během 3 měsíců k restituci CVR (u 64 %).

Úvod

Rekanalizační výkony u pacientů s uzávěrem arteria carotis interna (ACI) prodávající

V případě oboustranné okluze ACI došlo během 3 měsíců k restituci CVR pouze u 22 %. Trvale poškozená CVR je u 10 % pacientů s uzavřenou ACI (Wider, 1994). Klinické projevy u pacientů s vyčerpanou CVR nemusí být jen hemodynamicky podmíněné, ale mohou být i emboligenního původu. Pacienti se zachovanou CVR reagují na emboligenní infarkty otevřením kolaterálního řečiště a ve většině případů je drobná embolizace asymptomatická. Ti, kteří mají CVR porušenou, však mohou mít při každé embolizaci klinické projevy v podobě TIA či iCMP.

Ze všech nemocných s iCMP má okluzi ACI 10 %. U těchto nemocných je riziko recidivy iCMP v prvním roce po příhodě celkově 5–7 % a ipsilaterálně 4–6 %. Riziko se významně mění v případě porušené cerebrovaskulární rezervy. V případě jejího vyčerpání je incidence iCMP až 12–13 % a ipsilaterálně 10–11 %. V případě zachované CVR je incidence recidivy pouze 2–3 % a ipsilaterálně 2 % (Grubb, 1998).

Barnettova historická studie a studie nové

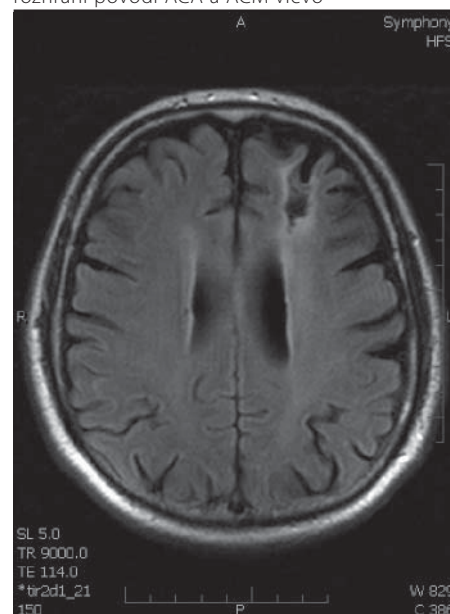
V roce 1967 prof. Yasargil a prof. Donaghy našli poprvé v historii nízkoprůtokový extra-intrakraniální (EC-IC) bypass mezi arteria temporalis superficialis (ATS) a větev arteria cerebri media (ACM) (Yasargil, 1969). Po úspěšném provedení výkonu byla tato technika během 70. a počátku 80. let frekventně využívána a jednou z indikací byly stavy po iCMP. Překvapivým zjištěním byl výsledek velké Barnettovy mezinárodní studie z roku 1985 (The EC/IC Bypass Study Group, 1985) se zařazenými 1 377 nemocnými. V chirurgicky ošetřené skupině došlo během 55,8 měsíců k rozvoji jednoho či více iCMP v 31 % a u konzervativně léčené skupiny pouze v 29 %. Po zveřejnění těchto pro chirurgii negativních výsledků se objevila řada kritických prací, z nichž některé měly svá opodstatnění. Jednou z hlavních validních kritik studie byl nediferencovaný přístup k nemocným a provedení anastomózy u stenotických ACI, kde je emboligenní etiologie iCMP vysoce pravděpodobná. Dále operaci podstoupili i pacienti s rozsáhlými ischemickými změnami. Z dnešního pohledu je pak zcela zásadní tehdejší nedostatek informací ohledně hemodynamických parametrů mozkové cirkulace (Grubb, 1998). Do studie tak byla zařazena řada pacientů, u nichž bylo kolaterální řečiště dostatečné, a výkon mohl pacienta pouze zatížit bez možného pozitivního efektu.

V době Barnettovy studie byla běžně používána vyšetření CT a DSA, která odhalí strukturální změny, event. přítomnost kolaterálního řečiště,

nikoliv však hemodynamické parametry. Je nutné zmínit, že některé strukturální změny na CT či MRI jsou pro hemodynamickou poruchu specifické (např. drobné infarkty v povodí okludované ACI v oblasti centrum semiovale a corona radiata nebo interteritoriální ischemie (obrázek 1)). Z klinického hlediska také existují hemodynamicky specifické projevy, jako jsou ortostatický třes končetin. Uvedené příklady nejsou však dostatečně senzitivní a je nutné selektovat pacienty podle nově se rozvíjejících technik, jimiž jsme schopni určit stupeň hemodynamické korekce. V současné době jedinou přímou metodou, kterou lze určit dostatečnost zásobení tkáně kyslíkem, je vyšetření PET pomocí radiofarmaka $^{15}\text{O}_2$, kterým určíme extrakční frakci kyslíku (OEF) v dané oblasti mozkové tkáně. Ostatní metody běžněji dostupné jsou nepřímé a určujeme jimi obvykle kvalitativně nebo semikvantitativně hemodynamické parametry (CBF, CBV, CBF/CBV, MTT) v klidovém stavu a po vazodilatačním stimulu a hodnotíme tak event. poruchu CVR. Nové možnosti identifikovat potenciální kandidáty měřením hemodynamických parametrů vedly k oživení zájmu o revaskularizační výkony. Na řadě pracovišť proběhly a probíhají nerandomizované studie. Z publikovaných dat je evidentní příznivý efekt EC-IC bypassu na snížení rizika recidivy iCMP (Schmiedek, 1994) a úprava zvýšené OEF (Kawamura, 1997) u operované skupiny pacientů s porušenou CVR. Byla prokázána korelace mezi hemodynamickým původem ischemie a vyčerpáním CVR či zvýšením OEF v kritické oblasti (Grubb, 1998). Efekt bypassu byl hodnocen kladně i při srovnání kognitivních funkcí (Sasoh, 2003). Garret provedl souhrnou analýzu 23 nerandomizovaných studií hodnotících CVR, které proběhly v letech 1985–2007 a zjistil pooperační zlepšení CVR v 80 % (Garret, 2008). Poměrně rozsáhlou analýzou prací let 1985–2001 se zabývá Shaller, který na souborech pacientů se zvýšenou OEF nebo CBF/CBV popisuje pooperační redukcii iktu a menší riziko úmrtí ve srovnání s neoperovanou skupinou a nachází tak argumenty k provedení dalších studií u pacientů s hemodynamickou poruchou (Schaller, 2007).

U všech výše uvedených prací je problém nedostatečné či žádné kontrolní skupiny. Z tohoto důvodu byly zahájeny dvě multicentrické randomizované studie. První studie začala v roce 2002 (studie COSS (USA)), do které jsou zařazeni pacienti po TIA nebo iCMP s nálezem okluze ACI. Celkem 1 400 pacientů absoluuje PET vyšetření a ti, kteří mají zvýšenou OEF na PET vyšetření jsou randomizováni. Z původně předpokláda-

Obrázek 1. MRI. Interteritoriální ischemie na rozhraní povodí ACA a ACM vlevo



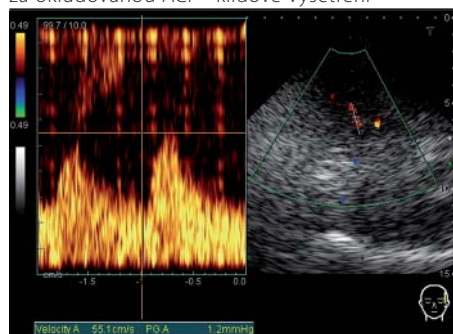
ných randomizovaných 372 pacientů bylo k lednu 2009 randomizováno pouhých 160 a tak původně naplánovaný konec náboru pacientů na rok 2013 asi splněn nebude (Grubb, 2003, aktuální informace na <http://www.strokecenter.org/trials/InterventionDetail.aspx?tid=101>). Hlavním cílem studie je prokázat snížení rizika recidivy TIA nebo iCMP na straně okluze ACI u operované skupiny o 40 %. Druhá studie byla zahájena v Japonsku (JET) již v roce 1998, avšak její mezivýsledky jsou prezentovány v japonské literatuře. Poslední zmínka latinkou je uvedena v roce 2006, souhrnné výsledky však nejsou dosud k dispozici (JET Study, 2002; Jinnouchi, 2006).

Hodnocení porušené CVR

Klinické projevy

Chronický uzávěr ACI je často asymptomatický a při jeho náhodném zjištění je obvykle indikována konzervativní léčba. Je však třeba identifikovat pacienty se zvýšeným rizikem iktu při uzavřené ACI, dotazujeme se proto na klinické známky vyčerpané CVR. Těmi jsou především zátěžové oslabení nebo zhoršování existujícího motorického, senzitivního či řečového deficitu při fyzické aktivitě, rychlé vertikalizaci nebo postprandiálně. Specifickým se jeví výše uvedený „ortostatický třes končetin“ bez korelátu na EEG. Pacienti často tyto typy symptomů spontánně nesdělují, a tak se bez správné anamnézy může jevit, že obliterace ACI je asymptomatická. Stejně tak uniká pozornosti kognitivní porucha daná hypoperfuzí v hemisféře uzavřené karotidy. Dalším častým příznakem, který byl udáván jako specifický, jsou zátěžově vázané retinální

Obrázek 2a. TCD vyšetření. Arteria cerebri media za okludovanou ACI – klidové vyšetření

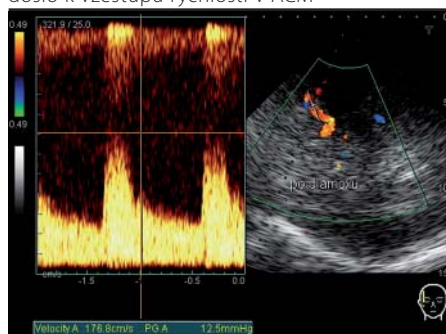


poruchy; jejich konzervativní sledování však neprokázalo vyšší riziko iCMP ve srovnání s běžnou populací (Powers, 2000).

Vyšetření zobrazovacími metodami a funkční vyšetření

Ke zhodnocení cerebrovaskulární rezervy se rutinně používá transkraniální dopplerovská sonografie (TCD) se zátěží. TCD je efektivní, neinvazivní a ekonomicky dostupná metoda k měření průtoku v mozkových tepnách, výhodou je možnost sériového sledování a dynamických stimulačních testů. TCD se provádí nejprve v klidové fázi a následně pomocí navození hyperkapnie či hypokapnie. Měří se změna rychlosti průtoku krve v měřených mozkových tepnách, především v ACM. Arterioly, které mají porušenou cerebrovaskulární rezervu, nejsou schopné další dilatace, kterou ve zdravé tkáni navodí hyperkapnie, a nedochází tak ke vzestupu rychlosti v odpovídajících měřitelných tepnách. V extrémním případě dojde při hyperkapnii až k paradoxní reakci poklesu rychlosti, vyplývající ze stealu krve okolní zdravou tkání. Zvýšení hladiny CO_2 lze dosáhnout několika způsoby. Nejjednodušší je zadržení dechu, které má ale nevýhodu ve zvýšení intratorakálního tlaku s možností nestandardního snížení venózního návratu krve. Dostatečně dlouhého zadržení dechu také není řada pacientů schopna; je možné počítat Breath Holding Index (BHI) jako poměr procenta vzestupu střední průtokové rychlosti v ACM a času zadržení dechu; hodnocení BHI k vyčíslení CVR je ale zatíženo jistou chybou. Jako hranice významně snížené CVR se používá hodnota indexu 0,6 nebo 0,7, ale pozorujeme, že i pacienti s BHI mírně pod 0,5 a mnoho let asymptomaticky uzavřenou karotidou, nemají žádné klinické příznaky výrazně snížené CVR a k operaci indikováni i v souladu s ostatními vyšetřovacími metodami nebudou. K průkazu vyčerpané CVR se používá také hyperventilace po krátkém zadržení dechu (breath holding/hyperventilation – BH/HV test). Normální je pokles

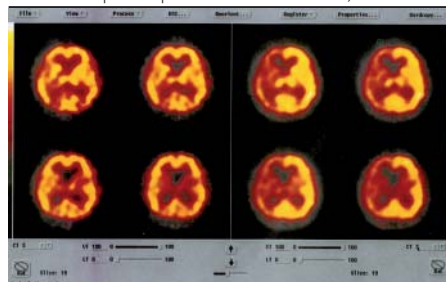
Obrázek 2b. CVR zachována. Po podání Diamoxu došlo k vzestupu rychlosti v ACM



střední průtokové rychlosti v ACM aspoň o 15 % při hyperventilaci; u pacientů s vyčerpanou CVR ale rychlost takřka neklesá, někdy i paradoxně stoupá. Jinou možností navození hyperkapnie je vdechování standardizované směsi CO_2 s kyslíkem nebo vzduchem pomocí masky, zde je k interpretovatelnosti třeba kapnometrie vdechovaného vzduchu a nárůst pCO_2 o 1 kPa – což už některým pacientům působí dyspnoí. Nejlépe tolerované navození hyperkapnie, které je zároveň snadno prováděné a reprodukovatelné, je i. v. aplikace acetazolamidu (Diamoxu). Patnáct minut po i. v. podání 1 g acetazolamidu rostou na nepostižených tepnách střední průtokové rychlosti o 20–40 %, zatímco na měřené ACM na straně okludované ACI k vzestupu v případě vyčerpané CVR nedochází nebo je do 10 % (obrázek 2). U pacientů s takto porušenou CVR dle metodik TCD indikujeme vyšetření perfuzního SPECT s 99mTc-bicisátem, kterým semikvantitativně posoudíme rozdíl v perfuzi jednotlivých částí mozku v klidu a po aplikaci Diamoxu (obrázek 3). Pokud je SPECT správně proveden, je vyšetření dobře porovnatelné intra- i interindividuálně a nabídně nám dva parametry – barevně vyjádřenou tíži snížení CVR a rozsah oblasti s porušenou CVR. Typicky jsou tyto oblasti „watershed“ zóny mezi povodím ACM a ACA nebo ACP, jak to distribucí odpovídá i eventuelním ischemickým změnám na MRI či CT.

Další metody, při kterých využíváme semikvantitativní nebo kvantitativní měření hemo-

Obrázek 3a. Předoperační SPECT mozku (vlevo v klidu a vpravo po zátěži Diamoxem)



Obrázek 2c. CVR porušena. Po podání Diamoxu nedošlo ke změně rychlosti v ACM



dynamických parametrů (CBF, CBV, CBF/CBV, MTT) k určení CVR jsou ^{133}Xe CT, perfuzní CT (obrázek 4). Při perfuzních MRI vyšetřeních lze využít bez radiační zátěže techniky založené na dynamickém kontrastu susceptibility a BOLD efektu (Sameš, 2009). Nejpresnější metodou pro měření CVR a stanovení absolutních hodnot průtoku krve, mozkového metabolismu kyslíku, objemu krve v mozku a především extrakční frakce kyslíku lze dosáhnout pomocí PET s využitím ^{15}O navázaného na vodu, což v současné době v ČR není dostupné.

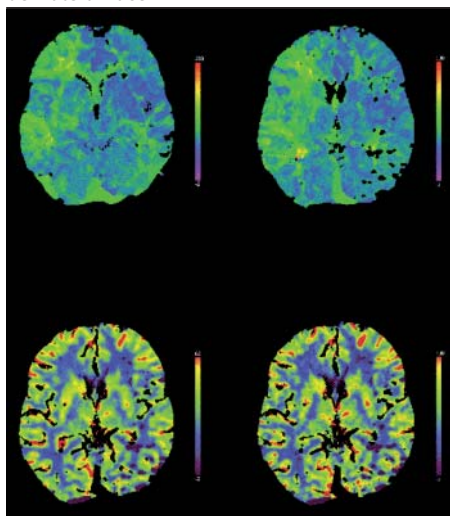
Indikace a technika chirurgického výkonu

Sekundární prevence iCMP je především založena na konzervativní terapii (<http://www.eusi-stroke.com/a> <http://www.cmp.cz>). Hemodynamická problematika se podílí 10 % na vzniku iCMP a v případě existující okluze ACI je třeba na možnost revaskularizační sekundární prevence pomýšlet. Jak je uvedeno v předchozích odstavcích, není v současné době k dispozici ukončená velká randomizovaná studie, na základě níž bychom indikovali u pacientů s porušenou CVR operační řešení. Z malých souborů však vyplývá, že riziko recidivy TIA nebo iCMP je vyšší v případě porušené CVR a tito pacienti mohou z revaskularizačních výkonů profitovat. Ke zlepšení kolaterálního řečiště lze provést některý z **nepřímých výkonů**, například endarterektomii či angioplastiku kontralaterální ACI nebo ipsilaterální arteria carotis externa (ACE) nebo **přímý**

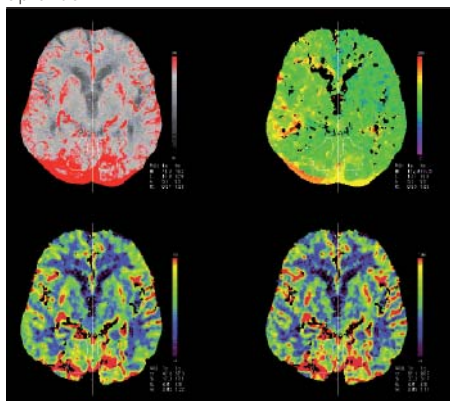
Obrázek 3b. Pooperační SPECT mozku (vlevo v klidu a vpravo po zátěži Diamoxem) – patrná úprava



Obrázek 4a. Perfúzní CT s patrným prodloužením v MTT vlevo (horní řada), CBF a CBV (dolní řada) bez lateralizace



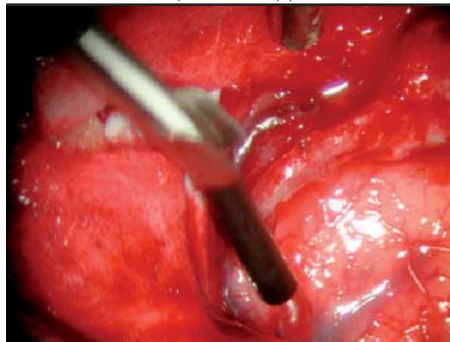
Obrázek 4b. Perfúzní CT po operaci s parciální úpravou MTT



Obrázek 5. Bypass



Obrázek 6a. Peroperační doppler



revaskularizační výkon v podobě vysoko nebo nízkoprůtokového EC-IC bypassu.

U **vysokoprůtokového bypassu** je donorem ACE, jež je vedena přes žilní štěp přímo k ACI nebo M2. Tento výkon je při provedení klasické end-to side anastomózy poměrně rizikový, a proto se na některých pracovištích využívá ELANA (Excimer Laser-Assisted Nonocclusive Anastomosis), kde se anastomóza vytvoří pomocí excimerového laseru a není nutný přechodný clipping recipienta. Tato technika má podstatně větší uplatnění při operacích složitých aneurysmat, kde je nezbytný okamžitý dostatečný průtok bypasssem (Tulleken, 1993).

Při hypoperfuzi CNS při chronickém uzávěru ACI nepotřebujeme akutně zásobit celou hemisféru, a proto volíme obvykle méně rizikový **nízkoprůtokový EC-IC bypass**. V průběhu času dochází ke spontánnímu nárůstu průtoku bypasssem dle stavu kolaterálního řečiště.

Indikační kritéria k EC-IC bypassu, která jsou vytvořena na podkladě probíhajících velkých studií (Derdeyn, 2005) a jsou k dispozici na <http://www.homolka.cz/cz/neurochirurgie> jsou následující:

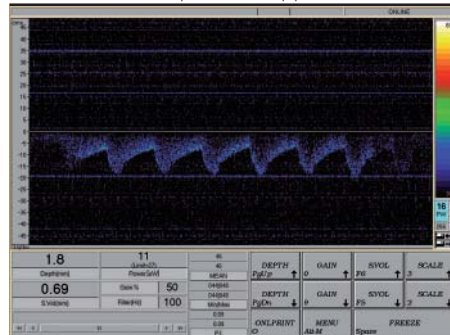
Indikační kritéria

- recidivující TIA nebo iCMP v povodí uzavřené ACI nebo ACM při adekvátní medikamentózní léčbě s předpokladem hemodynamického původu
- vyčerpaná CVR dle TCD a následně dle SPECT vyšetření s Diamoxem
- Modifikovaná Rankinova škála ≤ 2
- MRI nález – malá ischemická ložiska dominantně interteritoriálně
- věk 20–70 let
- kontralaterální ACI s okluzí či se stenózou méně jak 50%, nestenózovaná ipsilaterální ACE

Kontraindikace

- kardiogenní etiologie recidivy TIA nebo iCMP
- polymorbidita s velkým peroperačním rizikem

Obrázek 6b. Peroperační Doppler



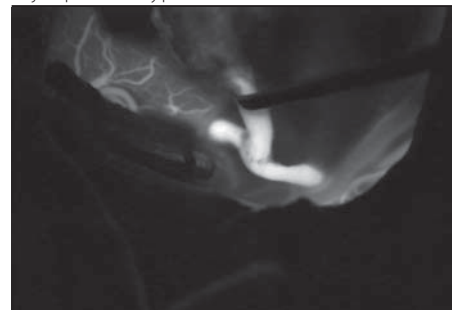
- závažná onemocnění s předpokladem přežití méně jak 2 roky

Chirurgická technika nízkoprůtokového bypassu

Operační výkon probíhá v celkové anestezii s hlavou uloženou v misce či v tříbodovém fixátoru s adekvátním vypodložením a rotací hlavy. Technika je detailně ožřejmena v řadě publikací (Erickson, 1988). Jako donor je obvykle volena jedna z větví ATS a to jak dle průměru, tak dle předoperačně dopplerovsky zhodnoceného toku optalmickou tepnou k posouzení potenciálního zapojení frontální větve do intrakraniálního povodí. Řez se provádí nad donorem v dostatečném rozsahu, umožňující kraniotomii nad Sylviovou rýhou. Nejčastěji je volen lineární preaurikulární řez v délce 7 cm. Koagulace okrajů rány je provedena v minimálním možném rozsahu vzhledem k odebrání zásobující tepny a riziku zhoršeného hojení kožního krytu. Zvolenou cévu po přerušení dilatujeme a před zasvorkováním instilujeme heparinový roztok intraluminálně. Kraniotomie probíhá nad Sylviovou rýhou, kde je posléze preparována temporální větev M4 nebo M3. Po šikmém seříznutí donora a zaklipování a podélném protěti recipientní cévy, našíváme anastomózu end-to-side obvykle 10 atraumatickými stehy Prolen 11/0 event. 10/0 (obrázek 5). Před dotažením posledních dvou stehů kontrolujeme průchodnost cév dočasným uvolněním klipů. Po dokončení sutury je možno verifikovat patenci spojky dopplerovskou 16 MHz sondou event. fluorescenční videoangiografií (obrázek 6, 7). Sutura dury, replantace kostní ploténky a sutura měkkých tkání nesmí omezit průsvit donora, musí však být dostatečně těsná k zabránění vzniku likvorové pseudocysty.

Výše uvedený typ anastomózy je nízkoprůtokový, jeho technické provedení je při dostatečné přípravě v laboratoři dobře zvládnutelné. Techniku anastomózy lze trénovat na brachiální tepně kuřecích křídel, jejichž průměr odpovídá operovaným cévám u člověka (obrázek 8). Dále je možno techniku zdokonalit na živých zvířecích modelech. Riziko

Obrázek 7. Peroperační videoangiografie potvrzující patenci bypassu



Obrázek 8. Laboratorní příprava – kuřecí a. brachialis (měřítka 1 mm)



výkonu je poměrně nízké a pacient, který bývá obvykle polymorbidní, je spíše ohrožen možnými komplikacemi celkové anestezie.

Sledování funkce spojky

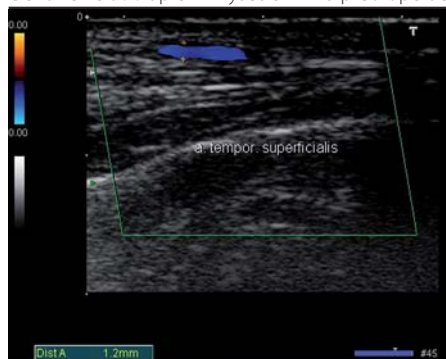
Po provedení bypassu lze pomocí TCD sledovat tok ve spojnici a verifikovat průchodnost. Typicky se ATS postupem času rozšiřuje a tok má kontinuální charakter (nerezistentní). Při nízkých rychlostech a vysoké pulzatilitě je riziko, že dochází či došlo k uzávěru spojky. Úpravu CVR hodnotíme pravidelným sledováním pomocí TCD a následně po 6 měsících normalizaci CVR verifikujeme pomocí SPECT vyšetření (obrázek 3b).

Z rychlosti toku krve v ATS, její šíře (obrázek 9) a pulzatilního indexu lze usuzovat nejen na funkčnost spojky, ale též lze korelovat tyto hodnoty k CBF oblasti, která je přes spojku zásobena. Stejně tak lze z těchto hodnot usuzovat na možnou úpravu CVR (Nakamizo, 2009). Teritoria CNS, která jsou zásobena jednotlivými tepnami, lze sledovat na MRI pomocí selektivního spin labelingu. Lze takto prokázat i rozsah mozkové tkáně, která je zásobena cestou ATS (Hendrikse, 2005). Kontrolní pooperační DSA, která je zpravidla v určitých časových intervalech indikována, se tak mohou díky výše uvedeným vyšetřením stát postradatelná (obrázek 10).

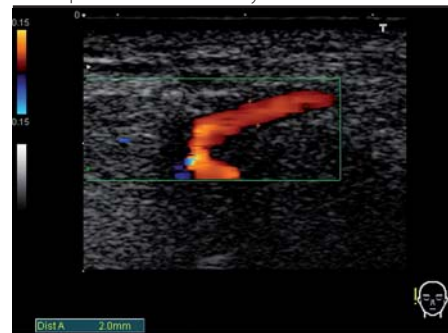
Závěr

Indikace přímých revaskularizačních výkonů u pacientů s uzávěrem arteria carotis interna je z důvodu absence recentní validní dokončené studie nadále zpochybnitelná a nepatří mezi jasně akceptované metody. V současné době probíhající velké studie zatím neukončili nábor pacientů a jejich výsledky lze předpokládat až za několik let. Z publikovaných malých souborů pacientů, kteří mají významně narušenou cerebrální hemodynamiku, je však patrný příznivý trend operačního řešení. Z tohoto důvodu by pacienti s okluzí ACI, u nichž dochází k recidivám TIA nebo iCMP, měli být dovyšetřeni na specializovaných pracovištích

Obrázek 9a. Duplexní vyšetření ATS před operací



Obrázek 9b. Duplexní vyšetření ATS rok po operaci – patrné rozšíření cévy



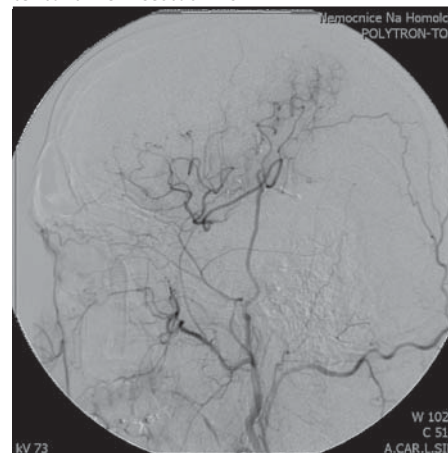
k posouzení hemodynamické poruchy. V rozvaze při léčbě těchto pacientů je při neúspěchu konzervativní terapie na místě zvážení provedení extra-intrakraniálního bypassu.

*Snímky perfuzního CT zapůjčil MUDr. Jiří Bažant
RDG oddělení Oblastní nemocnice Trutnov, a. s.*

Literatura

- Derdeyn VP, Videen TO, Yundt KD, Fritsch SM, Carpenter DA, Grubb RL, Powers WJ. Variability of cerebral blood volume and oxygen extraction: stages of cerebral haemodynamic impairment revisited. *Brain*. 2002; 125(Pt 3): 595–607.
- Derdeyn CP, Grubb RL, Powers WJ. Indications for Cerebral Revascularization for Patients with Atherosclerotic Carotid Occlusion. *JAMA* 1998; 280: 1055–1060.
- Erickson DL. Surgical technique for STA-MCA bypass, in Erickson DL (ed): *Revascularization for the ischemic Brain*. Mt. Kisco, NY, Futura Publishing, 1988: 103–119.
- Grubb RL, Derdeyn CP, Fritsch SM, Carpenter DA, Zundt KD, Videen TO, Spitznagel EL, Powers WJ. Importance of hemodynamic factors in the prognosis of symptomatic carotid occlusion. *JAMA* 1998; 280: 1055–1060.
- Grubb RL, Powers WJ, Derdeyn CP, Adams HP Jr, Clarke WR. The Carotid Occlusion Surgery Study. *Neurosurg. Focus* 2003; 4(3): Article 9, 1–7.
- Garret MC, Komotar RJ, Merkow MB, Starke RM, Otten ML, Connolly ES. The Extracranial-Intracranial Bypass Trial: implications for future investigations. *Neurosurg Focus* 24(2): E4, 2008.
- Hendrikse J, van der Zwan A, Ramos LM, van Osch MJ, Goilay X, Tulleken CA, van der Grond J. Altered flow territories after extracranial-intracranial bypass surgery. *Neurosurgery* 2005; 57: 486–494.
- JET Study Group. Japanese EC-IC Trial (JET Study). Study design and interim analysis [in Japanese]. *Surg Cereb Stroke (Jpn)* 2002; 30: 97–100.
- Jinnouchi J, Toyoda K, Inoue T, Fujimoto S, Gotoh S, Yasumori K, Ibayashi S, Iida M, Okada M. Changes in Brain Volume 2 Years after Extracranial-Intracranial Bypass Surgery. A Preliminary Subanalysis of the Japanese EC-IC Trial. *Cerebrovasc Dis* 2006; 22: 177–182.
- Kawamura S, Sayana I, Yasui N, Uemura K. Hemodynamic and metabolic changes following extra-intracranial bypass surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 1997; 126: 135–139.
- Nakamizo A, Inoue T, Kikkawa Y, Uda K, Hirata Y, Okamura K, Yasaka M, Okada Y. Postoperative Evaluation of Changes in Extracranial-Intracranial Bypass Graft Using Superficial Temporal Artery Duplex Ultrasonography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009 Feb 4, (Epub ahead of print).
- Powers WJ, Derdeyn CP, Fritsch SM, Carpenter DA, Yundt KD, Videen TO, et al. Benign prognosis of never symptomatic carotid occlusion. *Neurology* 2000; 54: 878–882.
- Sameš M, Zolal A, Radovnický T, Vachata P, Bartoš R, Derner M. Použití metod magnetické rezonance pro posouze-

Obrázek 10. DSA. Pooperační kontrola – plnění teritoria ACM cestou ATS



ní cerebrovaskulární rezervní kapacity. *Cesk Slov Neurol N* 2009; 72/105(4): 323–330.

- Sasoh M, Ogasawara K, Kuroda K, Okuguchi T, Terasaki K, Yamadate K, Ogawa A. Effects of EC-IC bypass surgery on cognitive impairment in patients with hemodynamic cerebral ischemia. *Surg Neurol* 2003; 59: 455–463.
- Shaller B. Extracranial-intracranial bypass surgery to reduce the risk of haemodynamic stroke in cerebroocclusive atherosclerotic disease of the anterior cerebral circulation – a systematic review. *Neurol Neurochir Pol*. 2007; 42(5): 457–471.
- Schmiedek P, Piepgras A, Leinsinger G, Kirsch CM, Einhuyl K. Improvement of cerebrovascular reserve capacity by EC-IC arterial bypass surgery in patients with ICA occlusion and hemodynamic cerebral ischemia. *J. Neurosurg* 1994; 81: 236–244.
- The EC/IC Bypass Study Group. Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke: results of an international randomized trial. *N Engl J Med*. 1985; 313: 1191–2000.
- Tulleken CAF, Verdaasdonk RM, Berendsen W, Mali WP. Use of excimer laser in high-flow bypass surgery of the brain. *J. Neurosurg* 1993; 78: 477–480.
- Widder B, Kleiser B, Krapf H. Course of cerebrovascular reactivity in patients with carotid artery occlusions. *Stroke*. 1994; 25(10): 1963–1967.
- Yasargil MG. *Microsurgery Applied to Neurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1969: 105–150.

MUDr. Jan Šroubek

*Neurochirurgické oddělení
Nemocnice Na Homolce
Roentgenova 2, 150 30 Praha 5
jan.sroubek@homolka.cz*

