

Endovaskulární léčba jaterní encefalopatie po TIPS pomocí redukčního stentgraftu

Endovascular therapy of post TIPS hepatic encephalopathy using reducing stentgrafts – case report

Antonín Krajina¹, Petr Hůlek^{2,3}, Miroslav Lojík¹, Vendelín Chovanec¹, Jan Raupach¹, Ondřej Renc¹, Tomáš Fejfar², Štěpán Šembera²

¹Radiologická klinika LF UK a FN, Hradec Králové

²II. interní GE klinika LF UK a FN, Hradec Králové

³Katedra interních oborů LF OU, Ostrava

Hlavní stanovisko práce

Redukce TIPS pomocí stentgraftu při jinak neléčitelné jaterní encefalopatii je účinnou a jednoduchou metodou její léčby.

SOUHRN

Krajina A, Hůlek P, Lojík M, Chovanec V, Raupach J, Renc O, Fejfar T, Šembera Š. Endovaskulární léčba jaterní encefalopatie po TIPS pomocí redukčního stentgraftu

Cíl: Autoři prezentují retrospektivní analýzu čtyř nemocných, u kterých byla provedena redukce TIPS pomocí stentgraftu tvaru přesýpacích hodin v léčbě refrakterní jaterní encefalopatie vzniklé v důsledku předchozího vytvoření TIPS.

Metodika: Čtyři pacienti (tři muži a jedna žena ve věku 50–76 let, medián 63,5 let) byli indikováni k redukci průtoku krve v TIPS pro jinak neléčitelnou jaterní encefalopatii. TIPS byl u všech původně proveden pro nezastavitelné krvácení do horní části trávicího traktu (ze žaludečních varixů a významné portální gastropatie) 2–48 měsíců (medián 4 měsíce) před redukcí TIPS. U všech nemocných byl v lokální anestezii i z jugulárního přístupu implantován redukční balónexpandibilní stentgraft tvaru přesýpacích hodin.

Výsledky: Portosystémový gradient se zvýšil okamžitě po implantaci redukčního stentgraftu z průměrných 7 mmHg na 18 mmHg. Během výkonů nebyly zaznamenány technické komplikace. Jeden nemocný měl po 1 roce od redukce TIPS provedenu transplantaci jater, zbývajících přeživali 3 roky, 15 a 9 měsíců po redukcí TIPS. V době sledování se u žádného z nich neobjevilo krvácení, a to i přes to, že se TIPS se u všech postupně uzavřel.

Závěr: Redukce TIPS vedla ke snížení projevů jaterní encefalopatie u všech čtyř nemocných.

Major statement

TIPS reduction using stentgraft is an effective and simple method of refractory hepatic encephalopathy.

SUMMARY

Krajina A, Hůlek P, Lojík M, Chovanec V, Raupach J, Renc O, Fejfar T, Šembera Š. Endovascular therapy of post TIPS hepatic encephalopathy using reducing stentgrafts – case report

Aim: A retrospective analysis of four cases of post-TIPS hepatic encephalopathy treated by using hourglass shaped balloon expandable stentgraft implantation.

Methods: Four patients (3 men, and 1 woman of age of 50–76 years, median 63.5 years) were referred to TIPS reduction for their refractory hepatic encephalopathy. The TIPS procedures were performed for uncontrolled upper gastrointestinal bleeding (gastric varices and severe portal gastropathy) 2–48 months (median 4 months) before TIPS reduction procedure. In all patients hourglass shape balloon expandable stentgrafts were implanted from jugular approach under local anesthesia.

Results: Portosystemic gradient increased immediately after reducing stentgraft implantation from mean 7 mmHg to 18 mmHg. There was no technical complication during procedures. One patient underwent liver transplantation one year after TIPS reduction, the remaining three survived 3 years, 15, and 9 months after TIPS reduction. There was no rebleeding observed in all patients during follow up in spite of subsequent occlusion of all reduced TIPS.

Conclusion: There were alleviating of hepatic encephalopathy in all treated patients. TIPS reduction using stentgraft is an effective

Přijato: 14. 4. 2021

Korespondenční adresa:

prof. MUDr. Antonín Krajina, CSc., EBIR, EBNI
Radiologická klinika FN
Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové
e-mail: antonin.krajina@fnhk.cz

Konflikt zájmů: žádný.

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (SVV UK, projekt LF HK č. 260544).

The study was supported by the Charles University, project GA UK (SVV UK, LFHK, No. 260544).

Použití stentgraftu je jednoduchou a bezpečnou metodou omezení obtékání portální krve jater spojené se zvýšením portosystémového gradientu.

Klíčová slova: TIPS, jaterní encefalopatie, portální hypertenze, stentgraft.

and simple method of treatment of refractory hepatic encephalopathy.

Key words: TIPS, hepatic encephalopathy, portal hypertension, stentgraft.

ÚVOD

Patofyziologické mechanismy jaterní encefalopatie (JE) nejsou dosud zcela jasné.

Hlavní příčinou JE je zvýšená koncentrace dusíkatých katabolitů (především amoniak) v systémovém řečišti, které při zvýšené hladině v krvi negativně ovlivňují funkci mozku. Jejich zvýšená hladina v krvi je způsobena sníženou metabolickou funkcí jater a přítomností portosystémových spojek s různým podílem obou těchto faktorů (1, 2). Transjugulární intrahepatální portosystémová spojka (TIPS) je prováděna u nemocných s jinak neléčitelnými komplikacemi symptomatické portální hypertenze s cílem snížit přetlak v portálním řečišti. TIPS tak snižuje portální hypertenzi, zvyšuje zkratování portální krve, ale tím i snižuje perfuzi jater. Proto je kontraindikována při jaterním selhání nebo při uzávěru jaterní tepny (3). Naopak u pacientů s hepatofugálním tokem ve vena portae se JE zavedením TIPS většinou nezhorší. Metabolické změny mozku při JE je možné studovat zobrazovacími metodami (4).

Míru zkratování krve při tvorbě TIPS lze do určité míry předem předvídat a poté změřit (5). Předně se orientujeme dle portosystémového tlakového gradientu (6, 7), trakt dilatujeme 6mm balónkem pro angioplastiku a po zavedení stentgraftu opět měříme tlakový gradient, a pokud je nadále vysoký, dilatujeme větším balónkem. To plánujeme s ohledem na předchozí epizody JE u daného pacienta, jeho věk, etiologii jaterní cirhózy a pohlaví. I přes tato opatření se u 30% pacientů léčených TIPS JE zhorší (3). Pokud stupeň JE dosahuje stavu, že nemocný přestává být samostatný, zvažujeme zúžení TIPS (8, 9). Tento výkon se v minulosti prováděl různými metodami (10–13). Všeobecně je zúžení TIPS považováno za bezpečnější než jeho okamžitý uzávěr (14). Mezi indikace k redukci TIPS je vedle JE

řazeno i akutní jaterní selhání, plicní hypertenze a pravostranné srdeční selhání (15–18). Naše práce podává retrospektivní zhodnocení redukce TIPS s použitím stentgraftů u čtyř nemocných, popis metody a její vývoj s uvedením přehledu literatury.

METODIKA

Kazuistika 1

První nemocný, diabetik, měl proveden TIPS pomocí stentgraftu Viatorr 10 × 80 mm (W. L. Gore, Flagstaff, Arizona, USA) ve svých 60 letech pro krvácení ze subkardiálních varixů při jaterní cirhóze vzniklé na podkladě nealkoholové i alkoholové steatohepatitidy (NASH a ASH). Nemocný od krvácení abstinoval. Po 3 měsících byl hospitalizován pro závažnou JE, kdy k jejímu zlepšení vedla léčba rifaximinem. Po 4 letech od provedení TIPS jsme pro přetrvávající JE provedli jeho zúžení pomocí balónnexpadibilního stentgraftu 10 × 38 mm (Advanta V12, Atrium Medical Corporation, Merrimack, New Hampshire, USA) (obr. 1). Po 4 měsících od redukce TIPS nebyl při UZ kontrole patrný tok krve a po dalším 1 roce (tedy 8 let po provedení TIPS) byla pro progredující jaterní selhání úspěšně provedena transplantace jater.

Kazuistika 2

Druhé nemocné byl TIPS pomocí stentu (Wallstent 12 × 90 mm, Boston Scientific, USA) s embolizací varixů proveden v jejích 50 letech pro krvácení ze subkardiálních varixů při jaterní cirhóze v důsledku chronické autoimunitní hepatitidy. Po 2 měsících musel být TIPS pro těžkou JE redukován zavedením stentgraftu Advanta 10 × 38 mm (Atrium Medical Corporation, Merrimack, New Hampshire, USA). Následně byla 2krát

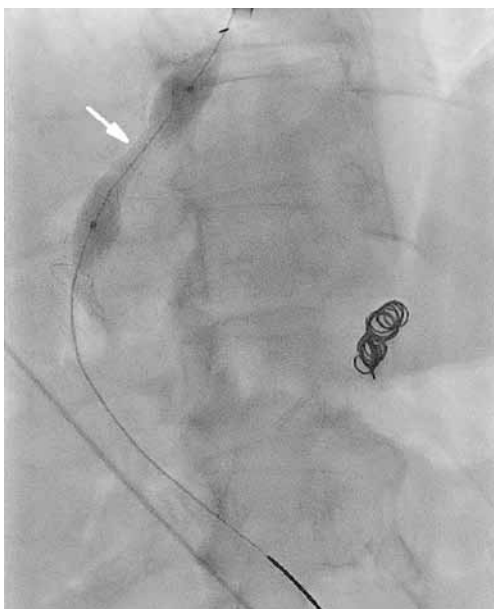
1a



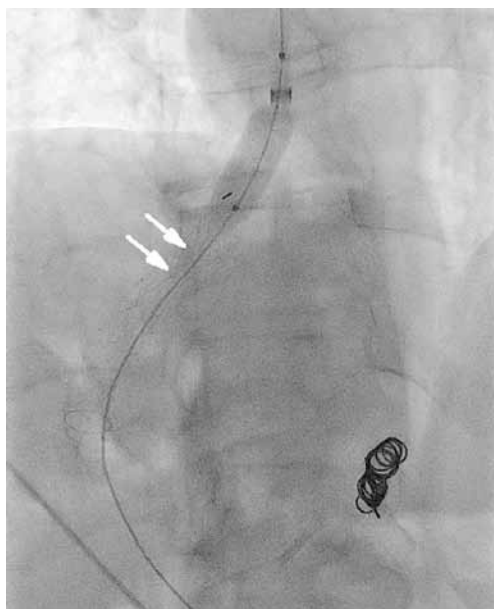
1b



1c



1d



1e



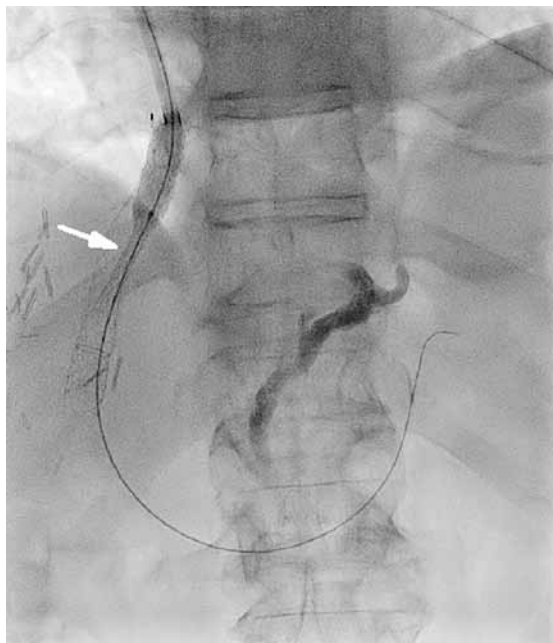
- 1 (a) muž, 60 let, měl proveden TIPS pomocí stentgraftu Viatorr v roce 2011; (b) v roce 2015 indikován pro jaterní encefalopatii k redukcii TIPS; (c) balónexpandibilní stentgraft ve fázi expanze jeho konců s pouze minimálním rozšířením jeho středu (šipka); (d) dilatace 10mm balónkem jen okrajově zavedeným do stentgraftu v jeho kraniální části (dvojice šipek ukazuje zachování zúžené střední části); (e) výsledný stav dokumentující stenózu TIPS (šipka) se zvýšením gradientu z původních 7 na 14 mmHg

(a) 60 year old man (case 1) who was treated with TIPS using Viatorr stentgraft in 2011; (b) he was indicated for TIPS reduction in 2015; (c) balloon-expandable stentgraft partially deployed shows dilatation of both its ends and only minimal dilatation of its middle part (arrow); (d) dilatation with 10mm balloon partially placed and fully inflated in the upper part of the stentgraft (the double arrow shows preserving of narrowed portion); (e) final portogram showing stenosis of the TIPS (arrow) and portosystemic gradient elevated from 7 to 14 mmHg

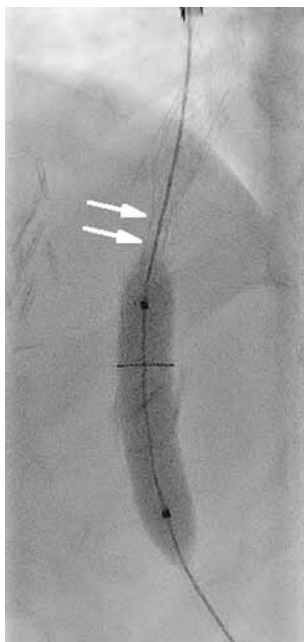
2a



2b



2c



2d



2

(a) muž, 69 let, léčený v roce 2017 zavedením TIPS provedeného pomocí stentgraftu Viatorr (v anamnéze měl stav po resekci pravého jaterního laloku pro hepatocelulární karcinom); (b) po 2 měsících je indikován k redukci TIPS. Snímek ukazuje již zavedený balónexpandibilní stentgraft tvaru přesýpacích hodin (šipka), kdy je dilatován 10mm balónkem kraniiální konec stentgraftu; (c) dilatace kaudálního konce stentgraftu jen okrajově zavedeným balónkem (dvojice šipek ukazuje zachování zúžené části stentgraftu); (d) výsledný stav zobrazující stenózu s gradientem 20 mmHg (šipka)

(a) 69 year old male (case 3) was treated with TIPS with Viatorr in 2017. He had history of the right hepatic lobe resection due to hepatocellular carcinoma; (b) he was referred for TIPS reduction in 2 months. The image shows implanted balloonexpandable stentgraft in hourglass configuration (arrow), which is additionally dilated in its upper end with 10 mm balloon; (c) dilatation of the lower end of the stentgraft with only minimal overlap of the balloon (the double arrow shows preserved narrow portion); (d) final portogram shows stenosis of the TIPS (arrow) with portosystemic gradient of 20 mmHg

zvažována transplantace jater, která byla kontraindikována. Redukovaný TIPS byl prokazatelně spontánně uzavřen při UZ vyšetření až po 1,5 roce. Nemocná neměla encefalopatii a nekrvácela. Zemřela za 3 roky a 2 měsíce po zavedení TIPS, tedy 3 roky po jeho redukci v léčebně dlouhodobě nemocných. Před smrtí měla nevelký ascites.

Kazuistika 3

Třetí nemocný byl léčen v 69 letech zavedením TIPSu pomocí stentgraftu Viatorr 10 × 80 mm pro opakované

krvácení (celkem podáno 38 krevních převodů) do trávicího traktu při alkoholové jaterní cirhóze Child Pugh A, kde byly endoskopicky prokázány jícnové varixy 2. stupně a portální gastropatie. Pacient měl 5 let před zavedením TIPSu provedenou resekci VII. jaterního segmentu pro hepatocelulární karcinom. Následně v době 2 roky a 1 rok před TIPSem měl pro recidivu tumoru opakovaně provedenou radiofrekvenční ablací. Již za 1 měsíc po TIPS došlo k rozvoji významné JE a byla indikována redukce TIPSu zavedením balónexpandibilního stentgraftu LifeStream 10 ×

58 mm (BARD, Irsko) (obr. 2). Dle UZ kontrol byl TIPS průchodný za 1 a 3 měsíce po redukci, ale za 8 měsíců byl prokazatelně uzavřený. Pacient zemřel za 1 rok a 4 měsíce po TIPS a tedy 1 rok a 3 měsíce po jeho redukci.

Kazuistika 4

Poslední nemocný měl TIPS pomocí dvojice Wallstentů 10 × 90 mm a 12 × 60 mm (Wallstent, Boston Scientific, USA) s embolizací varixů. TIPS proveden v 76 letech pro hemodynamicky významné krvácení s nutností krevních převodů

do ureterostomie, kterou měl provedenu po resekcii karcinomu močového měchýře. TIPS byl zaveden při částečně trombóze portální žíly při alkoholové jaterní cirhóze Child Pugh A (6 bodů). Po 6 měsících musela být pro významnou JE provedena redukce TIPS pomocí stentgraftu LifeStream 12 × 38 mm (BARD, Irsko). Po 3 měsících byl dle UZ TIPS bez prokazatelných toků. Nemocný však nadále potřeboval denní pomoc druhé osoby a po dalších 6 měsících zemřel, tedy 15 měsíců po zavedení TIPS a 9 měsíců po jeho redukci.

TECHNIKA VÝKONU

V lokální anestezii z jugulární žíly byl za kontroly skiaskopie nasondován TIPS pomocí 5F katétru (RC, Cook, Bjaeverskov, Dánsko) zavedeného přes 10F sheath (Cook, Dánsko). Katétre umístěným do lienální či horní mezen-terické žíly byla provedena portografie vstříkem 20 ml jódové kontrastní látky iohexolum (Omnipaque 350, GE Healthcare, Oslo, Norsko) či iodixanolum (Visipaque 320, GE Healthcare, Oslo, Norsko) rychlostí 10 ml/s. Následně byl změřen tlakový gradient mezi portálními řečištěm a pravou síní. Rozdíl tlaků krve byl počítán z hodnot měřených 5F katétre a 10F sheathem posunutým dolním koncem do pravé síně. Pak byl 10F sheath posunut do vena portae tak, aby dostatečně překrýval intraparenchymovou část TIPS. Následně byl zaveden balónexpandibilní stentgraft délky 38 nebo 58 mm, který byl dodán výrobcem fixovaný na balónku pro angioplastiku. U těchto stentgraftů se při tlakování nosného balónku plní nejprve stentgraftem nepokryté okrajové části balónku a až při zvýšení tlaku dochází k postupnému rozvinutí střední části stentgraftu. Pokud tlak v balónku zvyšujeme pomalu za kontroly skiaskopie a sledujeme tvar balónku plněného kontrastní látkou ředěnou 1 : 1 s fyziologickým roztokem, pak je možné zastavením plnění balónku před rozvíjením se jeho střední části dosáhnout u stentgraftu tvaru přesýpacích hodin. V tom okamžiku 10 mm široký balónek odsajeme. Stentgraft je dostatečně dilatován na svých koncích, takže nedojde k jeho samovolné dislokaci a ve střední části zůstane zúžen. Balónek pak za kontroly skiaskopie vysuneme a kraniální a kaudální konec stentgraftu lze ještě

Tab. 1. Pacienti léčení redukcí TIPS s uvedením tlaků v portální žíle a v pravé síni na konci TIPS a pak před jeho redukcí a po redukcí

Table 1. Patients treated by TIPS reduction with blood pressures measured in the portal vein and right atrium after TIPS implantation, before its reduction and after reduction

Kazuistika (pacient)	Věk (roky)/pohlaví	Po TIPS PS/VP/GR mmHg	Před redukcí TIPS PS/VP/GR mmHg	Po redukcí TIPS PS/VP/GR mmHg	Doba od TIPS do redukce	Přežívání po redukcí
1	60/M	9/17/8	6/13/7	5/19/14	4 roky 2 měsíce	1 rok pak transplantace jater
2	50/Ž	12/21/9	8/11/3	6/21/15	2 měsíce	3 roky
3	69/M	11/24/13	?	8/28/20	2 měsíce	15 měsíců
4	76/M	14/26/12	14/26/12	12/34/22	6 měsíců	9 měsíců

PS – pravá síň/ the right atrium, VP – vena portae/the portal vein, GR – gradient mezi portální žílou a pravou síní v mmHg/blood pressure gradient between the portal vein and right atrium, M – muž/male, Ž – žena/female

dodilatovat na plný rozměr balónku (obr. 2b,c). 10F sheath umístěný těsně nad uvolněným stentgraftem slouží i k jeho zadržení v dané úrovni a prevenci jeho dislokace kraniálně (19). Tato technika je v literatuře označována jako „redukce TIPS pomocí stentgraftu tvaru přesýpacích hodin“ (20). Po ponechání vodiče zavedeme malý (4–5 mm) balónek, kterým můžeme kontrolovaně dilatovat vzniklou stenózu v TIPS, aby nebyla příliš těsná a nevedla k časné trombóze. Tento krok je možné provést až po kontrolní portografii a opětovném změření tlakového gradientu. Všechny výkony byly provedeny na angiografickém přístroji Allura FD 20 (Philips, Best, Holandsko).

VÝSLEDKY

V našem souboru čtyř pacientů je zřejmé, že se tlakový gradient po zavedení redukčního stentgraftu okamžitě významně zvýšil (tab. 1). JE se upravila u všech nemocných, jeden z nich byl odkázán na pomoc druhé osoby z důvodů celkového stavu. Technika implantace balónexpandibilního stentgraftu do tvaru přesýpacích hodin byla bez komplikací. Všichni pacienti byli k TIPS indikováni pro významné krvácení do zažívacího traktu při jaterní cirhóze a TIPS byl indikován jako záchranná léčba. Portosystémový gradient po zavedení TIPS a v době, kdy nemocný přicházel k redukcí zkratu, se nezměnil ve dvou případech, v jednom klesl a v jednom nebyl měřen. Průchodnost redukovaného TIPS byla sledována pomocí dopplerovské ultrasonografie 3, 4, 6 a 12 měsíců. V průběhu sledování došlo k uzávěru u všech nemocných. Ani u jednoho nemocného nebylo nutné TIPS rekanalizovat, přestože TIPS

byla indikována pro závažné krvácení. Jediný přežívající pacient podstoupil po 1 roce transplantaci jater pro jaterní selhání při uzavřené redukované TIPS.

DISKUSE

Důležitým hlediskem při indikaci k TIPS je možné riziko zhoršení JE, které lze predikovat jen do určité míry. Všichni zde prezentovaní nemocní měli život ohrožující krvácení do trávicího traktu, které nebylo možné kontrolovat jinak než dekompresí tlaku v portální žíle.

Při indikaci k TIPS pro refrakterní ascites je pro riziko rozvoje JE po výkonu vždy zvažováno rodinné zázemí pacienta. U těchto nemocných provádíme TIPS pomocí 8 mm širokých stentgraftů (Viatorr Controlled Expansion VCX, W.L. Gore & Associates Inc; Flagstaff, AZ USA).

Mezi jasnými indikacemi k redukcí TIPS je refrakterní JE, pokud vznikne po TIPS jaterní selhání, je třeba zvážit jako první transplantaci jater (2).

Encefalopatii lze klasifikovat do několika stupňů. Redukcí TIPS zvažujeme, pokud je psycho-motorické tempo výrazně zpomaleno a nemocný je již trvale závislý na pomoci druhých. JE může být trvalá nebo v epizodách bez jasné provokující příčiny vyžadující opakovanou hospitalizaci v posledních 3 měsících při plné medikamentózní léčbě (2).

První zmínkou o endovaskulární léčbě JE je kazuistika Pottse et al. z roku 1985, kdy spontánní JE byla úspěšně léčena uzávěrem velké portosystémové spojky odpoutatelným balónkem (21).

Technika redukce průtoku krve TIPSem se během tří desetiletí jeho klinické praxe měnila. Použitá metodika vycházela z jednoduché možnosti opětné rekanalizace nebo rozšíření

indukované stenózy v případě nutnosti TIPS obnovit a v neposlední řadě z dostupných prostředků (např. kombinace samoexpandibilního a balónexpandibilního stentu, odpoutatelných balónků). Komerčně dostupný byl jako jediný, navíc dočasně, „redukční stent“ firmy BARD (12). Všechny ostatní byly připravené operatéry a navržené kombinací běžných stentů a chirurgických šicích materiálů (22–29). Přehled technik a jejich rozdělení zpracoval Pereira et al. (30).

S příchodem stentgraftů počátkem 21. století již nebylo nutné čekat na dokončení trombózy implantovaných zařízení, takto navržené postupy poskytovaly okamžitě zvýšení portosystémového gradientu a navíc bylo možné gradienty „ladit“ oběma směry tak, aby se předešlo uzávěrům TIPS, jako se to stalo u tří nemocných z naší série, aniž by u někoho vznikla potřeba TIPS rekanalizovat.

Mezi největší sérii pacientů s JE či jaterním selháním léčených redukcí TIPS patří studie ze San Antonia, do které bylo zařazeno 18 nemocných s JE, sedm s akutním jaterním selháním a dva nemocní s plicní hypertenzí (18). TIPS byl redukován buď pomocí metody paralelních stentů, nebo stentgraftem tvaru přesýpacích hodin zhruba v poměru 1 : 1. Zlepšení JE bylo dosaženo

v 89 %, zlepšení jaterní funkce v 71 % a příznivý efekt na plicní hypertenzi byl u obou léčených pacientů. Redukce TIPS a související vzestup portosystémového gradientu ale spolehlivě pozitivně nepredikoval klinickou odpověď, tedy dopad na JE. Riziko spojené se vzestupem portální hypertenze bylo prokázáno u 74 % nemocných. V závěru studie autoři uvedli, že optimální změna portosystémového gradientu a míra redukce vyžadují další studium (18).

Zavedení pro TIPS speciálně vytvořených stentgraftů (Viatorr, W. L. Gore & Associates Inc; Flagstaff, AZ USA) vedlo před 20 lety k jednoznačnému zlepšení dlouhodobé průchodnosti spojek ve srovnání s kovovými stenty užívanými v devadesátých letech 20. století. Ve studiích srovnávacích použití stentgraftu a stentu nebyl ve skupině se stentgraftem prokázán nárůst JE. Vzhledem k opakovaně prokázanému faktu, že i kanál vytvořený 6–8 mm balónkem po implantaci 10 mm stentgraftu se během týdnu samovolně dilatuje na nominální šířku, byl navržen stentgraft, který je 8 mm široký ve své pokryté části s tím, že horní a dolní konec jsou 10 mm široké, a tento stentgraft se samovolně po implantaci nedilatuje. Zůstává však možnost jej dilatovat na širší rozměr vysokotlakým balónkem pro angioplastiku, pokud je tlakový gradient po implantaci vysoký.

Použití tohoto typu stentgraftu (Viatorr Controlled Expansion VCX, W. L. Gore & Associates Inc; Flagstaff, AZ USA) vedlo v retrospektivní studii ke snížení výskytu JE (31).

Většina pracovišť preferuje pro vytvoření TIPS pravou větev vena portae. Studie z Číny ukázaly, že spojky vytvořené s použitím levé větve portální žíly mají významně nižší výskyt JE (32–34).

Jedna z nedávných studií o JE po TIPS zdůrazňuje roli infekce při jejím vzniku (35).

Pacienti s JE či jaterním selháním po TIPS mají vysoký stupeň morbidity. Pozorování zhoršení JE po TIPS nepochybně vedlo ke změně techniky provádění TIPS ve smyslu vytváření menších spojek a zpřesnění místa uložení TIPS. Vždy se ale jedná o skupinu nemocných s komplikacemi symptomatické portální hypertenze, kteří nebyli, nebo ještě nejsou kandidáty transplantace jater.

Uvedený soubor čtyř kazuistik shrnuje zkušenost s léčbou jinak nekontrolovatelné JE po TIPS pomocí balónexpandibilních stentgraftů. Tuto metodu považujeme v současnosti za jednoduchou, okamžitě účinnou k navýšení tlakového gradientu, reverzibilní (i když jsme ani v jednom případě zkrat zpětně nedilatovali) a finančně efektivní ve srovnání s metodami používajícími například dva stentgraftu. ●

LITERATURA

1. **Kornerup LS, Gluud LL, Vilstrup H, Dam G.** Update on the therapeutic management of hepatic encephalopathy. *Current Gastroenterology Reports* 2018; 20: 21. doi.org/10.1007/s11894-018-0627
2. **Nardelli S, Gioia S, Ridola L, Riggio O.** Radiological intervention for shunt related encephalopathy. *J Clin Exp Hepatol* 2018; 8: 452–459. doi.org/10.1016/j.jceh.2018.04.008
3. **Routhu M, Safka V, Routhu SK, et al.** Observational cohort study of hepatic encephalopathy after transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS). *Ann Hepatol* 2017; 16: 140–148. doi: 10.5604/16652681.1226932
4. **Chen HJ, Zheng G, Wichmann JL, Schoepf UJ, Lu GM, Zhang LJ.** The brain following transjugular intrahepatic portosystemic shunt: the perspective from neuroimaging. *Metab Brain Dis* 2015. doi: 10.1007/s11011-015-9735-4
5. **Walser EM, Harris VM, Harman JT, Park HM, Siddiqui AR.** Quantification of intrahepatic portosystemic shunting after placement of a transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7: 263–267.
6. **Bieckera E, Rotha F, Hellera J, Schildb HH, Sauerbrucha T, Schepke M.** Prognostic role of the initial portal pressure gradient reduction after TIPS in patients with cirrhosis. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2007; 19: 846–852.
7. **Dhanasekaran R, Gonzales P, West J, et al.** Predictors of early mortality post transjugular intrahepatic portosystemic shunts and the role of hepatic venous pressure gradient. *Gastrointestinal Intervention* 2012; 1(1): 63–68. doi.org/10.1016/j.gii.2012.08.008
8. **Riggio O, Angeloni S, Saluatori FM, et al.** Incidence, natural history, and risk factors of hepatic encephalopathy after transjugular intrahepatic portosystemic shunt with polytetrafluoroethylene-covered stent grafts. *Am J Gastroenterol* 2008; 103: 2738–2746. doi: 10.1111/j.1572-0241.2008.02102.x
9. **Siramolpiwat S.** Transjugular intrahepatic portosystemic shunts and portal hypertension-related complications. *World J Gastroenterol* 2014; 20(45): 16996–17010. doi: 10.3748/wjg.v20.i45.16996
10. **Haskal ZJ, Middlebrook MR.** Creation of a stenotic stent to reduce flow through a transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *J Vasc Interv Radiol* 1994; 5: 827–830.
11. **Haskal ZJ, Cope C, Soulen MC, Shlansky-Goldberg RD, Baum RA, Redd DCB.** Intentional reversible thrombosis of transjugular intrahepatic portosystemic shunts. *Radiology* 1995; 195: 485–488.
12. **Hauenstein KH, Haag K, Ochs A, Langer M, Rossle M.** The reducing stent: treatment for transjugular intrahepatic portosystemic shunt-induced refractory hepatic encephalopathy and liver failure. *Radiology* 1995; 194: 175–179.
13. **Forauer AR, McLean GK.** Transjugular intrahepatic portosystemic shunt constraining stent for the treatment of refractory postprocedural encephalopathy: a simple design utilizing a Palmaz stent and Wallstent. *J Vasc Interv Radiol* 1998; 9: 443–446.

14. **Paz-Fumagalli R, Crain MR, Mewissen MW, Varma RR.** Fatal hemodynamic consequences of therapeutic closure of a transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *J Vasc Intervent Radiol* 1994; 5: 831–834.
15. **Quaretti P, Michieletti E, Ross S.** Successful treatment of TIPS-induced hepatic failure with an hourglass stent-graft: a simple new technique for reducing shunt flow. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12: 887–890.
16. **Kaufman L, Itkin M, Furth EE, Stewart Ch, Trerotola SO.** Detachable balloon-modified reducing stent to treat hepatic insufficiency after transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 635–638. doi: 10.1097/01.RVI.0000071094.76348.A9
17. **Wolf DC, Siddiqui S, Rayyan Y, Rozenblit G.** Emergent stent occlusion for TIPS-induced liver failure. *Digestiv Dis Sciences* 2005; 50: 2356–2358. doi: 10.1007/s10620-005-3062-2
18. **Joseph AS, Sandhu B, Khalil A, Lopera J.** Transjugular portosystemic shunt reductions: a retrospective single-center experience. *J Vasc Interv Radiol* 2019; 30: 876–884. doi.org/10.1016/j.jvir.2019.01.031
19. **Blue RC, Lo GC, Kim E et al.** Transjugular intrahepatic portosystemic shunt flow reduction with adjustable polytetrafluoroethylene-covered balloonexpandable stents using the “sheath control” technique. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2016; 39: 935–939. doi: 10.1007/s00270-015-1249-2
20. **Fanelli F, Salvatori FM, Rabuffi P, et al.** Management of refractory hepatic encephalopathy after insertion of TIPS: long-term results of shunt reduction with hourglass-shaped balloon-expandable stent-graft. *AJR* 2009; 193: 1696–1702. doi: 10.2214/AJR.09.2968
21. **Potts JR III, Henderson JM, Millikan WJ Jr., Sones P, Warren WD.** Restoration of portal venous perfusion and reversal of encephalopathy by balloon occlusion of portal systemic shunt. *Gastroenterol* 1984; 87: 208–212.
22. **Madoff DC, Perez-Young IV, Wallace MJ, Skolkin, MD, Toombs BD.** Management of TIPS-related refractory hepatic encephalopathy with reduced Wallgraft endoprotheses. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14: 369–374. doi: 10.1097/01.RVI.0000058418.01661.48
23. **Jacquier A, Vidal V, Monnet O, et al.** A modified procedure for transjugular intrahepatic portosystemic shunt flow reduction. *J Vasc Interv Radiol* 2006; 17: 1359–1363.
24. **Maleux G, Heye S, Verslype Ch, Nevens F.** Management of transjugular intrahepatic portosystemic shunt-induced refractory hepatic encephalopathy with the parallel technique: results of a clinical follow-up study. *J Vasc Interv Radiol* 2007; 18: 986–993. doi: 10.1016/j.jvir.2007.05.009
25. **Weintraub JL, Mobley DG, Weiss ME, Swanson E, Kothary N.** A novel endovascular adjustable polytetrafluoroethylene-covered stent for the management of hepatic encephalopathy after transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *J Vasc Interv Radiol* 2007; 18: 563–566. doi: 10.1016/j.jvir.2007.02.004
26. **Sze DY, Hwang GL, Kao JS, et al.** Bidirectionally adjustable TIPS reduction by parallel stent and stent-graft deployment. *J Vasc Interv Radiol* 2008; 19: 1653–1658. doi: 10.1016/j.jvir.2008.08.011
27. **Kroma G, Lopera J, Cura M, Suri R, El-Merhi F, Reading J.** Transjugular intrahepatic portosystemic shunt flow reduction with adjustable polytetrafluoroethylene-covered balloon-expandable stents. *J Vasc Interv Radiol* 2009; 20: 981–986 doi: 10.1016/j.jvir.2009.03.042
28. **Cookson DT, Zaman Z, Gordon-Smith J, Ireland HM, Hayes PC.** Management of Transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS)-associated refractory hepatic encephalopathy by shunt reduction using the parallel technique: outcomes of a retrospective case series. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2011; 34: 92–99. doi: 10.1007/s00270-010-0016-7
29. **Farsad K, Kolbeck KJ, Keller FS, Barton RE, Kaufman JA.** Primary creation of an externally constrained TIPS: a technique to control reduction of the portosystemic gradient. *AJR* 2015; 204: 868–871. doi: 10.2214/AJR.14.13104
30. **Pereira K, Carrion AF, Salsamendi J, Doshi M, Baker R, Kably I.** Endovascular management of refractory hepatic encephalopathy complication of transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS): comprehensive review and clinical practice algorithm. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2015; 39(2): 170–182. doi: 10.1007/s00270-015-1197-x
31. **Coronado WM, Ju C, Bullen J, Kapoor B.** Predictors of occurrence and risk of hepatic encephalopathy after TIPS creation: a 15-year experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2020; 43: 1156–1164. doi.org/10.1007/s00270-020-02512-7
32. **Bai M, He ChY, Qi XS, et al.** Shunting branch of portal vein and stent position predict survival after transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *World J Gastroenterol* 2014; 20(3): 774–785. doi: 10.3748/wjg.v20.i3.774
33. **Chen L, Xiao T, Chen W, Long Q, Li R, Fang D, Wang R.** Outcomes of transjugular intrahepatic portosystemic shunt through the left branch vs. the right branch of the portal vein in advanced cirrhosis: a randomized trial. *Liver Internat* 2009; 1101–1109. doi: 10.1111/j.1478-3231.2009.02016.x
34. **Andring B, Kalva SP, Sutphin P, et al.** Effect of technical parameters on transjugular intrahepatic portosystemic shunts utilizing stent grafts. *World J Gastroenterol* 2015; 21(26): 8110–8117. doi: 10.3748/wjg.v21.i26.8110
35. **Koblinski JE, Liu MC, Bisht RU, Kang P, Wong MN, Little EC.** Rethink your transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS): pre-TIPS infection predicts post-TIPS infection and post-TIPS portosystemic encephalopathy. *EMJ Hepatol* 2020; 8: 34–41.