proLékaře.cz | 22.11.2026

Lze detekovat intrakraniální venózní reflux z transkondylárního přístupu? Výsledky studie s Fusion Imaging

Can Intracranial Venous Reflux Be Detected from Transcondylar Approach? The Results of a Fusion Imaging Study

Souhrn

Úvod: K ultrazvukové detekci chronické cerebrospinální venózní insuficience (CCSVI) a žilního refluxu v intrakraniálním žilním systému je u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní v současnosti využíván nový, transkondylární přístup. Cílem studie bylo zjistit, zda lze z transkondylárního přístupu standardně detekovat tok v hlubokých mozkových žilách a splavech. *Materiál a metodika:* U šesti dobrovolníků a pěti pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní byla provedena magnetická rezonance mozku a následně s využitím technologie Fusion Imaging transkraniální duplexní vyšetření (TCCS) z transtemporálního a transkondylárního přístupu. *Výsledky:* Střední čtvercová chyba při registraci nepřevyšovala u žádného ze subjektů 0,5 cm, přesnost systému měřená pomocí registračního pera byla u všech subjektů do 1 mm. U všech subjektů byly zobrazeny všechny tepny Willisova okruhu, v. cerebri media profunda a v. basalis Rosenthali, sinus petrosus superior et inferior, sinus cavernosus, sinus transversus a confluens sinuum z transtemporálního přístupu. Z transkondylárního přístupu se však podařilo zobrazit jen u tří (27,3 %) subjektů sifon a. carotis interna a u jednoho (9 %) také a. cerebri media. U žádného ze subjektů se nepodařilo z transkondylárního přístupu zobrazit průtokový signál ze sinus cavernosus, sinus petrosus superior et inferior nebo z hlubokých mozkových žil, a to ani při použití Fusion Imaging. Obousměrný dopplerovský signál v oblasti sinus cavernosus byl hodnocen jako artefakt. *Závěr:* Výsledek studie prokázal, že transkondylární přístup při TCCS vyšetření nelze v současnosti využít pro detekci refluxu v intrakraniálním žilním systému.

Abstract

Introduction: Transcondylar approach is a new approach used for detection of chronic cerebro-spinal venous insufficiency (CCSVI) and venous reflux in intracranial venous system in patients with multiple sclerosis. The aim of the study was to assess suitability of the transcondylar approach for monitoring blood flow through the deep cerebral veins and venous sinuses. *Material and methods:* Brain magnetic resonance imaging and transcranial duplex sonography (TCCS) from transtemporal and transcondylar approaches using the new technology – Fusion Imaging – were performed in six volunteers and five patients with multiple sclerosis. *Results:* In all subjects, the root mean square error was <0.5 cm and the accuracy of the system, measured using a registration pen, was <1 mm. In all subjects, all arteries of the circle of Willis, deep middle cerebral vein, basal vein of Rosenthal, superior and inferior petrosal sinuses, cavernous and transversal sinuses and confluens sinuum were visible from transtemporal approach. However, transcondylar approach enabled depiction of the internal carotid artery siphon in three (27.3%) and middle cerebral artery in one (9%) subject only. Blood flow signal from cavernous, inferior or superior petrosal sinuses and deep brain veins was not detected in any subject even when the Fusion Imaging was used. Bidirectional Doppler signal from the cavernous sinus region was evaluated as an artefact. *Conclusion:* The study results showed that TCCS transcondylar approach is not suitable for standard detection of intracranial venous reflux.

D. Školoudík[1,2], M. Kuliha[1], M. Roubec[1], J. Havelka[3], F. Formagnana[4], L. Forzoni[4], R. Herzig[2]

[1] Neurologická klinika FN Ostrava
[2] Neurologická klinika LF UP a FN Olomouc
[3] Ústav radiodiagnostický FN Ostrava
[4] ESAOTE, Firenze, Italy

✉
doc. MUDr. David Školoudík, Ph.D., FESO
Neurologická klinika
FN Ostrava
Tř. 17. listopadu 1790
708 52 Ostrava-Poruba
e-mail: skoloudik@email.cz

Přijato k recenzi: 22. 12. 2011
Přijato do tisku: 10. 4. 2012

Klíčová slova

ultrazvuk – magnetická rezonance – reflux – žilní systém – fúzovaný obraz

Key words

ultrasound – magnetic resonance imaging – reflux – venous system – fusion imaging

proLékaře.cz | 22.11.2026

Úvod

Transkraniální duplexní sonografie (Transcranial Color-Coded duplex Sonography, TCCS) je dynamicky se rozvíjející diagnostická metoda. V současnosti ji lze využít nejen k diagnostice cévních patologií, především stenóz, vazospazmů a okluzí mozkových tepen a hemodynamických změn v mozkových tepnách, ale také k diagnostice patologií žilního systému mozku či strukturálních lézí mozku [1].

Hlavními limitacemi vyšetření TCCS jsou kvalita kostního okna, která nedovoluje dostatečně vyšetřit 5–20 % pacientů, a závislost na erudici vyšetřujícího [2]. Tuto limitaci lze v současnosti eliminovat pomocí Fusion Imaging (fúzovaného obrazu) [3].

Fusion Imaging je nová technologie, která umožňuje on-line zobrazení korespondujícího obrazu magnetické rezonance (MR) nebo výpočetní tomografie (CT) se zobrazením TCCS. Tuto technologii lze využít k mapování jednotlivých mozkových struktur a cév při vyšetření TCCS, při detekci strukturálních lézí mozku, v navigaci při neurochirurgických výkonech či při hledání nových kostních přístupů při zobrazení mozkových struktur.

V současnosti se intenzivně diskutuje o roli ultrazvuku (UZ) v detekci žilního refluxu a chronické cerebrospinální venózní insuficience (CCSVI) u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní [4].

Cílem studie bylo zjistit, zda lze standardně z transkondylárního přístupu detekovat tok v hlubokých mozkových žilách a splavech u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní a zdravých dobrovolníků.

Materiál a metodika

Pacienti a dobrovolníci

Do studie bylo zařazeno pět pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní a šest zdravých dobrovolníků. Po podepsání informovaného souhlasu bylo u všech subjektů provedeno vyšetření mozku pomocí MR. Po tomto vyšetření následovalo vyšetření TCCS přes temporální a kondylární kostní okno se zobrazením hlubokých mozkových žil a splavů s pomocí Fusion Imaging.

U všech pacientů i dobrovolníků bylo před vyšetřením mozku MR a TCCS umístěno na obličej šest umělohmotných značek (markerů) (Beekley Pin-Point – multimodality conical design Fiducial Markers, Bristol, CT, USA) s prohlubní o průměru 1,27 mm v centru plastového bodu (obr. 1). Obě vyšetření (MR a TCCS) byla provedena s využitím fixace hlavy (obr. 2) z důvodu udržení její stabilní pozice, aby nedošlo k dislokaci fúzovaného obrazu.

Magnetická rezonance

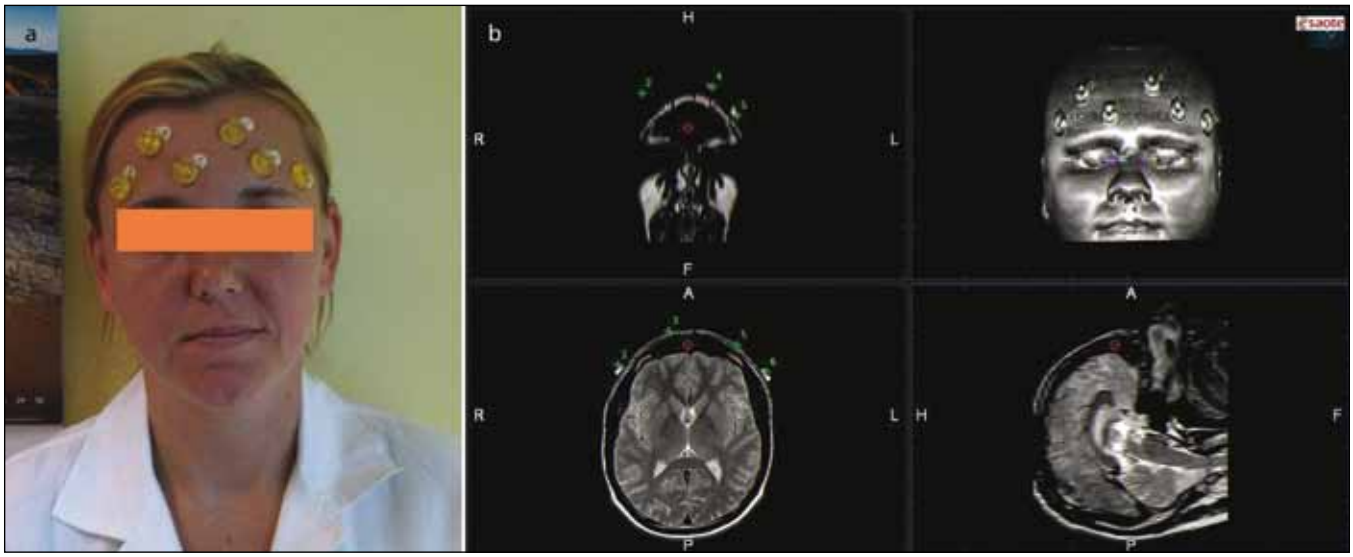
U všech subjektů bylo provedeno MR mozku s proton denzitním (PD) objemovým vážením obrazů pomocí skeneru 1,5 Tesla (Siemens Magnetom Avanto, Erlangen, Německo). Při vyšetření byly použity maximální gradientní síla 33 mT/m, slew rate 125 mT/m/ms a byla použita standardní 12kanálová matrixová hlavová cívka. Byly provedeny následující sekvence:

1. zaváděcí T1 sekvence: 3 sagitální řezy, 3 koronární řezy a 1 axiální řez s nízkým rozlišením (velikost voxelu = 2,2 × 1,1 × 6 mm^3) pro pozici a orientaci následující sekvence;
2. PD turbo spin echo s následujícími parametry: TR = 3 270ms, TE = 32 ms; echo train length = 5; flip angle = 150°, 50 interleaved, 1,6 mm silné axiální řezy (0,49 × 0,49 mm in-plane resolution) s velikostí matrix = 256 × 256, interpolované do 512 × 512 a FOV = 250 × 250 mm.

Celkový čas vyšetření byl 7 minut. U všech subjektů byla věnována zvláštní pozornost tomu, aby byly zobrazeny všechny mozkové struktury včetně šesti značek a obličeje od mandibuly po horní část krania uvnitř získaného MR pole (Field Of View, FOV).

Ultrazvukové vyšetření

UZ vyšetření bylo provedeno na přístroji Esaote MyLabTwice (Esaote S.p.A., Janov, Itálie) opatřeného systémem Virtual Navigation [3,5], umožňujícím fúzi PD-vážených MR obrazů předem přenesených do UZ přístroje a UZ obrazu v reálném čase. Při ultrazvukovém vyšetření byla použita lineární duplexní sonda 3–11MHz (Esaote LA332 Apple Probe, Janov, Itálie) pro vyšetření karotických a vertebrálních tepen, v. jugularis interna a v. vertebralis a transkraniální duplexní 1–4MHz sonda (Esaote PA240 Phased Array Probe, Janov, Itálie) pro zobrazení mozkových struktur v B ob-



Obr. 1. Umístění umělohmotných značek na obličeji vyšetřovaného subjektu (1a) a 3D rekonstrukce MR obrazu (1b).

proLékaře.cz | 22.11.2026



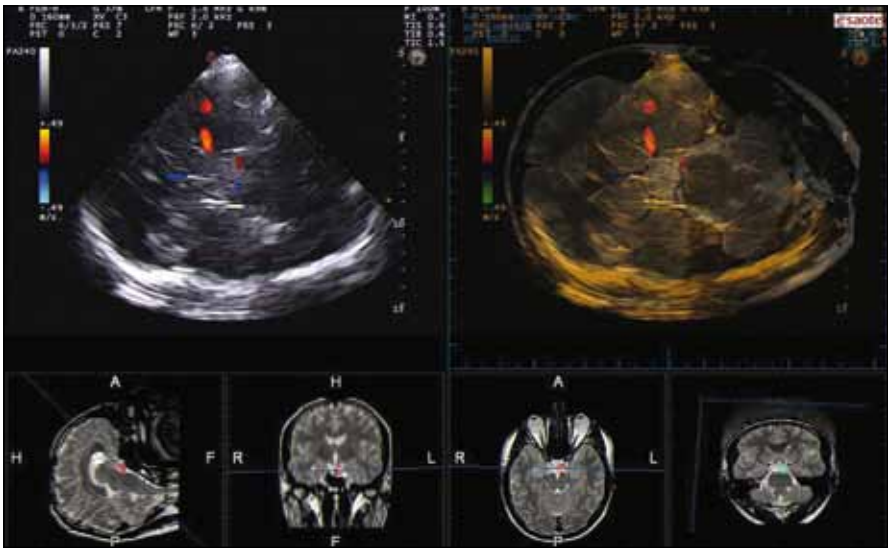
Obr. 2. Transkraniální duplexní sonografické vyšetření s využitím fixace hlavy z důvodu udržení stabilní pozice hlavy.



Obr. 3. Transkraniální duplexní sonografické vyšetření se zobrazením mezencefala (^) a čtvrté komory (<) v B obraze a tepen Willisova okruhu (oranžově) v energetickém modu v transverzálním řezu z transtemporálního přístupu.

raze a intrakraniálních tepen, hlubokých mozkových žil a mozkových splavů v barevném modu. Transkraniální sonda byla spojená s navigační jednotkou připojeným přijímačem (senzorem), a to pomocí 639-039 CIVCO Reusable Tracking Bracket (CIVCO, Kalona, IA, USA).

Při proceduře virtuální navigace (Virtual Navigator, MedCom GmbH, Darmstadt, Německo) byl použit elektromagnetický sledovací systém (electromagnetic tracking system) sestávající z vysílače (transmiteru) a malého přijímače spojeného s UZ sondou. Vysílač, který byl považován za centrum pro referenční systém, byl umístěn v blízkosti hlavy vyšetřovaného subjektu a byl pevně zafixován. Přijímač pak dodával informace o pozici a orientaci UZ sondy vzhledem k vysílači.



Obr. 4. Spojení odpovídajících struktur v MR a UZ obrazu pomocí virtuálního řezu.

Fusion imaging (fúzovaný obraz)

Registrační procedura MR obrazů a UZ skenů pro fúzovaný obraz v reálném čase sestávala ze dvou fází. První fází byla rigidní registrace značek v MR obraze a korespondujících značek na obličeji vyšetřovaného subjektu s následnou úpravou fúzovaných obrazů dle anatomických struktur. Pomocí dotyku registračního pera spojeného s přijímačem (transmitter unit) byla zaznamenána poloha jednotlivých šesti značek na obličeji. Ke každé značce byla vybrána korespondující značka zobrazená v 3D MR obraze (PD MRI rendering data) a byla vytvořena registrační matrix. Registrační procedura byla vyhodnocena jako úspěšná v případě, že střední čtvercová chyba (root mean square error) mezi body určenými dotykem registračního pera a body dle registrační matrix nebyla větší než 0,5 cm. Pro ověření přesnosti registrace byly následně vybrány 3–4 zevní značky (špička nosu, zevní koutek oka či ušní boltec).

V druhé fázi registrace byly pomocí TCCS zobrazeny třetí komora a mezencefalon v B obraze a tepny Willisova okruhu v barevném modu, a to v transverzálním řezu z transtemporálního přístupu (obr. 3). Zobrazené struktury byly srovnány s odpovídajícími strukturami v PD váženém MR obraze mozku. Při diskrepanci mezi MR a UZ obrazy bylo pomocí virtuálního řezu dosaženo spojení odpovídajících struktur v daném řezu (obr. 4). Před zahájením vyšetření žilního systému byla testována přesnost fúze obrazů obou modalit. Jako dostatečná byla hodnocena přesnost při odchylce korespondujících bodů menší než 2 mm.

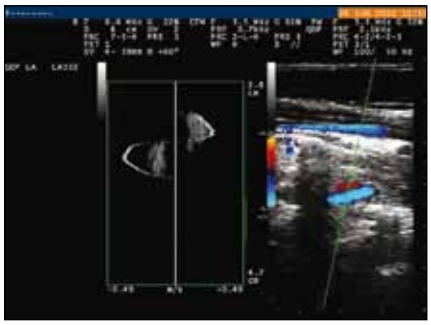
Duplexní ultrazvukové vyšetření krčních tepen a žil

U všech subjektů byly zobrazeny karotické tepny (a. carotis communis, a. carotis interna, a. carotis externa), a. vertebralis, v. jugularis interna a v. vertebralis oboustranně v B obraze a barevném modu, a to jak v podélném, tak příčném řezu. V B obraze byly hodnoceny cévní patologie včetně patologického nálezu na chlopni v. jugularis interna. V barevném modu byl zobrazen tok a jeho směr v jednotlivých cévách, a to jak během inspiria, tak exspiria. Ze všech tepen i žil byl získán dopplerovský signál s hodnocením úhlově korigovaných rychlostí – maximální systolické rychlosti (Peak Systolic Velocity, PSV), konečné diastolické rychlosti (End-Diastolic Velocity, EDV), a pulzatilního (Pulsatility Index, PI) a rezistenčního indexu (Resistive Index, RI).

Transkraniální duplexní sonografické vyšetření s Fusion Imaging

TCCS vyšetření bylo provedeno zkušeným sonografistou s 15letou praxí. Zobrazení intrakraniálních tepen, hlubokých moz-

proLékaře.cz | 22.11.2026



Obr. 5. Hodnocení refluxu pomocí směrového kvalitativního Doppleru (Directional Quality Doppler Profile, QDP).

kových žil a mozkových splavů bylo provedeno z transtemporálního a následně transkondylárního přístupu. U všech subjektů bylo vyšetření provedeno vleže a následně vsedě.

V barevném modu byly zobrazeny vybrané žíly a splavy z transtemporalního přístupu, které byly označeny barevnými body do MR obrazu. Tyto body byly následně zobrazitelné ve fúzovaném obraze z jakéhokoli přístupu a byly použity jako referenční body při vyhledávání mozkových struktur a cév z transkondylárního přístupu.

Hodnocení toku a refluxu

Hodnocení směru a rychlosti toku bylo provedeno v barevném modu a následně byl umístěn vzorkovací objem do žíly či splavu se získáním průtokové křivky. Pro hodnocení CCSVI a refluxu byla použita dříve publikovaná kritéria [6,7]. Pro hodnocení refluxu bylo použito také hodnocení směrového kvalitativního Doppleru (Directional Quality Doppler Profile, QDP) (obr. 5).

Statistika

Kolmogorovův-Smirnovovův test a Shapirův-Wilkův test byly použity k testování normálního rozložení u všech sledovaných parametrů. Data s normální distribucí jsou prezentována jako průměr ± standardní odchylka. Ostatní data jsou uváděna jako medián, minimum, maximum a mezikvartilové rozmezí. Vyhodnocení přesnosti registrační analýzy bylo provedeno pomocí střední čtvercové chyby. Statistická analýza byla provedena pomocí SPSS 14.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Etická komise

Studie byla provedena dle doporučení z Helsinské deklarace z roku 1975 (revize z roku 2004 a 2008). Studie byla schválena etickou komisí ve Fakultní nemocnice Ostrava. Všichni pacienti i dobrovolníci podepsali informovaný souhlas.

Výsledky

Během dvou dnů bylo do studie zařazeno šest dobrovolníků (3 muži, 3 ženy; věk 29–49, průměrně 35,2 ± 6,5 let) a pět pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní (1 muž, 4 ženy; věk 28–41, průměrně 34,2 ± 4,6 let). Demografická data jsou uvedena v tab. 1. U všech subjektů bylo provedeno MR vyšetření mozku a následně vyšetření TCCS se zobrazením tepen Willisova okruhu, hlubokých mozkových žil a splavů z transtemporálního přístupu s použitím Fusion Imaging.

Střední čtvercová chyba při registraci nepřevyšovala u žádného ze subjektů 0,5 cm, přesnost systému měřená pomocí registračního pera byla u všech subjektů do 1 mm. Průměrná doba kompletního ultrazvukového vyšetření s použitím Fusion Imaging byla 34,2 ± 5,3 minut, samotného vyšetření TCCS z transtemporálního přístupu pak 11,5 ± 2,1 minut.

U všech subjektů byly zobrazeny z transtemporálního přístupu všechny tepny Willisova okruhu – sifon a. carotis interna, a. cerebri anterior, a. cerebri media, a. cerebri posterior, přední a zadní komunikanta; hluboké mozkové žíly – v. cerebri media profunda a v. basalis Rosenthali; mozkové splavy – sinus petrosus superior, sinus petrosus inferior, sinus cavernosus, sinus transversus

Tab. 1. Demografická data pacientů a dobrovolníků.

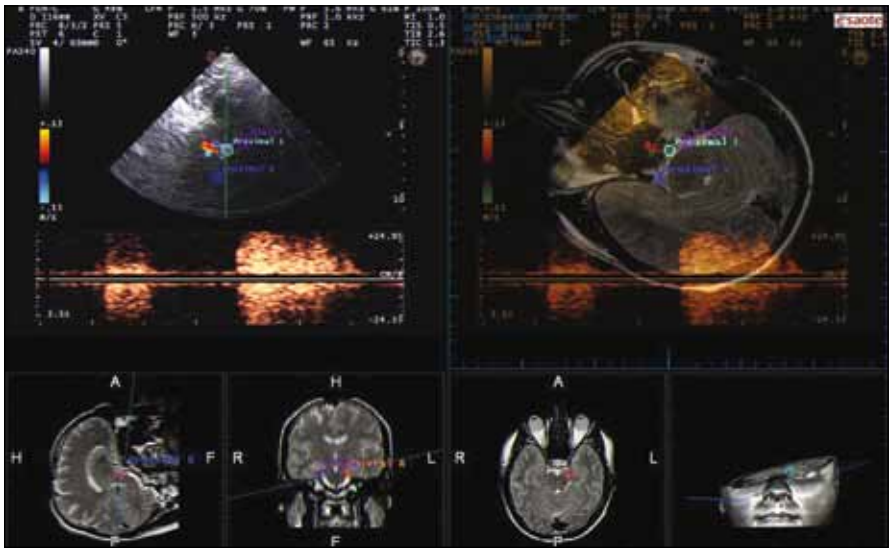
	Pacienti s RSM	Dobrovolníci
věk (průměr ± SD, let)	34,2 ± 4,6	35,2 ± 6,5
pohlaví (muži, %)	1 (20 %)	3 (50 %)
délka trvání onemocnění (průměr ± SD, let)	6,2 ± 1,6	–
EDSS škála – medián (min, max, IQR)	1 (0, 4,5, 1–1)	–

EDSS – Expanded Disability Status Scale, IQR – interkvartilové rozmezí (InterQuartile Range), RSM – roztroušená skleróza mozkomíšní, SD – směrodatná odchylka

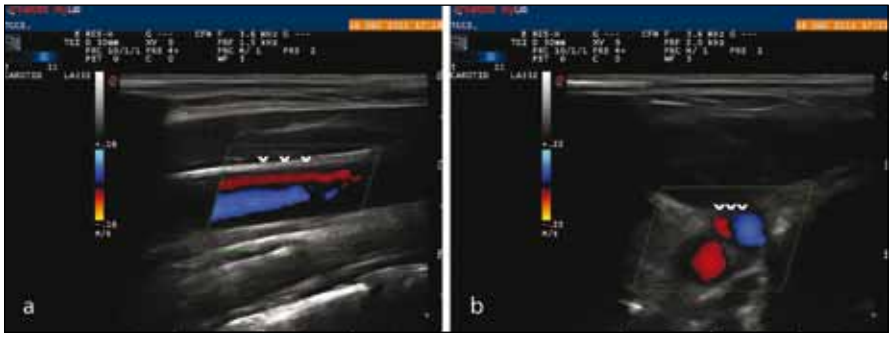
Tab. 2. Průtokové rychlosti a indexy ze zobrazených intrakraniálních tepen, žil a splavů.

	PSV (průměr ± SD, cm/s)	EDV (průměr ± SD, cm/s)	PI (průměr ± SD)	RI (průměr ± SD)
sifon a. carotis interna	103,2 ± 7,4	49,5 ± 3,7	0,81 ± 0,05	0,52 ± 0,02
a. cerebri media	132,3 ± 9,1	68,8 ± 4,9	0,83 ± 0,05	0,54 ± 0,02
a. cerebri anterior	91,7 ± 6,2	44,1 ± 3,2	0,82 ± 0,04	0,53 ± 0,02
a. cerebri posterior	53,2 ± 5,2	24,1 ± 2,6	0,81 ± 0,04	0,53 ± 0,02
sinus petrosus superior	33,8 ± 2,6	24,5 ± 2,7	–	0,28 ± 0,04
sinus petrosus inferior	31,8 ± 2,1	23,8 ± 2,4	–	0,35 ± 0,05
sinus cavernosus	10,7 ± 1,9	7,1 ± 1,1	–	0,35 ± 0,05
sinus rectus	14,1 ± 2,1	9,5 ± 1,4	–	0,32 ± 0,04
sinus transversus	27,1 ± 2,9	17,1 ± 2,0	–	0,35 ± 0,05
confluens sinuum	17,2 ± 2,2	11,9 ± 1,9	–	0,31 ± 0,04
v. cerebri media profunda	10,8 ± 1,8	7,5 ± 1,3	–	0,29 ± 0,06
v. basalis Rosenthali	13,8 ± 1,9	9,2 ± 1,2	–	0,33 ± 0,05

proLékaře.cz | 22.11.2026



Obr. 6. Obousměrný dopplerovský signál v oblasti sinus cavernosus – artefakt přenesený z nosohltanu a paranazálních dutin.



Obr. 7. Reflux (˜˜˜) ve v. jugularis interna v pozici vleže v podélném (7a) a příčném (7b) řezu.

a confluens sinuum, které byly detekovány pomocí Fusion Imaging s MR zobrazením. Ze všech zobrazených tepen, žil i splavů byly změřeny průtokové rychlosti a indexy, a to PSV, EDV, PI (jen u tepen) a RI (tab. 2).

Následně byly zobrazeny mozkové struktury a intrakraniální cévy z transkondylárního přístupu. Jen u tří (27,3 %) subjektů se podařilo zobrazit z transkondylárního přístupu sifon a. carotis interna a u jednoho pacienta (9 %) také a. cerebri media, avšak u žádného ze subjektů se nepodařilo z transkondylárního přístupu zobrazit průtokový signál ze sinus cavernosus, sinuus petrosus superior et inferior nebo z hlubokých mozkových žil, a to ani při použití Fusion Imaging. Obousměrný dopplerovský signál v oblasti sinus cavernosus byl hodnocen jako artefakt přenesený z nosohltanu a paranazálních dutin, tvořený prouděním vzduchu při inspiriu a exspiriu (obr. 6).

U tří pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní byl detekován reflux ve v. jugularis interna, u všech jednostranně a jen vleže s normalizací toku při změně polohy do sedu (obr. 7). U zdravých dobrovolníků nebyl detekován reflux v jugulárních žilách. U žádného z pacientů ani dobrovolníků nebyl detekován reflux ve v. vertebralis nebo v intrakraniálních splavech a hlubokých mozkových žilách z transtemporálního přístupu.

Diskuze

V posledních letech se objevily práce ukazující na možnou roli CCSVI v etiopatogenezi roztroušené sklerózy mozkomíšní. Hlavním kritériem pro hodnocení CCSVI je přítomnost alespoň dvou z následujících pěti nálezů:

1. konstantně přítomný reflux ve v. jugularis interna nebo v. vertebralis vleže i vsedě,
2. negativní rozdíl měřené plochy v. jugularis interna změřený vsedě a vleže v příčném řezu,
3. nepřítomný tok ve v. jugularis interna nebo v. vertebralis vleže i vsedě,
4. intrakraniální reflux v hlubokých mozkových žilách a splavech, případně v subkortikálních žilách a
5. důkaz proximální stenózy ve v. jugularis interna v B obraze [6,7].

Přesto, že lze ultrasonograficky detekovat abnormality chlopně ve v. jugularis interna i patologický žilní tok a reflux ve v. jugularis nebo v. vertebralis, nejdůležitějším důkazem, že CCSVI hraje v etiopatogenezi roztroušené sklerózy mozkomíšní roli, je však průkaz refluxu v intrakraniálních mozkových splavech nebo hlubokých mozkových žilách. V dosud publikovaných studiích byl tento reflux prokazován ultrasonograficky detekováním žilního toku z transkondylárního přístupu [6–10]. V naší pilotní práci jsme však neprokázali, že by bylo možno standardně detekovat žilní tok z transkondylárního přístupu. Signál podobný venóznímu toku se změnami v průběhu inspiria a exspiria byl hodnocen jen jako artefakt, přenesený signál z nosohltanu a paranazálních dutin, tvořený prouděním vzduchu při dýchání. Tento nález je v rozporu s dosud publikovanými pracemi, v nichž autoři spolehlivě detekovali reflux z transkondylárního přístupu [6–10].

Ultrazvukové vyšetření je nejen závislé na zkušenosti vyšetřujícího, ale kvalita vyšetření TCCS je navíc limitována kvalitou kostního okna, díky čemuž nelze uspokojivě zobrazit všechny tepny Willisova okruhu u 5–20 % pacientů [2,11,12]. Nová technologie fúze UZ a MR obrazu může tyto limitace výrazně snížit a zvýšit přesnost UZ vyšetření. V naší studii jsme dosáhli střední čtvercové chyby při registraci u všech subjektů do 0,5 cm a přesnosti systému při použití registračního pera do 1 mm, podobně jako v dříve publikovaných studiích [3,5].

U všech subjektů byly pomocí Fusion Imaging bez problémů detekovány tepny Willisova okruhu, hluboké mozkové žíly i mozkové splavy. Délka vyšetření z transtemporálního přístupu nepřekročila u žádného subjektu 15 minut. Tato nová technologie může být velmi přínosná jak při hledání nových přístupů pro zobrazení mozkových struktur a cév,

proLékaře.cz | 22.11.2026

tak pro diagnostiku intrakraniálních patologií a sledování jejich změn v čase – růst nádorů, resorpce intracerebrálního krvácení apod.

Hlavní limitací prezentované studie je omezený počet vyšetřených subjektů. Navíc u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní nebyly detekovány hrubší patologie v žilním systému. Jen u tří z pěti pacientů byl detekován reflux ve v. jugularis interna, a to jen vleže. Nebyla také použita echokontrastní látka ke zvýšení intenzity dopplerovského signálu z mozkových cév.

K definitivnímu potvrzení možnosti zobrazení signálu průtoku krve v žilním systému mozku a možnosti detekce žilního refluxu v mozkových splavech nebo žilách je potřebné v následných studiích vyšetřit větší počet pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní, a to nejlépe s použitím echokontrastní látky a využitím Fusion Imaging ke zvýšení přesnosti detekce mozkových cév.

Závěr

Díky technologii Fusion Imaging lze výrazně zpřesnit hodnocení mozkových struktur pomocí vyšetření TCCS. Výsledek studie provedené s pomocí této technologie prokázal, že vyšetření TCCS z transkondylárního přístupu nelze v současnosti využít pro standardní detekci refluxu v intrakraniálním žilním systému u pacientů s roztroušenou sklerózou mozkomíšní.

Literatura

1. Školoudík D. Transkraniální barevná duplexní sonografie. In: Školoudík D, Škoda O, Bar M, Václavík D, Brozman M (eds). Neurosonologie. Praha: Galén 2003: 181–250.

2. Skoloudík D, Walter U. Method and validity of transcranial sonography in movement disorders. Int Rev Neurobiol 2010; 90: 7–34.

3. De Beni S, Macciò M, Bertora F. Multimodality Navigation Tool "Navigator". Proc. IEEE SICE 2nd International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions. Genova, Italy 2004.

4. D'haeseleer M, Cambron M, Vanopdenbosch L, De Keyser J. Vascular aspects of multiple sclerosis. Lance Neurol 2011; 10(7): 657–666.

5. Laganà MM, Forzoni L, Viotti S, De Beni S, Baselli G, Cecconi P. Assessment of the cerebral venous system from the transcondylar ultrasound window using virtual navigator technology and MRI. Proc. 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS. Boston, Massachusetts, USA 2011.

6. Zamboni P, Menegatti E, Galeotti R, Malagoni AM, Tacconi G, Dall'Ara S e tal. The value of cerebral Doppler venous haemodynamics in the assessment of multiple sclerosis. J Neurol Sci 2009: 282(1–2): 21–27.

7. Nosáľ V, Sivák Š, Kurča E. Chronická cerebrospinálna venózna insuficiencia (CCSVI). Metodický postup vyšetrenia venózneho systému pomocou ultrazvuku. Neurológia 2010; 5(3): 163–167.

8. Zamboni P, Menegatti E, Bartolomei I, Galeotti R, Malagoni AM, Tacconi G et al. Intracranial venous haemodynamics in multiple sclerosis. Curr Neurovasc Res 2007; 4(4): 252–258.

9. Zamboni P, Galeotti R. The chronic cerebrospinal venous insufficiency syndrome. Phlebology 2010; 25(6): 269–279.

10. Nosáľ V, Zeleňák K, Michalik J, Kantorová E, Sivák Š, Kurča E. Chronická cerebrospinálna venózna insuficiencia. Neurológia 2010; 5(3): 158–162.

11. Bartels E. Color-coded duplex sonography of the cerebral vessels: atlas and manual. Stuttgart-New York: Schattauer 1999.

12. Berg D, Godau J, Walter U. Transcranial sonography in movement disorders. Lancet Neurol 2008; 7(11): 1044–1055.

