proLékaře.cz | 18.11.2026

TRANSKRANIÁLNÍ BAREVNÁ DUPLEXNÍ SONOGRAFIE V HODNOCENÍ INTRAKRANIÁLNÍCH TEPEN PŘI CEREBROVASKULÁRNÍM STENOOKLUZIVNÍM ONEMOCNĚNÍ – PŘEHLED

J. Žižka

Souhrn

Transkraniální barevná duplexní sonografie je relativně nová zobrazovací metoda, která umožňuje přes intaktní lebku vyšetřit morfologii a hemodynamické poměry v oblasti intrakraniální cirkulace; kromě toho je možné zobrazení i dalších, mimocévních, intrakraniálních struktur. Výhodou oproti dříve zavedené transkraniální dopplerometrii je možnost přímého zobrazení vyšetřovaných struktur a při měření průtoku cévami je možné korigovat insonační úhel, a tak změřit reálné průtokové rychlosti. Jedná se o metodu neinvazivní, relativně levnou, snadno opakovatelnou, kterou lze provést u lůžka nemocného. Hlavní nevýhodou je v některých případech špatná kvalita akustického okna, která nedovoluje kvalitní vyšetření až u 20 % vyšetřovaných. Tento nedostatek lze do značné míry eliminovat použitím echokontrastní látky, celkově při event. použití echokontrastu lze tedy vyšetřit více než 90 % vyšetřovaných. Tento přehled se zabývá základními principy metody a jejím využitím v diagnostice stenóz a uzávěrů intrakraniálních tepen a jejím významem pro hodnocení hemodynamického dopadu stenóz či uzávěrů extrakraniálních tepen na mozkovou cirkulaci.

Klíčová slova

sonografie – cerebrovaskulární onemocnění – intrakraniální stenózy – intrakraniální okluze – intrakraniální kolaterály

Abstract

Transcranial colour-coded duplex sonography to evaluate intracranial arteries in patients with cerebrovascular stenooclusive disease – review. Transcranial colour-coded duplex sonography is a relatively new imaging technique that allows examining, through an intact scull, of the morphology and haemodynamic situation within the intracranial circulation as well as it allows depiction of other, extra-vascular, intracranial structures. Compared to the earlier introduced transcranial dopplerometry, this technique allows direct imaging of the examined structures and amending of the insonation angle during vascular flow measurement, thus enabling measurement of the real flow speed. This is a non-invasive, relatively inexpensive and easy to repeat technique that may be performed at the patient's bed. Poor quality of acoustic window in some patients is the main disadvantage that precludes proper assessment in 20% of patients. This drawback might to some extent be eliminated when an ultrasound contrast agent is used and thus, in total, considering potential use of echo-contrast, more than 90% of patients can be examined. This review focuses on the main principles behind this technique and its use in the diagnostics of intracranial artery stenoses and occlusions and its significance for the evaluation of haemodynamic consequences of extracranial artery stenoses or occlusions for cerebral circulation.

Keywords

sonography – cerebrovascular disease – intracranial stenosis – intracranial occlusion – intracranial collateral pathways

Úvod

Vyšetření mozkových tepen je zásadním postupem v diagnostice nemocných s cévními onemocněními mozku (COM). Mezi zobrazovacími vyšetřovacími metodami má významné místo ultrazvukové vyšetření mozkových tepen v oblasti extrakraniální (na krku) a intrakraniální. V současnosti je široce dostupné a využívané ultrazvukové vyšetření krčních tepen, na které logicky může navázat vyšetření intrakraniální cirkulace. Je třeba zdůraznit, že vyšetření a důkladná znalost anatomických a hemodynamických poměrů v oblasti krčních tepen musí vždy předcházet vyšetření tepen intrakraniálních.

Transkraniální barevná duplexní sonografie (transcranial colour-coded sonography – TCCS) je relativně nová zobrazovací diagnostická metoda, umožňující ultrazvukové vyšetření intrakraniálních cév a dalších intrakraniálních struktur přes intaktní lebku – dovoluje přímé zobrazení intrakraniálních tepen i některých částí žilního řečiště, změření průtoků v těchto cévách a posouzení hemodynamických poměrů v oblasti intrakraniální cirkulace. Do klinické praxe dříve zavedená transkraniální dopplerometrie (TCD) je ultrazvuková vyšetřovací metoda, která umožňuje pouze měření prů-

proLékaře.cz | 18.11.2026

Tab. 1. Přednosti TCCS a TCD u jednotlivých diagnóz.

Diagnóza	TCCS	TCD
intrakraniální stenózy/okluze	++	+
hemodynamické následky postižení extrakraniálních tepen	++	++
monitorování vazospazmů	+	++
cévní malformace	++	+/–
detekce aneuryzmatu	+	–
monitorování nitrolební hypertenze	++	++
monitorování mikroembolizací	+	++
monitorování průtoku během operací	+	++
strukturální onemocnění mozku	++	–
hydrocefalus	++	–

toku intrakraniálními tepnami, nikoliv však jejich přímé zobrazení; identifikace jednotlivých tepen je možná na základě umístění a sklonu sondy, hloubky insonace a zhodnocení směru krevního toku. Na rozdíl od TCD dovoluje TCCS přímé dvourozměrné zobrazení intrakraniálních tepen a při měření průtoku tepnami je možné korigovat insonační úhel, a změřit tak reálné průtokové rychlosti. Pomocí TCCS je také možné zobrazit a vyšetřit mozkový parenchym a další mimocévní intrakraniální struktury. V některých situacích je přesto výhodnější použití TCD než TCCS. Relativní přednosti obou metod u jednotlivých diagnóz jsou uvedeny v tab. 1.

V tab. 2 jsou souhrnně uvedeny indikace k provedení TCCS [podle 1].

Tento přehled přináší základní informace o metodě samotné a o jejím významu pro hodnocení hemodynamického dopadu stenóz či uzávěrů krčních tepen na mozkovou cirkulaci, dále pak o možnostech TCCS v diagnostice stenóz či uzávěrů intrakraniálních tepen.

Tab. 2. Indikace vyšetření TCCS.

- stenózy nebo okluze extrakraniálních tepen:
  - zjištění důsledků pro mozkovou cirkulaci
  - před revaskularizačním výkonem
- suspekce na intrakraniální stenózy, resp. sledování vývoje stenóz již prokázaných:
  - zjištění a sledování intrakraniálních stenóz, jejich hemodynamických důsledků; sledování vývoje
- akutní ischemická CMP, stavy po prodělané TIA
- chronická cerebrovaskulární onemocnění
  - diferenciální diagnostika
  - sledování intrakraniálních angiopatií a arteritid
- cévní malformace (arteriovenózní zkraty)
- průkaz a sledování vazospazmů (subarachnoidální krvácení)
- v rámci diferenciální diagnostice bolestí hlavy (migréna)
- stanovení mozkové smrti
- kraniocerebrální traumata a jiné rozsáhle léze mozku
  - monitoring zvýšeného intrakraniálního tlaku
- detekce pravolevého zkratu (podezření na paradoxní embolizaci)
- mozkové tumory, intrakraniální absces
- intrakraniální krvácení
- Parkinsonova choroba, vaskulární parkinsonský syndrom
- hydrocefalus
- suspekce na přetlak střední čáry (u ložiskových expanzivních procesů)
- pacienti s centrálními neurologickými příznaky při podezření na fokální či difuzní intrakraniální lézy
- detekce mikroembolizací do intrakraniální oblasti
- monitorování rekanalizace intrakraniálních tepen u nemocných s ischemickou CMP
- peroperační monitorování karotické endarterektomie, angioplastiky a stentování extra- a intrakraniálních tepen; pooperační sledování
- peroperační monitoring operace intrakraniálních expanzí (tumory, abscesy), cévních malformací a aneuryzmat

Principy a technika vyšetření

K vyšetření TCCS se užívá duplexní sektorová sonda o frekvenci 2–4 MHz s vysokou emitovanou energií ultrazvukového svazku. Ultrazvukový přístroj musí být vybaven režimy pro možnost dvourozměrného zobrazení tkáně ve škále šedi (2D, B-mode), barevného zobrazení toku v rychlostním režimu (CFM, C-mode) a spektrálního dopplerovského měření průtoků (PW Doppler, D-mode). Vhodné je rovněž vybavení přístroje pro energetický režim (Power-doppler, E-mode). Výhodou tohoto režimu oproti barevnému modu je lepší odlišení krevního toku od šumu pozadí, nezávislost, s výjimkou 90°, na insonačním úhlu (a tedy lepší zobrazení např. cévních ohybů) a možnost zobrazení pomalých průtoků (např. detekce pomalých toků za stenózou, zobrazení žil apod.). Relativní nevýhodou je, že neposkytuje informace o směru krevního toku. Uvedený handicap energetického modu je již v nejnovějších přístrojích překonán v režimu „power angio“, který přináší i do této modality informaci o směru toku.

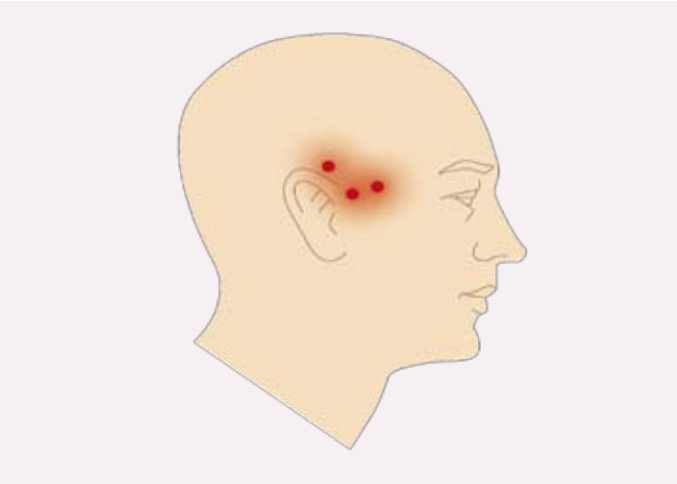
K vyšetření se využívá přístupů přes oblasti lebky, kde je kost přirozeně nejtenčí – přes ultrazvuková kostní okénka. Základními přístupy (okénky) jsou: transtemporální a transforaminální (transnuchální). Doplňkovými přístupy jsou transorbitální, submandibulární, transfrontální a transokcipitální.

Zcela základním je transtemporální přístup, který využívá oblast temporální kosti před, resp. nad ušním boltcem (obr. 1). Z tohoto přístupu můžeme v několika vyšetřovacích řezech zobrazit základní tepny Willisova okruhu: arteria cerebri media (ACM) v úsecích M1 až M3, arteria cerebri anterior (ACA) v úsecích A1 až A2, arteria cerebri posterior (ACP) v úsecích P1 až P2, arteria carotis interna (ACI) v úsecích C1–C4 (karotický sifon), méně často přední a zadní komunikantu – arteria communicans anterior (ACoA) a posterior (ACoP) a event. vrchol (top) arteria basilaris (AB). V zásadě hodnotíme cévy ipsilaterální, pouze při nedostatečné kvalitě akustického okna můžeme, je-li to možné, hodnotit i cévy kontralaterální.

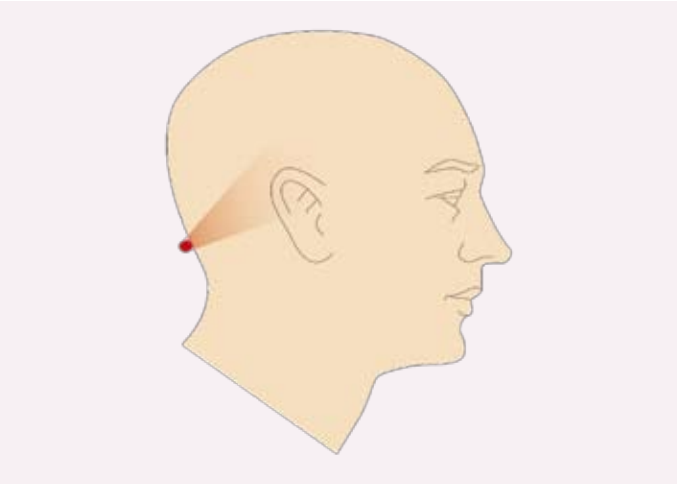
Transforaminálním přístupem vyšetřujeme přes foramen magnum (obr. 2) intrakraniální úseky (V4) vertebrálních tepen (AV) a bazilární tepnu (AB), méně často a. cerebelli inferior posterior (PICA), a. spinalis anterior, a. cerebelli inferior anterior (AICA), a. cerebelli superior (SCA).

Z doplňkových přístupů je častěji využíván transorbitální přístup (přes oční bulbus). Tímto přístupem lze zobrazit oftalmickou cirkulaci (ar-

proLékaře.cz | 18.11.2026



Obr. 1. Transtemporální akustické okno.



Obr. 2. Transforaminální akustické okno.

teria ophthalmica – AO a její větve) a karotický sifon. Při použití transkraniální sondy je třeba snížit intenzitu UZ vlnění na 10–15 % a maximálně zkrátit dobu vyšetření, aby nedošlo k poškození oční čočky a sítnice. Lze však s vysokou výtěžností použít i běžnou lineární cévní sondu k vyšetření AO a jejích větví, což má význam při posuzování event. extra-intrakraniálních spojek (viz dále).

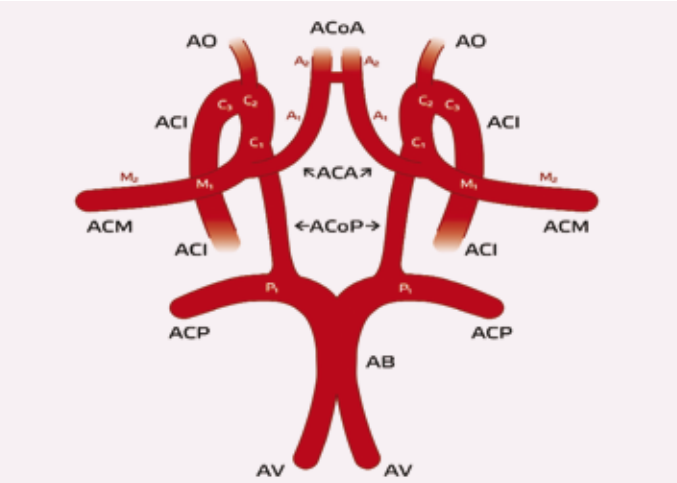
Při submandibulárním přístupu je sonda přiložena pod mandibulu a lze zobrazit celý průběh ACI až ke karotickému sifonu.

Transfrontální a transokcipitální přístupy se využívají vzácně v některých speciálních situacích. Hlavní tepny, které lze TCCS vyšetřit, jsou ve schématu zobrazeny na obr. 3.

Hlavní limitací TCCS je kvalita kostních okének, která až ve 20 % neumožňuje dostatečně kvalitní vyšetření zejména z transtemporálního přístupu. Obecně je vyšetřitelnost horší s rostoucím věkem, u žen, zejména v postmenopauzálním věku, dále u asiatů a černochů ve srovnání s bělošskou populací [2–6]. Nedávno provedená práce srovnávala u 33 moribundních pacientů kvalitu transtemporálního okna in vivo s post mortem CT analýzou korespondující temporální kosti. Kvalita akustického okna byla hodnocena jako vynikající (u 13 z 37 provedených měření), středně kvalitní (6 z 37) a špatná (u 18 z 37). Byla prokázána významná souvislost mezi výše uvedenou akustickou kvalitou transtemporálního okna a celkovou tloušťkou temporální kosti a zejména hustotou spongiózy [7].

U bělošské populace je možno dosáhnout kvalitního vyšetření ACM, ACA a ACP u 80–84 % vyšetřených, intrakraniálních úseků vertebrálních arterií u 96–98 % a bazilární tepny u 92 % vyšetřených [5, 8–11]. Kvalitu zobrazení lze významně zvýšit použitím pulmostabilních echokontrastních látek. Jedná se o bublinky vzduchu nebo jiného plynu o rozměrech do 10 μm, které jsou obaleny substancí, umožňující dostatečnou stabilitu látky i po průchodu srdcem a plicními kapilárami po předchozím intravenózním podání. S použitím echokontrastu lze dosáhnout dostatečně kvalitního zobrazení tepen u 66–77 % nemocných s nízkou kvalitou akustického okna. Celkem tak lze s event. použitím echokontrastu docílit kvalitního výsledku vyšetření u více než 90 % pacientů [12–14].

Při vyšetření je pacient v poloze vleže na zádech, pouze při vyšetření transforaminálním přístupem je na levém boku s hlavou v předklonu, vyšetřující je obvykle v záhlaví pacienta. Nejprve v B-modu zobrazíme intrakraniální struktury, což je nutnou podmínkou pro správnou orientaci (viz obr. 4). Poté zobrazíme intrakraniální tepny v barevném, event. energetickém modu – v B-modu bývá někdy zobrazitelný kmen ACM. Nakonec získáme spektrální dopplerovské průtokové křivky z jednotlivých tepen – přitom je třeba dbát na správnou korekci insonačního úhlu. Začínáme obvykle vyšetřením z transtemporálního přístupu, poté pokračujeme zobrazením AV



Obr. 3. Tepny Willisova okruhu (vysvětlení zkratek v textu).



Obr. 4. Transtemporální přístup – B-obraz.

proLékaře.cz | 18.11.2026

Tab. 3. Fyziologický nález na hlavních intrakraniálních tepnách.

	Hloubka insonace (mm)	PSV (cm/s)	EDV (cm/s)	RI	Směr toku
ACM M1	40–60	78–126	28–70	0,48–0,65	k sondě
ACA A1	60–75	49–102	25–50	0,5–0,6	od sondy
ACP P1/P2	55–75	41–78	21–31	0,48–0,66	k sondě (P1) od sondy (P2)
AV V4	65–85	38–76	14–43	0,44–0,63	od sondy
AB	85–115	37–80	13–43	0,46–0,62	od sondy

a AB z transforaminálního přístupu. Podle okolností doplníme vyšetření z dalších, doplňkových přístupů.

Vyšetřované tepny je třeba zobrazit v různých hloubkách v celém zobrazitelném úseku, zhodnotit směr toku krve a změřit průtokové rychlosti a indexy – maximální systolickou rychlost (peak systolic velocity – PSV), enddiastolickou rychlost (end diastolic velocity – EDV), rezistenční a event. pulzatilní indexy (RI, resp. PI).

Základním požadavkem je vyšetření minimálně ACM, ACA, ACP, intrakraniálního úseku ACI, intrakraniálního úseku AV a AB [1,15].

Fyziologický nález na intrakraniálních tepnách

Za fyziologický nález lze považovat laminární průtok bez turbulencí a nízkofrekvenčních šelestů s průtokovými křivkami kontinuálního charakteru a přiměřené rychlosti a hodnoty základních indexů. Je zachována funkční vazoreaktivita (viz dále). Hodnoty se mění s narůstajícím věkem, kdy dochází k poklesu průtokových rychlostí a vzestupu RI. Při hodnocení nálezu je důležitější než absolutní hodnoty relativní srovnání daných hodnot – např. rychlostí z různých úseků jedné tepny či srovnání hemodynamických parametrů z dané tepny s hodnotami naměřenými na tepně kontralaterální. Přehledně je fyziologický nález na hlavních intrakraniálních tepnách uveden v tab. 3 [podle 15]. Obr. 5 až 8 ilustrují fyziologické nálezy na ACM, AV a AB.

Vyšetření funkční rezervní kapacity

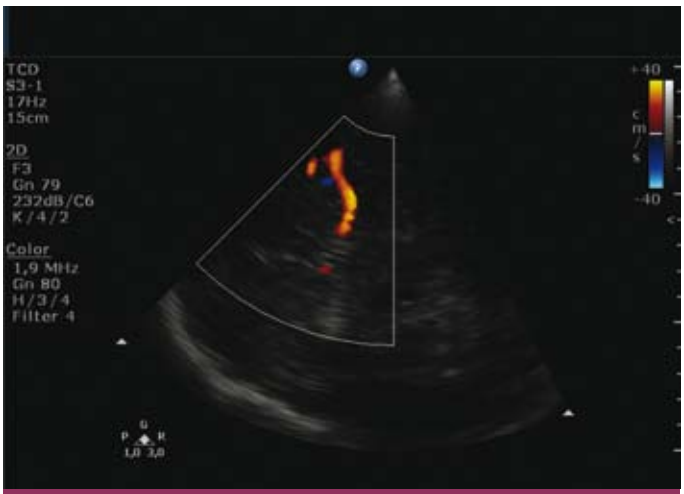
Funkční rezervní kapacita (vazomotorická rezerva) je schopnost mozkové cirkulace korigovat průtok jednotlivými tepnami pomocí změny rezistence arteriol. Podstata vyšetření spočívá v posouzení změn průtokových rychlostí v intrakraniálních tepnách v závislosti na pCO2 nebo po farmakologické provokaci. Za normální reakci a tedy zachovalou vazomotorickou rezervu považujeme snížení průtokových rychlostí při snížení pCO2 a zvýšení průtokových rychlostí při zvýšení pCO2: fyziologická hodnota je 88 ± 16 % pro tepny karotického povodí [16]. Pro tepny vertebrobazilárního povodí se tato hodnota uvádí jako 60 % rezervy karotického povodí.

Snížená vazomotorická rezerva je v případě vymizení reakce na hyperkapnii, při vyčerpané rezervě není reakce ani na hyperkapnii ani na hypokapnii. Vyšetření vazomotorické rezervy má ve vztahu k cerebrovaskulárním chorobám význam pro posouzení suficience kolaterálního zásobení při závažném postižení extrakraniálních mozkových tepen a pomáhá stanovit riziko hyperperfuzního syndromu před plánovanou revaskularizací. Významným způsobem se tak může podílet na rozhodování o chirurgických nebo endovaskulárních intervencích.

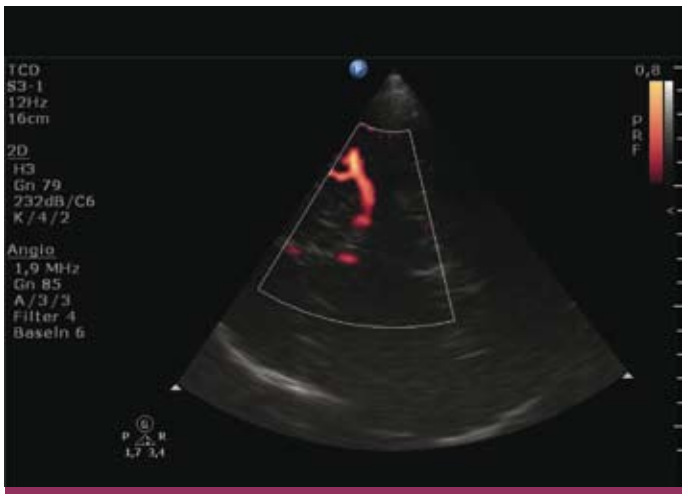
TCCS nálezy u stenóz a okluzí intrakraniálních tepen

Stenózy intrakraniálních tepen

Hlavním nálezem je lokální zrychlení průtoku v místě stenózy. Za nejlepší kritérium ke stanovení tíže stenózy lze považovat poměr mezi PSV (EDV) změřenou v místě stenózy a PSV (EDV) změřenou v jiném místě téže tepny před nebo za stenózou; za suspektní lze považovat zrychlení průtoku o 30 %, za definitivní průkaz stenózy (nebo spazmu) pak zrychlení o 50 % [15]. K tomu je samozřejmě nutné změřit průtokové rychlosti alespoň ze dvou míst postižené tepny. Pokud toto není možné a jsme schopni spolehlivě změřit průtokové rychlosti pouze v jednom místě tepny, lze ke stanovení významnosti stenózy použít srovnání s průtokovými rychlostmi změřenými v kontralaterální tepně nebo vyjít z porovnání naměřené hodnoty PSV s hodnotami, které jsou považovány za normu. Hodnocení tíže stenózy podle poměrů PSV ve stenóze a před/za stenózou je uvedeno v tab. 4 [podle 15]. Práce Baumgartnera et al, dosud největší v tomto směru provedená, hodnotila schopnost TCCS detekovat stenózy intrakraniálních tepen < 50 % a ≥ 50 % u 310 pacientů podle naměřených hodnot PSV, referenční metodou byla digitální subtrakční angiografie (DSA) intrakraniálních tepen. Pro stenózy ≥ 50 % byla senzitivita, specificita

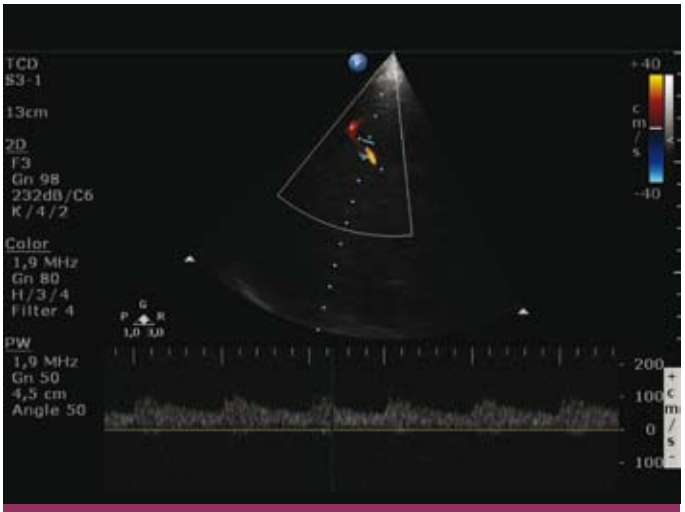


Obr. 5. A. cerebri media (M1 a M2) v CFM obraze.

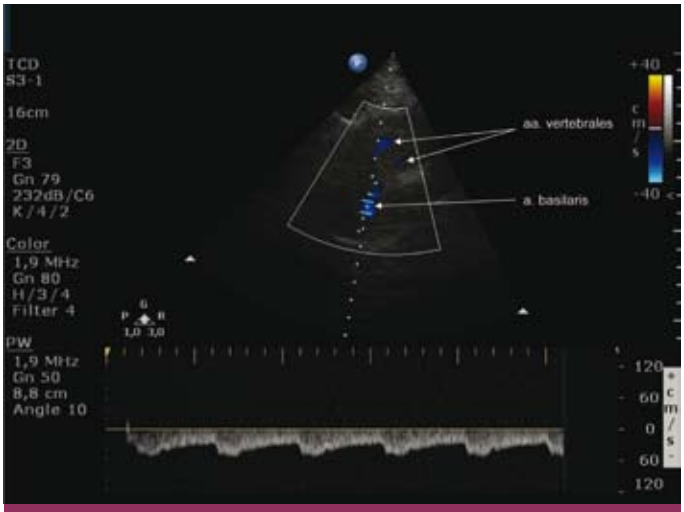


Obr. 6. A. cerebri media (M1 a M2) v E modu.

proLékaře.cz | 18.11.2026



Obr. 7. A. cerebri media: CFM obraz a dopplerovská spektrální křivka – přiměřené průtokové rychlosti, směr toku krve v sondě.



Obr. 8. Aa. vertebrales a a. basilaris: CFM obraz a dopplerovská spektrální křivka – přiměřené průtokové rychlosti, směr toku krve od sondy.

a pozitivní prediktivní hodnota TCCS 100 %, negativní prediktivní hodnota 91–100 %. Pro stenózy < 50 % byla senzitivita TCCS 94–100 %, specificita 99–100 %, excelentní negativní prediktivní hodnota 100 %, ale průměrná pozitivní prediktivní hodnota, která byla 73–100 %. Hodnoty PSV pro stenózy < 50 % a ≥ 50 % jsou uvedeny v tab. 5 [17]. Jiná práce s menším počtem pacientů, ve které byla použita odlišná kritéria pro diagnostiku intrakraniálních stenóz, prokázala u stenóz > 40% senzitivitu a specificitu 100 %. Citlivost TCCS byla srovnatelná s MR angiografií a předčila citlivost DSA [18]. V rámci jednoho vyšetření nejsme schopni odlišit organickou stenózu od spazmu, kde bývá rovněž nález zvýšených průtokových rychlostí. Na rozdíl od stenóz je však nález v čase proměnlivý. K odlišení stenózy od spazmu je tedy nutné vyšetření v odstupu několika dní opakovat.

Neinvazivnost, vysoká senzitivita a specificita, stejně jako možnost snadného opakování činí z TCCS vhodnou metodu pro diagnostiku a sledování vývoje intrakraniálních stenóz.

Okluze intrakraniálních tepen

Diagnostika uzávěrů intrakraniálních tepen se opírá především o nepřímé známky. Na okluzi tepny můžeme soudit při absenci průtokového signálu v dané tepně u nemocných s dobrou kvalitou akustického okna, kdy je zobrazena aspoň jedna ipsilaterální tepna [19–20]. Není patrný průtok ani v barevném, ani energetickém modu. Proximálně od uzávěru je snížená průtoková rychlost a zvýšený RI a PI. U ACM je někdy možné v B-modu tepnu zobrazit – může pak být patrná její vyšší echogenita a absence pulzace, což je nález rovněž svědčící pro okluzi. Okluze tepny je doprovázena obrazem rozvoje kolaterál. Specifický obraz kolaterálního zásobení je pak dán lokalizací tepenného uzávěru.

Uzávěr M1 úseku ACM lze diagnostikovat s vysokou senzitivitou (94–100 %), specificitou (93–100 %) a excelentní pozitivní (100 %) i negativní (100 %) prediktivní hodnotou. Senzitivita pro diagnózu okluze bazilární tepny a intrakraniálních úseků VA je výrazně nižší a činí 60 %, resp. 56 % s korespondující specificitou 96–98 % [13, 21–23].

Tab. 4. Určení tíže intrakraniálních stenóz podle poměru PSV ve stenóze ku PSV před/za stenózou.

Tíže stenózy	PSV ve stenóze/PSV před (za) stenózou
lehká < 40 %	(1,3) 1,5–1,99
středně těžká 40–59 %	2,0–2,99
těžká ≥ 60 %	≥ 3,0

Tab. 5. Hodnocení intrakraniálních stenóz podle absolutních hodnot PSV.

	PSV (cm/s) – stenóza < 50 %	PSV (cm/s) – stenóza ≥ 50 %
ACM	≥ 155	≥ 220
ACA	≥ 120	≥ 155
ACP	≥ 100	≥ 145
AV	≥ 90	≥ 120
AB	≥ 100	≥ 140

TCCS nálezy u stenóz a okluzí extrakraniálních tepen

Při významné stenóze či uzávěru v oblasti extrakraniálních tepen dochází k rozvoji kolaterálního oběhu, který umožňuje kompenzatorní krevní zásobení mozku. Nejvýznamněji se uplatňují intrakraniální spojky mezi povodími obou vnitřních karotid, resp. mezi přední a zadní mozkovou cirkulací (Willisův okruh) cestou přední a zadní komunikanty (ACoA a ACoP). Z extra-intrakraniálních spojek jsou nejdůležitější kolaterály mezi vnější a vnitřní karotidou cestou oftalmické cirkulace (mezi terminálními větvemi ACE a konečnými větvemi a. ophthalmica). Specifický obraz je dán lokalizací a komplexností postižení extrakraniálních tepen (a samozřejmě i event. postižením intrakraniálních tepen) a rovněž úplností Willisova okruhu, který je kompletní jen asi v 20–54 % a naopak ve 3–4 % není celý systém uzavřen. V ostatních případech existuje hypoplazie nebo aplazie aspoň jedné tepny [24]. Nález se samo-

proLékaře.cz | 18.11.2026

zřejmě také liší u akutních a chronických uzávěrů, kdy obvykle bývají kolaterály dobře vyvinuty. Obecně lze konstatovat, že v povodí postižené tepny dochází ke snížení průtokových rychlostí a snížení pulzatility (RI a PI) a v případě rozvoje kolaterálního oběhu k zvýšení průtoku a event. změně směru toku v příslušných do kolaterálního zásobení zapojených tepnách. Může být snížená či dokonce vyčerpaná funkční rezervní kapacita.

TCCS dokáže relativně velmi spolehlivě zachytit kolaterální průtok jak cestou ACoA se senzitivitou 100 % a specificitou 100 %, tak cestou ACoP, kde je senzitivita vyšetření 84 % a specificita 94 % [8]. Transorbitálním přístupem je možné vyšetřit oftalmickou cirkulaci a její event. zapojení do kolaterálního oběhu – v tom případě dochází k obrácení toku ve větvích AO (s výjimkou toku v a. centralis retinae).

Celkově TCCS umožňuje zhodnotit hemodynamický dopad stenookluzivního postižení extrakraniálních tepen na mozkovou cirkulaci, zhodnotit funkční rezervní kapacitu a významně přispět k rozhodování o event. indikaci k revaskularizačnímu výkonu na extrakraniálních tepnách, případně i k selektivní indikaci extra-intrakraniálního bypassu u pacientů s chronickou symptomatickou okluzí ACI.

Závěr

Transkraniální duplexní sonografie je relativně nová zobrazovací diagnostická metoda, která umožňuje zobrazení intrakraniálních cév a dalších intrakraniálních struktur přes intaktní lebku. Jedná se o neinvazivní, snadno opakovatelné, relativně levné vyšetření, které lze provést u lůžka nemocného. Umožňuje, kromě jiného, s vysokou specificitou a senzitivitou diagnostikovat stenózy a okluze intrakraniálních tepen a posoudit hemodynamický dopad stenóz a okluzí extrakraniálních tepen na mozkovou cirkulaci. Pomocí TCCS je možné rovněž posoudit funkční rezervní kapacitu mozkové cirkulace. Významným způsobem tak přispívá k diagnostice onemocnění mozkových tepen, posouzení funkční suficience cerebrální cirkulace, stanovení prognózy a k rozhodování o terapeutickém postupu včetně indikací k revaskularizačním výkonům. Hlavní limitací TCCS je nedostatečná kvalita akustického okna s nemožností dostatečně kvalitního vyšetření až u 20 % vyšetřovaných. Vyšetřitelnost však lze významně zvýšit použitím echokontrastních látek, s jejichž využitím lze dostatečně kvalitně vyšetřit více než 90 % pacientů.

Autorem obrázků a schématu je malíř Jan Šerých.

Literatura

1. Školoudík D, Václavík D. Transkraniální barevná duplexní sonografie – národní standard vyšetření v rámci funkční specializace v neurosonologii. Čes Slov Neurol Neurochir 2002; Suppl. 2: 18–21.

2. Marinoni M, Ginanneschi A, Forleo P et al. Technical limits in transcranial Doppler recording: Inadequate acoustic windows. Ultrasound Med Biol 1997; 23: 1275–1277.

3. Boespflug O, Chun Feng L. Transcranial pulsed Doppler. Problems posed by the temporal window (834 patients). J Mal Vasc 1992; 17: 112–115.

4. Hocksbergen AW, Legemate DA, Ubbink DT et al. Success rate of transcranial color-coded duplex ultrasonography in visualizing the basal cerebral arteries in vascular patients over 60 years of age. Stroke 1999; 30: 1450–1455.

5. Seidel G, Kaps M, Gerriets T. Potential and limitations of transcranial color-coded sonography in stroke patients. Stroke 1995; 26: 2061–2066.

6. Gomez CR, Brass LM, Tegeler CH et al. The transcranial Doppler standardization project. Phase 1 results. The TCD Study Group, American Society of Neuroimaging. J Neuroimaging 1993; 3: 190–192.

7. Kollár J, Schulte-Altedorneburg G, Sikula J et al. Image quality of the temporal bone window examined by transcranial Doppler sonography and correlation with postmortem computed tomography measurements. Cerebrovasc Dis 2004; 17: 61–65.

8. Baumgartner RW, Baumgartner I, Mattle HP et al. Transcranial color-coded duplex sonography in the evaluation of collteral flow through the circle of Willis. AJNR Am J Neuroradiol 1997; 18: 127–133.

9. Kaps M, Seidl G, Bauer T et al. Imaging of the intracranial vertebrobasilar system using color-coded ultrasound. Stroke 1992; 23: 1577–1582.

10. Martin PJ, Evans DH, Naylor AR. Transcranial color-coded sonography of the basal cerebral circulation. Reference data from 115 volunteers. Stroke 1994; 25: 390–396.

11. Schöning M, Walter J. Evaluation of the vertebrobasilar-posterior system by transcranial color duplex sonography in adults. Stroke 1992; 23: 1280–1286.

12. Baumgartner RW, Arnold M, Gönner F et al. Contrast-anhanced transcranial color-coded duplex sonography in ischemic cerebrovascular disease. Stroke 1997; 28: 2473–2478.

13. Nabavi DG, Droste DW, Kemény V et al. Potential and limitations of echocontrast-enhanced ultrasonography in acute stroke patients: a pilot study. Stroke 1998; 29: 949–954.

14. Baumgartner RW. Transcranial Color Duplex Sonography in Cerebrovascular Disease: A Systematic Review. Cerebrovasc Dis 2003; 16: 4–13.

15. Školoudík D, Václavík D. Transkraniální barevná duplexní sonografie – národní standard vyšetření v rámci funkční specializace v neurosonologii – odborná příloha. Čes a slov Neurol Neurochir 2002; Suppl. 2: 21–25.

16. Ringelstein EB, Eyck S, Mertens I. Evaluation of cerebral vasomotor reactivity by various vasodilating stimuly: comparison of CO2 and acetazolamid. J Cereb Blood Flow Metab 1992; 12: 162–168.

17. Baumgartner RW, Mattle HP, Schroth G. Assesment of ≥ 50 % and < 50 % Intracranial Stenoses by Transcranial Color-Coded Duplex Sonography. Stroke 1999; 30:87–92.

18. Školoudík D, Chudoba V. Možnosti neinvazivní diagnostiky intrakraniálních stenóz pomocí transkraniální duplexní sonografie a MR angiografie. Čes Radiol 1999; 53 (Suppl 1): 42–46.

19. Mattle HP, Grolimund P, Huber P et al. Transcranial Doppler sonographic findings in middle cerebral artery disease. Arch Neurol 1988; 45: 289–295.

20. Kaps M, Damian MS, Techendorf U et al. Transcranial Doppler ultrasound findings in middle cerebral artery occlusion. Stroke 1990; 21: 532–537.

21. Kenton AR, Martin PJ, Abbott RJ et al. Comparison of transcranial color-coded duplex sonography and magnetic resonance angiography in acute stroke. Stroke 1997; 28: 1601–1606.

22. Gerriets T, Seidel G, Fiss I et al. Contrast-enhanced transcranial color-coded duplex sonography: efficiency and validity. Neurology 1999; 52: 1133–1137.

23. Demchuk AM, Christou I, Wein TH et al. Specific transcranial Doppler flow findings related to the presence and site of arterial occlusion. Stroke 2000; 31: 140–146.

24. Riggs HE, Rupp C. Variation in form of circle of Willis. The relation of the variations to collateral circulation: anatomic analysis. Arch Neurol 1963; 8: 8–14.

Doručeno do redakce 12. 2. 2010
Přijato po recenzi 16. 2. 2010

MUDr. Jiří Žižka
I. interní klinika, Fakultní Thomayerova nemocnice, Praha
jiri.zizka@ftn.cz